

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

Québec 

Rapport de recherche

Sources résidentielles de plomb et niveaux de plombémie chez de jeunes enfants habitant d'anciens arrondissements de Montréal

Direction de la santé environnementale
et de la toxicologie

Janvier 2013

AUTEURS

Julie St-Laurent, Ph. D.

Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

Patrick Levallois, M. D., FRCPC

Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

Denis Gauvin, M. Sc.

Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

Marilène Courteau, M. Sc.

Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

COCHERCHEUSE

Michèle Prévost, Ph. D.

Chaire industrielle CRSNG en eau potable, École Polytechnique de Montréal

AVEC LA COLLABORATION DE

Monique Beausoleil, M. Sc.

Agence de la santé et des services sociaux de Montréal/Direction de santé publique, Environnement urbain et santé

Céline Campagna, Ph. D.

Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

Suzanne Gingras, M. Sc.

Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

Alain LeBlanc, M. Sc.

Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

Shokoufeh Nour, M. Sc.

Chaire industrielle CRSNG en eau potable, École Polytechnique de Montréal

Annick Trudelle, M. Sc.

Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

MISE EN PAGES

Nicole Dubé

Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

FINANCEMENT

Nous remercions les organismes qui ont participé au financement de ce projet, soit Santé Canada (Plan de gestion des produits chimiques), le Réseau canadien de l'eau et le ministère de la Santé et des Services sociaux. Nous souhaitons également remercier mesdames France Lemieux, Monique D'Amour et Pat Rasmussen de Santé Canada, pour leur contribution scientifique en ce qui concerne certaines parties du projet.

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

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

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

DÉPÔT LÉGAL – 2^e TRIMESTRE 2013

BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES NATIONALES DU QUÉBEC

BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES CANADA

ISBN : 978-2-550-67253-1 (VERSION IMPRIMÉE)

ISBN : 978-2-550-67254-8 (PDF)

©Gouvernement du Québec (2013)

AVANT-PROPOS

Ce rapport présente les principaux résultats de l'étude menée à Montréal sur l'impact des sources de plomb résidentiel sur la plombémie chez de jeunes enfants. Les résultats de cette étude ont été publiés dans le *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* (2013)¹. Un rapport plus complet incluant des analyses supplémentaires a été déposé à Santé Canada le 28 mars 2011². Le présent rapport répond aux objectifs de la demande de financement obtenue du ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec. Il inclut aussi des informations complémentaires au rapport de Santé Canada pour ce qui est des données sur les années de construction en relation avec les concentrations ou les quantités de plomb présentes dans les prélèvements effectués (eau, poussières et peinture). Finalement, une comparaison des résultats de notre étude a été effectuée avec les résultats obtenus par le modèle utilisé par la Direction de santé publique (DSP) de l'Agence de la santé et des services sociaux (ASSS) de Montréal.

Plusieurs personnes ont contribué au succès du recrutement et de la collecte de données soit mesdames Marjorie Charest, Francine Halmos, messieurs Zlatko Kljajic, Pier-Éric Chamberland, mesdames Natacha Fontaine-Séguin, Dominique Dubreuil et Catherine Patoine-Bossé. Nous tenons aussi à souligner le travail des services de gestion Quantum ltée – Alternacare inc., particulièrement celui de mesdames Lorraine Vézina, Kimberly Séguin et Louise Turgeon pour ce qui est des prélèvements sanguins ainsi que les membres du laboratoire du Centre de toxicologie de Québec (INSPQ), Alain Leblanc et Alain Beaudet pour les analyses de plomb environnemental et sanguin.

La Ville de Montréal ainsi que la Direction de santé publique de Montréal ont collaboré au projet, plus particulièrement mesdames Chantal Morissette de la Ville de Montréal, Monique Beausoleil et Julie Brodeur de la Direction de santé publique de Montréal.

¹ Levallois P, St-Laurent J, Gauvin D, Courteau M, Prévost M, Campagna C, Lemieux F, Nour S, D'Amour M, Rasmussen PE. The impact of drinking water, indoor dust and paint on blood lead levels of children aged 1-5 years in Montréal (Québec, Canada). *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* 2013.

² Levallois P, St-Laurent J, Gauvin D, Courteau M. Étude de l'impact de la contamination par le plomb de l'environnement résidentiel sur la plombémie des jeunes enfants – Rapport présenté à Santé Canada. Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec, 2011.

RÉSUMÉ

Malgré que l'utilisation du plomb ait été fortement réduite au cours des 40 dernières années, l'importance des différentes sources d'exposition au plomb dans l'environnement résidentiel des jeunes enfants est encore un sujet d'actualité. Toutefois, celle-ci demeure peu documentée. À la suite de la découverte en 2005 à Montréal de certains cas de dépassement de la norme québécoise de plomb dans l'eau, la DSP de Montréal a fait une estimation, à l'aide d'un modèle pharmacocinétique, de la plombémie moyenne des jeunes enfants possiblement exposés à diverses concentrations de plomb dans l'eau du robinet. Des recommandations ont alors été proposées pour réduire la consommation d'eau pour les jeunes enfants (moins de 6 ans) et les femmes enceintes vivant dans des zones considérées à risque pour la contamination de l'eau par le plomb. Des échantillonnages d'eau et un suivi ont été effectués, mais aucune autre démarche n'a été entreprise afin d'évaluer l'impact véritable de la contamination de différentes sources d'exposition au plomb sur la plombémie des jeunes enfants.

Ce projet, conformément à notre entente avec le ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec (MSSS), devait décrire les niveaux de plombémie de jeunes enfants montréalais et estimer le degré de suivi des recommandations proposées par la DSP de Montréal concernant la consommation d'eau. Également, il devait décrire les niveaux de plomb dans les poussières et la peinture des résidences et comparer les estimations effectuées par des modèles pharmacocinétiques, de la plombémie des enfants avec les données obtenues durant l'étude.

Méthodologie générale

Sélection des participants

L'étude a été menée du 10 septembre 2009 au 27 mars 2010 auprès d'enfants âgés de 1 à 5 ans résidant dans les arrondissements ciblés de la Ville de Montréal (Mercier–Hochelaga-Maisonneuve, Villeray–Saint-Michel–Parc-Extension, Saint-Laurent et Verdun). Un total de 3 800 familles (un enfant par famille) a été sollicité par une lettre d'information incluant le formulaire d'information préalable au consentement. Elle était suivie d'un appel téléphonique afin de vérifier si ces familles respectaient les critères d'inclusion de l'étude. Par la suite, une infirmière auxiliaire et une technicienne se sont présentées au domicile des participants.

Sources d'exposition et prélèvement biologique

Dans un premier temps, le formulaire d'information de consentement devait être lu et signé. Par la suite, la technicienne évaluait l'état général de la résidence, remplissait un questionnaire sur l'environnement résidentiel avec le parent et procédait à l'échantillonnage de l'eau du robinet de la cuisine (un litre après 5 minutes d'écoulement et 4 litres après 30 minutes de stagnation). Immédiatement après (sans écoulement préalable), 250 ml d'eau au robinet de la salle de bain étaient prélevés. L'échantillonnage des poussières a été effectué avec l'aide de lingettes humides au plancher de trois pièces de la résidence et sur le rebord de la fenêtre de la chambre de l'enfant. Finalement, à l'aide d'un appareil à fluorescence à rayons X (XRF), la technicienne mesurait les niveaux de plomb présents dans la peinture et prélevait, lorsque possible, des écailles de peinture pour des analyses en laboratoire. L'infirmière auxiliaire, quant à elle, remplissait avec la famille un questionnaire

sur la santé et la nutrition de l'enfant et procédait au prélèvement sanguin veineux au bras de celui-ci.

Analyses de laboratoires

Tous les échantillons ont été conservés à 4 °C jusqu'à leur analyse en laboratoire. Les échantillons d'eau ont été analysés par un laboratoire privé selon un protocole proposé par l'US EPA (méthode 200.8) et modifié légèrement en augmentant le temps d'acidification. La limite de détection de la méthode était de 0,01 µg/l. L'analyse des poussières, des écailles de peinture et des prélèvements sanguins a été faite au laboratoire de l'INSPQ par spectrométrie de masse à plasma d'argon (*inductively coupled plasma mass spectrometry*, ICP-MS). La limite de détection de la méthode pour l'analyse des poussières était de 0,01 µg, celle pour l'analyse des écailles de peinture de 10 µg/g et de 0,001 µmol/l (0,0207 µg/dl) pour les prélèvements sanguins.

Analyses statistiques

L'analyse statistique de l'influence des différentes variables d'exposition a été effectuée par des modèles d'analyse multivariée avec un contrôle des variables de confusion et une étude des effets modifiants. Le niveau de signification statistique a été fixé à 0,05 (test bilatéral).

Principaux résultats

Taux de participation

Un total de 3 800 familles a été contacté par lettre et, de ce nombre, 2 043 familles ont répondu à un questionnaire téléphonique. Seulement 549 familles furent considérées admissibles pour participer au projet et 313 familles ont accepté de participer à l'étude. Finalement, 306 enfants ont été retenus pour les analyses statistiques.

Suivi des recommandations proposées par la Direction de santé publique de Montréal

À partir des 2 043 familles qui ont été évaluées pour leur admissibilité, et en ne considérant pas le critère de consommation d'eau, 1 173 répondaient à tous les critères d'inclusion (âge de l'enfant, secteur de résidence, temps de résidence, langue parlée, type de résidence, lieu de naissance, maladie). Six cent vingt-trois des 1 173 familles (soit 53 %) consommaient de l'eau embouteillée ou utilisaient un système de filtration d'eau conformément aux recommandations proposées par la DSP de Montréal.

Analyse de plomb dans l'eau

Le niveau moyen (moyenne géométrique (MG)) de la concentration de plomb dans l'eau du robinet de la cuisine (moyenne arithmétique (MA) des cinq prélèvements d'eau) pour l'ensemble des résidences (n = 306) était de 1,60 µg/l. Au total, seulement 5 échantillons d'eau du robinet de la cuisine après 5 minutes d'écoulement dépassaient la norme québécoise de la présence de plomb dans l'eau potable (10 µg/l). Au niveau du robinet de la salle de bain, la concentration moyenne mesurée dans le premier jet (stagnation aléatoire) était de 4,98 µg/l (n = 204).

La présence de conduite en plomb dans les résidences a été estimée pour 276 résidences par l'équipe de l'École Polytechnique de Montréal à l'aide d'un algorithme basé sur les résultats de concentrations de plomb dans l'eau dans les différents prélèvements effectués au robinet de cuisine. Pour 30 résidences, une nouvelle série d'échantillonnage de l'eau a été effectuée afin de mieux caractériser l'entrée de service. À la suite de ce prélèvement, 171 résidences étaient considérées avec conduite en plomb et 127 sans conduite en plomb. Finalement, pour 8 des participants, il n'a pas été possible de confirmer les caractéristiques de l'entrée de service.

Analyses de plomb dans les poussières

La quantité moyenne (MG) de plomb dans la poussière du plancher (moyenne des trois échantillons) était de $0,85 \mu\text{g}/\text{pi}^2$. La quantité moyenne (MG) de plomb dans la poussière des rebords de fenêtre ($n = 263$) était de $7,14 \mu\text{g}/\text{pi}^2$. Un total de 13 prélèvements (12 résidences) présentaient un dépassement des valeurs guides utilisées pour les poussières domestiques (plancher : $40 \mu\text{g}/\text{pi}^2$, fenêtre : $250 \mu\text{g}/\text{pi}^2$).

Analyses de plomb dans la peinture

Les mesures effectuées avec l'aide de l'appareil à fluorescence (XRF) ont montré que 31 % des résidences avaient une composante (mur, plancher, porte, cadre de porte ou fenêtre) où au moins 2 mesures de XRF dépassaient la valeur guide de $1 \text{ mg}/\text{cm}^2$.

La concentration médiane de plomb mesurée dans les écailles de peinture était de $1\,300 \text{ mg}/\text{kg}$ pour 153 résidences (max. : $260\,000 \text{ mg}/\text{kg}$). Quarante-deux résidences présentaient une ou plusieurs écailles qui dépassaient la valeur guide de $5\,000 \text{ mg}/\text{kg}$.

Analyse de plomb dans le sang

La plombémie moyenne (MG) de tous les enfants à l'étude était de $1,35 \mu\text{g}/\text{dl}$. La distribution de la plombémie était similaire selon les groupes d'âge (12-23 mois, 24-35 mois et 36-71 mois) et selon le sexe des enfants. Cependant, les enfants appartenant au groupe de minorités visibles, ainsi que ceux investigués durant l'automne, avaient une plombémie légèrement supérieure aux autres participants. À noter cependant qu'un seul enfant avait une plombémie supérieure à la norme québécoise de déclaration ($0,5 \mu\text{mol}/\text{l}$ ou $10,35 \mu\text{g}/\text{dl}$).

Analyse de plomb dans le sang et association avec l'environnement résidentiel

L'analyse de la plombémie à l'aide des modèles multivariés a montré que les enfants consommant une eau du robinet de la cuisine dont la concentration de plomb était supérieure à $3,27 \mu\text{g}/\text{l}$ (3^e tercile) avaient une plombémie moyenne (MG) significativement plus élevée que les enfants consommant une eau non contaminée par le plomb (1^{er} tercile). Cette différence significative fut aussi observée lorsque l'on considérait la plombémie des enfants des résidences avec présence probable de conduites en plomb en comparaison à l'absence de conduites en plomb.

Les plombémies des enfants sont aussi significativement supérieures lorsque ceux-ci sont exposés à des quantités plus grandes de plomb dans les poussières de plancher ($> 1,22 \mu\text{g}/\text{pi}^2$), du rebord de fenêtre ($> 14,14 \mu\text{g}/\text{pi}^2$) et à des écailles de peinture ayant des

concentrations plus élevées de plomb (> 5 000 mg/kg) comparativement à des quantités ou des concentrations plus faibles.

Comparaison de nos résultats avec ceux de la DSP de Montréal en 2006

La plombémie moyenne de nos participants est inférieure à celle fournie par le modèle pharmacocinétique de la US EPA utilisé par la DSP de Montréal. Le modèle utilisé, avec de nombreuses valeurs par défaut, a probablement surestimé les concentrations de plomb sanguin chez les jeunes enfants de Montréal. Cependant, les concentrations de plomb mesurées dans l'eau du robinet dans notre étude étaient inférieures à celles mesurées par la DSP de Montréal en 2006.

Conclusion

Cette étude a permis de constater que les sources d'exposition au plomb dans les résidences montréalaises étudiées étaient faibles et que la plombémie moyenne des jeunes enfants participant à l'étude, durant l'automne 2009 et l'hiver 2010 était peu élevée.

Finalement, notre étude ainsi que les estimations de la DSP de Montréal en 2006 ont permis de constater que les enfants vivant dans des résidences reliées à des conduites de distribution d'eau en plomb avaient des plombémies significativement plus élevées que les enfants vivant dans des résidences non reliées à de telles conduites.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	IX
LISTE DES FIGURES	XI
INTRODUCTION.....	1
1 OBJECTIFS.....	3
2 MÉTHODOLOGIE.....	5
2.1 Méthodologie générale.....	5
2.2 Déroulement de l'étude	5
2.2.1 Population cible	5
2.2.2 Choix des arrondissements	5
2.2.3 Recrutement des participants	6
2.2.4 Visite à domicile	7
2.2.5 Période d'échantillonnage	7
2.2.6 Questionnaires	7
2.2.7 Observation de la résidence	8
2.2.8 Échantillonnage environnemental.....	8
2.3 Analyses de laboratoire.....	10
2.3.1 Poussières	10
2.3.2 Peinture.....	11
2.3.3 Eau.....	12
2.3.4 Sang.....	12
2.4 Approbation éthique et engagement à la confidentialité	13
2.5 Analyse statistique	13
2.5.1 Description des variables	13
2.5.2 Plan d'analyse statistique	15
3 RÉSULTATS	19
3.1 Taux de participation.....	19
3.2 Principaux critères d'exclusion à l'étude.....	20
3.3 Suivi des recommandations proposées par la Direction de santé publique de Montréal	21
3.4 Caractéristiques de la population	21
3.4.1 Caractéristiques générales des enfants.....	21
3.4.2 Caractéristiques générales des familles	22
3.4.3 Comparaison de certaines données sociodémographiques et socioéconomiques aux données du recensement de la population de la Ville de Montréal	23
3.4.4 Caractéristiques de l'environnement résidentiel.....	24
3.5 Résultats descriptifs de l'estimation de la consommation d'eau du robinet.....	24
3.6 Concentrations de plomb dans les sources d'exposition environnementales.....	25
3.7 Concentration de plomb dans l'eau selon l'âge de la résidence	28
3.8 Résultats descriptifs des quantités de plomb dans la poussière et la concentration de plomb dans la peinture	29

3.9	Quantité de plomb dans les poussières et concentration de plomb dans la peinture selon l'âge de la résidence.....	30
3.10	Niveaux de plombémie	31
3.10.1	Analyses descriptives.....	31
3.10.2	Plombémie selon les différents niveaux de consommation d'eau.....	35
3.10.3	Plombémie selon les différentes sources d'exposition.....	36
4	DISCUSSION	39
4.1	Principaux résultats de l'étude	39
4.2	Comparaison des résultats de l'étude à la campagne d'échantillonnage de la Direction de santé publique en 2006	40
4.2.1	Résumé des résultats de l'échantillonnage de 2006 fait par la Direction de la santé publique de Montréal	40
4.2.2	Comparaison avec les résultats de notre étude.....	41
4.3	Comparaison de nos résultats avec la littérature	45
4.3.1	Niveaux de plombémie.....	45
4.3.2	Niveaux de plomb dans l'eau	45
4.3.3	Niveaux de plomb dans les poussières et la peinture.....	46
4.4	Résumé des forces et limites de l'étude.....	47
	CONCLUSION.....	49
	RÉFÉRENCES	51
	ANNEXE 1 DESCRIPTION DES VARIABLES	55

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Répartitions des adresses résidentielles obtenues de la RAMQ	6
Tableau 2	Critères d'inclusion et d'exclusion à l'étude	6
Tableau 3	Caractéristiques environnementales pour la détermination des saisons	7
Tableau 4	Principales catégories de questions.....	8
Tableau 5	Contenu en eau de différents aliments consommés par les enfants	15
Tableau 6	Admissibilité des familles sollicitées pour participer à l'étude	19
Tableau 7	Principaux critères d'exclusions des 1 494 familles non admissibles à l'étude.....	20
Tableau 8	Caractéristiques des enfants participant à l'étude (n = 306).....	22
Tableau 9	Caractéristiques et habitudes de vie des familles (n = 306)	23
Tableau 10	Comparaison de la population à l'étude avec le recensement de la Ville de Montréal pour l'année 2006	24
Tableau 11	Caractéristiques des résidences visitées (n = 306)	24
Tableau 12	Estimation de la consommation d'eau du robinet (ml) par jour selon les groupes d'âge (n = 306).....	25
Tableau 13	Distribution de la concentration de plomb dans l'eau de la cuisine et de la salle de bain ($\mu\text{g/l}$)	26
Tableau 14	Présence d'une conduite en plomb.....	28
Tableau 15	Distribution de la concentration de plomb dans les différents prélèvements d'eau selon les années de construction ($\mu\text{g/l}$)	29
Tableau 16	Distribution de la quantité de plomb présente dans les poussières du plancher et des fenêtres ($\mu\text{g}/\text{pi}^2$) ainsi que la distribution des concentrations maximales de plomb dans les écailles de peinture (mg/kg)	30
Tableau 17	Quantités de plomb mesurées dans les prélèvements de poussières ($\mu\text{g}/\text{pi}^2$) et la concentration maximale de plomb présente dans les écailles de peinture (mg/kg) selon l'année de construction de la résidence	31
Tableau 18	Distribution de la plombémie ($\mu\text{g/dl}$) selon l'âge, l'appartenance à un groupe de minorité visible, le sexe et la saison lors de l'investigation	32
Tableau 19	Moyenne géométrique (MG) des plombémies ($\mu\text{g/dl}$) selon différents facteurs de risque	34
Tableau 20	Proportion de plombémie égale ou supérieure au 75 ^e percentile ($\geq 1,78 \mu\text{g/dl}$) pour chacune des variables d'exposition.....	35
Tableau 21	Moyenne géométrique (MG) brute et rapports de cotes bruts et ajustés des plombémies ($\mu\text{g/dl}$) selon la dose ingérée de plomb dans l'eau de consommation (n = 306)	36

Tableau 22	Moyennes géométriques (MG) brutes des plombémies ($\mu\text{g/dl}$) et rapports de cotes bruts et ajustés selon les différents types et niveaux d'exposition étudiés.....	37
Tableau 23	Moyenne géométrique des concentrations de plomb présentes dans les prélèvements d'eau en comparaison avec les valeurs de l'échantillonnage de la Direction de santé publique de Montréal.....	43
Tableau 24	Quantité moyenne d'eau estimée consommée par les enfants de l'étude et paramètres utilisés par la Direction de santé publique de Montréal en 2006.....	44
Tableau 25	Niveaux de plombémie mesurés dans notre étude et estimés par la Direction de santé publique de Montréal	44

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Méthode d'échantillonnage à l'intérieur du gabarit pour le prélèvement de la poussière sur les planchers.....	9
Figure 2	Organigramme d'identification des résidences avec ou sans raccordement d'eau en plomb	27

INTRODUCTION

La législation au niveau de l'utilisation du plomb est maintenant beaucoup plus sévère. Toutefois, avant les années 1950, l'utilisation du plomb dans les différentes sources traditionnelles (industrielles et automobiles) était fréquente. En effet, le plomb était couramment utilisé dans la peinture, certains types d'émail de céramique, la tuyauterie, les soudures (tuyauterie et conserves), les munitions et les cosmétiques (Agency for Toxic Substances and Disease Registry 2007; INSPQ 2003). Depuis les années 1970, au Québec et au Canada, l'ajout du plomb dans les matériaux a été réglementé, l'essence sans plomb a été introduite en 1975, l'interdiction de l'essence au plomb en 1990 et la diminution de la teneur en plomb dans les peintures intérieures et dans les éléments de plomberie (Santé Canada 2007). De plus, la réglementation est aussi devenue beaucoup plus stricte pour les produits importés de pays étrangers pouvant contenir du plomb. Cependant, certains de ces produits qui ont été importés par des individus ou vendus dans des boutiques spécialisées peuvent enfreindre cette réglementation canadienne. Parmi ces produits, on retrouve de la verrerie, des conserves, des remèdes ou des cosmétiques traditionnels, des aliments, de l'encens et des chandelles (CDC [Center of Disease Control and Prevention] 2002; Gorospe et Gerstenberger 2008; Lynch *et al.*, 2000). Encore aujourd'hui, l'utilisation du plomb est présente dans certains domaines d'activités, particulièrement dans le raffinage et la fabrication de produits automobiles et pour la production de matériels électroniques.

Il est aussi possible de retrouver des sources de plomb dans les résidences construites avant les années 1970 par la présence de vieilles peintures avec du plomb ainsi que les vieux systèmes de distribution d'eau en plomb ou comportant des composantes fabriquées de plomb. Ainsi, l'utilisation courante du plomb dans la confection de différents matériaux a permis sa dispersion dans l'environnement. L'air, l'eau potable, les aliments, les poussières et la peinture sont des sources possibles de contamination par le plomb (Agency for Toxic Substances and Disease Registry 2007).

Les enfants sont plus sensibles que les adultes aux effets du plomb et sur les systèmes hématologique et neurologique particulièrement (Agency for Toxic Substances and Disease Registry 1999). L'effet du plomb sur la santé des jeunes enfants se caractérise par des atteintes au niveau cognitif et neurocomportemental (Agency for Toxic Substances and Disease Registry 2007). Ces dernières se manifestent à des niveaux bien inférieurs à ceux qui induisent des effets sur le système hématologique. Aussi, le développement du système nerveux central est très sensible aux effets toxiques du plomb. La perméabilité de la barrière hémato-encéphalique chez les jeunes enfants favorise l'exposition du système nerveux au plomb.

En 2006, la Direction de santé publique de l'Agence de la santé et des services sociaux de Montréal a effectué une évaluation de la présence de plomb dans le système de distribution de l'eau potable de maisons d'après-guerre et de petits immeubles construits avant les années 1970 à Montréal. À partir de ces données, une estimation des taux de plombémie chez les jeunes enfants a été effectuée avec l'aide d'un modèle pharmacocinétique (Beausoleil M. et Brodeur J. 2007). L'échantillonnage de l'eau au robinet de la cuisine a été effectué après une stagnation de 30 minutes (échantillonnage au 1^{er}, 2^e litre, ainsi qu'après une et 5 minutes d'écoulement). Par cette étude et les informations de la Ville de Montréal, il

a été documenté que la majorité des résidences d'après-guerre et des petits immeubles construits avant les années 1970 avec une entrée de service en plomb de l'île de Montréal (53 %) recevait une eau ne respectant pas la norme de 10 µg/l (après 5 minutes d'écoulement).

Aussi, les risques à la santé associés au plomb des enfants ont été évalués avec le modèle de la U.S. EPA *Integrated exposure uptake biokinetic model for lead in children* (IEUBK) qui estimait le taux de plomb absorbé chez l'enfant à partir de l'eau du robinet. La Direction de santé publique de Montréal a conclu que les enfants habitant dans les résidences ayant une entrée de service en plomb « pourraient avoir une plombémie légèrement plus élevée » que la moyenne des enfants québécois, mais inférieure au seuil de déclaration obligatoire au Québec (Beausoleil M. et Brodeur J. 2007).

Étant donné la vulnérabilité particulière au plomb des jeunes enfants (moins de 6 ans) et des femmes enceintes (Andrews *et al.*, 1994), des recommandations ont été proposées aux résidents des secteurs échantillonnés pour réduire l'exposition au plomb provenant de l'eau du robinet : l'utilisation d'un filtre au robinet ou la consommation d'eau embouteillée pour les jeunes enfants (moins de 6 ans) et les femmes enceintes (Beausoleil M. et Brodeur J. 2007).

Toutefois, cette enquête s'est limitée à l'évaluation du plomb dans l'eau ainsi qu'à une estimation du taux sanguin avec l'aide d'un modèle pharmacocinétique. Aucune évaluation réelle des niveaux de plombémie n'a été effectuée. De façon générale, aucune étude au Canada n'a évalué l'influence réelle des sources potentielles d'exposition au plomb sur la plombémie des jeunes enfants.

Compte tenu de l'absence de données sur les niveaux de plombémie chez les enfants qui présentent une vulnérabilité particulière à la toxicité du plomb et les sources résidentielles de plomb au Canada, il était donc justifié de caractériser les niveaux environnementaux d'exposition au plomb des jeunes enfants et d'étudier leur impact sur la plombémie.

Ce rapport présente les résultats de l'investigation effectuée dans quatre arrondissements de la Ville de Montréal du 10 septembre 2009 au 27 mars 2010 chez 306 enfants. Il fait aussi état des résultats descriptifs des différents prélèvements effectués ainsi que des niveaux de plombémie des enfants évalués. Une discussion permet de comparer ces résultats à ceux obtenus lors de l'échantillonnage effectué par la DSP de Montréal en 2006.

1 OBJECTIFS

Les objectifs poursuivis par ce volet de l'étude étaient les suivants :

1. Vérifier le degré de suivi des recommandations proposées par la Direction de santé publique de Montréal concernant la consommation d'eau chez les jeunes enfants.
2. Déterminer les niveaux de plomb dans les poussières, la peinture et l'eau.
3. Déterminer les niveaux de plombémie des enfants montréalais des secteurs étudiés.
4. Comparer les résultats obtenus dans l'étude par rapport aux estimations de la plombémie des jeunes enfants effectuées par des modèles pharmacocinétiques.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE

Cette étude était de type transversal et a permis d'évaluer différentes sources d'exposition potentielles au plomb (poussières, peinture, eau) ainsi que les niveaux de plombémie chez de jeunes enfants montréalais âgés de 1 à 5 ans.

L'étude s'est déroulée du 10 septembre 2009 au 27 mars 2010. Les participants potentiels ont été informés de l'étude par lettre suivie d'un appel téléphonique pour vérifier les critères d'inclusion et d'exclusion à l'étude. Si le participant répondait aux critères d'inclusion, une visite à domicile était alors fixée. Une technicienne spécialisée en environnement ainsi qu'une infirmière auxiliaire se présentaient à la résidence du participant afin de remplir avec le parent deux questionnaires et effectuer l'échantillonnage des poussières, de la peinture et de l'eau. Finalement, l'infirmière procédait au prélèvement sanguin chez l'enfant. Aussi, des renseignements supplémentaires étaient notés par la technicienne quant à l'entretien général de la résidence.

2.2 DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE

2.2.1 Population cible

Cette étude visait des enfants âgés de 1 à 5 ans habitant dans des résidences unifamiliales, jumelées, en rangées, duplex, triplex ou de petits immeubles (trois logements et moins) situés dans les arrondissements ciblés dans l'étude.

2.2.2 Choix des arrondissements

Des arrondissements de la Ville de Montréal ont été ciblés pour cette étude. En effet, ces arrondissements devaient comporter une grande proportion d'anciennes résidences susceptibles d'être raccordées à l'aqueduc par une entrée de service en plomb. Avec l'aide d'information fournie par l'École Polytechnique de Montréal ainsi que par le Service des infrastructures, transport et environnement de la Ville de Montréal, quatre arrondissements ont été sélectionnés : Verdun, Saint-Laurent, Villeray–Saint-Michel–Parc-Extension, Mercier–Hochelaga-Maisonneuve.

La Régie de l'assurance maladie du Québec (RAMQ) a été autorisée par la Commission d'accès à l'information à transmettre à l'équipe une sélection d'enfants (un par adresse) habitant dans les arrondissements sélectionnés. Un total de 27 000 enfants inscrits dans la base de données de la RAMQ répondait à nos critères (âge et arrondissements ciblés). Un échantillon aléatoire de 9 500 enfants âgés de 1 à 5 ans a été transmis à l'équipe de recherche. Les renseignements suivants nous ont été communiqués : adresse de résidence, nom du responsable légal de l'enfant, la langue parlée, prénom et date de naissance de l'enfant (mois, année). Le tableau 1 présente le nombre d'enfants pour les quatre arrondissements sélectionnés qui nous a été transmis.

Tableau 1 Répartitions des adresses résidentielles obtenues de la RAMQ

Arrondissements	n	(%)
Mercier–Hochelaga-Maisonneuve	2 610	(27,5)
Saint-Laurent	1 281	(13,5)
Verdun	1 057	(11,1)
Villeray–Saint-Michel–Parc-Extension	4 170	(43,9)
Hors secteur - exclus	382	(4,0)
Total	9 500	(100)

2.2.3 Recrutement des participants

Les numéros de téléphone des familles ont été recherchés avec l'aide de l'outil Canada411 ainsi qu'avec le logiciel StreetSmart (Cole Information Service). Toutefois, il n'a pas été possible de retrouver le numéro de téléphone pour toutes les familles.

Au total, 3 800 résidences avaient un numéro de téléphone valide et l'immeuble semblait contenir trois logements ou moins. Ces résidences ont reçu une lettre de sollicitation accompagnée du formulaire d'information préalable au consentement.

Une semaine après l'envoi des lettres, l'équipe de recherche a contacté le parent responsable de l'enfant afin de vérifier son intérêt et leur admissibilité à participer à l'étude. Un maximum de 20 tentatives téléphoniques de contact avec les participants a été effectué du lundi au samedi durant différentes périodes de la journée (avant-midi, après-midi, soir). Les appels ont été gérés par le logiciel Interviewer (Voxco). Lorsque joint, le parent devait répondre à un questionnaire téléphonique afin de vérifier les critères d'inclusion et d'exclusion à l'étude qui sont présentés au tableau 2.

Tableau 2 Critères d'inclusion et d'exclusion à l'étude

Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
L'enfant doit être âgé de 1 à 5 ans.	L'enfant n'est pas né au Canada.
L'enfant doit demeurer dans un des quatre arrondissements prévus au protocole.	La famille (incluant l'enfant) utilise un système de filtration d'eau.
L'enfant doit consommer l'eau du robinet.	L'enfant est atteint d'une maladie sévère*.
La résidence familiale doit être une maison unifamiliale, jumelée, en rangée, duplex ou triplex.	Les parents ne communiquent ni en français, ni en anglais.
L'enfant doit avoir vécu dans la même résidence depuis au moins un an.	L'enfant demeure plus de deux jours et une nuit par semaine dans une autre résidence que celle investiguée dans l'étude.

* Maladies pouvant modifier le métabolisme du plomb dont la médication est importante et selon une posologie régulière.

Après vérification des critères d'inclusion et d'exclusion, un rendez-vous était fixé avec le parent intéressé à l'étude pour une visite à domicile d'une technicienne en environnement et ainsi qu'une infirmière auxiliaire.

2.2.4 Visite à domicile

Une technicienne spécialisée en environnement et une infirmière auxiliaire se présentaient à la résidence du participant afin d'effectuer les échantillonnages. Dans un premier temps, le formulaire d'information préalable au consentement était présenté au parent responsable de l'enfant. Celui-ci devait le lire et comprendre l'information présentée avant de le signer. Par la suite, le parent devait remplir deux questionnaires. Un premier, avec la technicienne, sur l'environnement résidentiel et le second, avec l'infirmière auxiliaire, sur la santé et la nutrition de l'enfant. La technicienne procédait ensuite à l'échantillonnage des poussières, de la peinture et de l'eau, tandis que l'infirmière auxiliaire procédait au prélèvement sanguin. La durée moyenne des visites à domicile était de deux heures et trente minutes.

2.2.5 Période d'échantillonnage

L'échantillonnage des résidences a été effectué durant l'automne et l'hiver. L'automne a été considéré comme la période du 10 septembre 2009 au 15 décembre 2009 et l'hiver comme étant du 16 décembre 2009 au 27 mars 2010.

La détermination des dates retenues pour délimiter les saisons a été effectuée en tenant compte du changement de température de l'eau potable, de la température extérieure et des précipitations de neige. Ces informations sont présentées au tableau 3.

Tableau 3 Caractéristiques environnementales pour la détermination des saisons

	Automne 10 septembre 2009 au 15 décembre 2009	Hiver 16 décembre 2009 au 27 mars 2010
Résidences investiguées (n (%))	109 (36)	197 (64)
Température moyenne de l'eau potable (°C)	21,7 (septembre 2009)	1,4 (décembre 2009)
Température extérieure moyenne (°C)	-10,3 à 25,0	-21,6 à 15,6
Précipitations moyennes de neige (cm)	52	107

L'échantillonnage a été plus important durant la saison hivernale avec 197 résidences visitées (64 %) comparativement à l'automnale où 109 résidences ont été investiguées (34 %).

2.2.6 Questionnaires

Deux questionnaires ont été remplis par le parent afin d'obtenir des informations supplémentaires sur l'environnement résidentiel et les habitudes de vie de la famille ainsi que sur la santé et la nutrition de l'enfant. Le tableau 4 présente les principales catégories de questions pour chacun de ces questionnaires.

Tableau 4 Principales catégories de questions

Santé et nutrition de l'enfant (49 questions)	Environnement résidentiel (34 questions)
Données générales	Données générales
Habitudes de vie de l'enfant	Caractéristiques du secteur environnant
Santé de l'enfant	Caractéristiques du système de chauffage
Nutrition de l'enfant	Caractéristiques du système de ventilation
Habitudes de vie des résidents	Activités à la résidence (passe-temps)
Données sociodémographiques et socioéconomiques	Caractéristiques liées à la distribution d'eau
	Habitudes de vie de l'enfant

2.2.7 Observation de la résidence

La technicienne procédait à l'observation de l'état d'entretien intérieur et extérieur de la résidence et de la chambre de l'enfant. Des informations plus précises au niveau de la tuyauterie de la résidence et d'autres informations sur la longueur et le diamètre des conduites, le type de matériaux utilisés et le type de soudure ont été notées. Ces renseignements ont été utilisés pour identifier le profil de distribution des concentrations de plomb dans la tuyauterie.

2.2.8 Échantillonnage environnemental

La technicienne spécialisée en environnement a réalisé les différents prélèvements environnementaux des poussières, de la peinture et de l'eau du robinet de la cuisine et de la salle de bain. Aussi, des mesures ont été effectuées pour évaluer la concentration de plomb dans la peinture sur les murs à l'aide de l'appareil à fluorescence à rayons X (XRF).

Poussières

L'échantillonnage des poussières au niveau des planchers ainsi qu'à la fenêtre de la chambre de l'enfant a été fait. L'échantillonnage sur les planchers consistait à effectuer les prélèvements au centre de l'espace disponible de trois pièces de la maison (la chambre de l'enfant, l'entrée de la résidence et une pièce qui était régulièrement utilisée par l'enfant). Une surface lisse était privilégiée pour l'échantillonnage. La méthode consistait à échantillonner avec une lingette humide une surface de 30,5 cm² (1 pi²), à l'aide d'un gabarit, en suivant les étapes présentées à la figure 1. La technicienne effectuait un « S » à la verticale (a), puis à l'horizontale (b) et finissait par suivre le contour du gabarit (c).

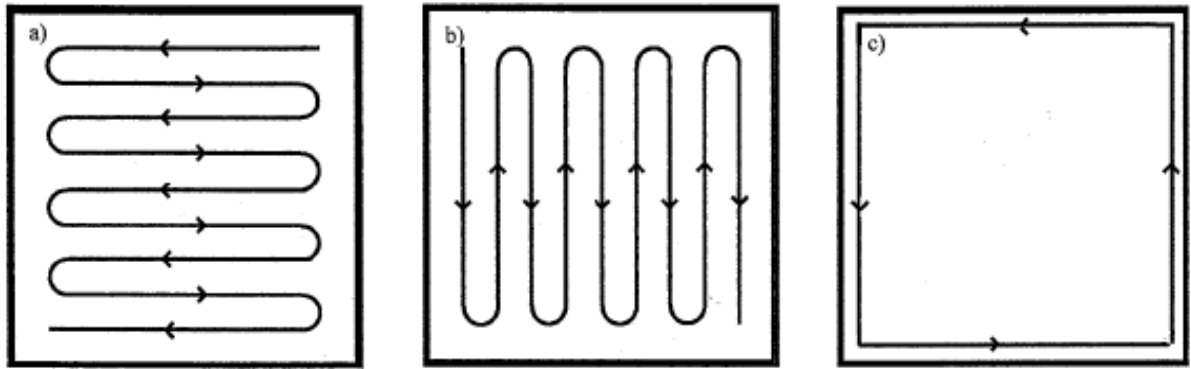


Figure 1 Méthode d'échantillonnage à l'intérieur du gabarit pour le prélèvement de la poussière sur les planchers

Tiré d'ASTM E-1728 (US Department of Housing and Urban Development 2003).

Lorsque possible, une surface prédéterminée du rebord de la fenêtre de la chambre de l'enfant a été échantillonnée dont les dimensions précises ont été mesurées.

Différents contrôles de qualité ont été effectués lors des échantillonnages. À la suite des différents prélèvements, les lingettes ont été placées dans des tubes de plastique, conservées à 4 °C jusqu'à leur analyse au laboratoire du Centre de toxicologie du Québec (CTQ).

Peinture

La présence de plomb dans la peinture des résidences a été évaluée avec l'aide d'un appareil à fluorescence à rayons X (XRF). Cet appareil permet de mesurer les niveaux de plomb présents dans différentes couches de peinture sèche sur différentes surfaces. Cinq pièces par résidence étaient évaluées (chambre de l'enfant, cuisine, salle familiale, corridor, et une autre pièce fréquemment utilisée par l'enfant) ou lorsqu'il y avait détérioration des surfaces peintes.

Brièvement, la procédure consistait à prendre deux mesures de 30 secondes en déplaçant l'appareil de quelques centimètres pour la deuxième mesure. Si la concentration obtenue était supérieure ou égale à 0,5 mg/cm², la technicienne prenait une troisième mesure pour confirmer le résultat. Lorsque les peintures étaient différentes, plusieurs murs étaient analysés par pièce. Ce protocole de mesure a été adapté de celui de l'US HUD (US Department of Housing and Urban Development 1997).

Si l'état de la peinture était détérioré et si des écailles de peinture étaient présentes à la surface des murs ou sur le plancher, celles-ci étaient récupérées par la technicienne, avec l'accord du participant, pour des analyses en laboratoire. L'analyse des écailles de peinture a été effectuée au CTQ.

Eau

L'échantillonnage de l'eau du robinet a été effectué à partir de deux robinets, celui de la cuisine et celui de la salle de bain. Celui de l'eau du robinet de la cuisine consistait à prélever un total de 5 litres d'eau dans des contenants préacidifiés.

Un premier échantillon (1 L) a été récupéré après un écoulement de 5 minutes (5M1L) et les 4 litres suivants après une stagnation de 30 minutes (30M1L, 30M2L, 30M3L, 30M4L). L'aérateur a été conservé tout au long de l'échantillonnage et un débit usuel de 5 à 7 litres/minute a été utilisé. Ce débit a été mesuré lors de l'écoulement de 5 minutes et aussi la température de l'eau a été mesurée après 3 minutes d'écoulement.

Pour un sous-ensemble des résidences (n = 204), un échantillon d'eau de 250 ml a été prélevé au robinet de la salle de bain. Cet échantillonnage a été fait de façon aléatoire après la stagnation à la cuisine en utilisant un débit usuel permettant de récupérer l'eau sans élaboussure.

La détermination de la présence probable ou non d'une conduite en plomb a été effectuée à partir des concentrations de plomb obtenues au robinet de la cuisine. Pour 30 résidences, un deuxième échantillonnage a dû être fait pour mieux caractériser la présence possible de composantes de plomb dans le système de distribution. Pour ce faire, un nouveau protocole a été élaboré où on laissait couler l'eau de la cuisine et de la salle de bain pendant 5 minutes. Après l'écoulement, un échantillon d'un litre a été prélevé au robinet de la cuisine. Par la suite, une stagnation de 30 minutes a été effectuée et 8 litres consécutifs d'eau froide ont été récupérés. Immédiatement après l'échantillonnage des 8 litres d'eau à la cuisine, un échantillon de 250 ml a été prélevé au robinet de la salle de bain. Les échantillons ont été conservés à environ 4 °C jusqu'à l'analyse au laboratoire.

Sang

Une infirmière auxiliaire expérimentée a procédé, avec l'aide du parent ou de la technicienne, à un prélèvement sanguin au bras de l'enfant. Un tube de 6 ml prétraité avec un anticoagulant EDTA (acide éthylène diamine tétraacétique) a été utilisé. Un volume de 2 à 4 ml a été prélevé. Lorsque le prélèvement sanguin était infructueux, une deuxième tentative était effectuée sur l'autre bras de l'enfant avec l'accord du parent et de l'enfant. Si ce deuxième essai ne permettait pas d'obtenir un prélèvement sanguin, l'infirmière proposait qu'une autre infirmière procède au prélèvement quelques jours plus tard. Les prélèvements sanguins ont été conservés à 4 °C jusqu'à l'analyse par le CTQ.

2.3 ANALYSES DE LABORATOIRE

2.3.1 Poussières

2.3.1.1 Méthodes

Les analyses en laboratoire ont été réalisées selon une méthode mise au point par le CTQ, soit par spectrométrie de masse à plasma d'argon (ICP-MS) (Elan-6000, Perkin Elmer, Massachusetts, États-Unis). La calibration a été effectuée par des standards aqueux. La limite de détection de la méthode était de 0,01 µg et celle de quantification était de 0,015 µg.

2.3.1.2 Contrôle de qualité

Le pourcentage de récupération des matériaux de référence variait de 82 à 100 %. Les valeurs obtenues étaient acceptables étant donné qu'elles étaient inférieures à trois fois l'écart-type, sauf pour certaines valeurs obtenues pour un matériau durant les analyses du mois de mai 2010. Celles-ci excédaient trois fois la valeur de l'écart-type. Cependant, les résultats pour les deux autres matériaux de référence étaient jugés adéquats durant cette même période, aucune action n'a été entreprise par le laboratoire.

2.3.1.3 Règlementation

Les valeurs guides utilisées pour la concentration de plomb dans les poussières domestiques proviennent des États-Unis, car aucune valeur n'est disponible au Canada. La valeur guide utilisée pour la concentration de plomb dans la poussière de plancher était de 40 µg/pi² et de 250 µg/pi² pour celle du rebord de fenêtre (US Environmental Protection Agency 2001).

2.3.2 Peinture

2.3.2.1 Méthode

Environ 200 mg d'écailles de peinture étaient nécessaires pour l'analyse du plomb. La méthode utilisée a été mise au point par le CTQ. Les analyses ont été faites avec la méthode ICP-MS (Elan-6000, Perkin Elmer). La calibration a été effectuée avec des standards aqueux. La limite de détection de la méthode était de 10 µg/g et celle de quantification de 30 µg/g.

2.3.2.2 Contrôle de qualité

Le pourcentage de récupération du matériel de référence était de 92,2 %. Ce pourcentage de récupération se situait à un niveau acceptable pour la poursuite des analyses, car elle était inférieure à trois fois la valeur de l'écart-type.

2.3.2.3 Règlementation

Au Canada, depuis 2005, la réglementation sur les nouvelles peintures fixait la norme à 600 mg/kg, et plus récemment à 90 mg/kg (Gouvernement du Canada 2010). La valeur guide américaine utilisée était de 5 000 mg/kg pour l'analyse des écailles de peinture (US Department of Housing and Urban Development 1997). Toutefois, nous avons utilisé la valeur guide américaine pour la comparaison avec nos résultats.

2.3.3 Eau

2.3.3.1 Méthode

Les analyses d'eau ont été effectuées par la compagnie Maxxam Analytique inc. (Montréal, Québec). Le protocole d'analyse utilisé était semblable à celui proposé par l'US EPA³. Une légère modification au protocole a été apportée pour le temps d'acidification. Une digestion à l'acide de 24 heures a été effectuée au lieu des 16 heures initialement proposées au protocole. Ce changement permettait de récupérer la fraction particulaire du plomb. Les échantillons ont été analysés avec la méthode ICP-MS à cellule de collision en mode de sélection d'ions (SIM). La limite de détection de la méthode était inférieure 0,01 µg/l.

2.3.3.2 Contrôle de qualité

La reproductibilité entre l'analyse des mêmes échantillons a été obtenue par la corrélation des valeurs des échantillons et de leurs duplicatas. Le coefficient de corrélation de ces duplicatas était de 0,9988. Le rapport de contrôle de qualité fourni par la compagnie précise que toutes les données des éléments de contrôle de la qualité répondent aux critères d'acceptabilité fixés.

2.3.3.3 Règlementation

La norme utilisée au Québec pour la concentration de plomb dans l'eau du robinet après cinq minutes d'écoulement est de 10 µg/l (0,01 mg/l) (Gouvernement du Québec 2001). Au Canada, une concentration maximale de 10 µg/l (sans précision sur la durée de stagnation) est recommandée par Santé Canada (Santé Canada 1992). Aucune valeur de référence n'est disponible au Québec et au Canada pour la présence de plomb dans l'eau après une stagnation. Toutefois, Santé Canada a publié un document qui propose des valeurs guides pour orienter les interventions (Santé Canada 2009a).

2.3.4 Sang

2.3.4.1 Méthode

Les analyses ont été effectuées sur le sang total anticoagulé et réfrigéré. Les échantillons de sang total ont été dilués avec une solution basique et ont été analysés par ICP-MS (Elan-6000, Perkin Elmer). La limite de détection utilisée était de 0,001 µmol/l (0,021 µg/dl) et celle de quantification était de 0,004 µmol/l (0,083 µg/dl).

2.3.4.2 Contrôle de qualité

Pour les trois matériaux de référence, les concentrations obtenues étaient inférieures à trois fois la valeur de l'écart-type. Ces valeurs étaient donc considérées comme acceptables. Le CTQ a aussi fait des duplicatas toutes les 10 analyses afin de montrer la reproductibilité de la méthode d'analyse sur un même échantillon. Le coefficient de corrélation était de 0,992.

³ US Environmental Protection Agency Method 200.8 : Determination of trace elements in waters and wastes by ICP-MS/MS, 1994.

Une plombémie égale ou supérieure à 0,5 $\mu\text{mol/l}$ (10,35 $\mu\text{g/dl}$) était déclarée à la Direction de santé publique de l'Agence de la santé et des services sociaux de Montréal (Gouvernement du Québec 2002).

2.4 APPROBATION ÉTHIQUE ET ENGAGEMENT À LA CONFIDENTIALITÉ

Le protocole de l'étude ainsi que tous les documents utilisés et transmis aux participants ont été révisés et approuvés par les Comités d'éthique de la recherche du Centre hospitalier universitaire de Québec (CHUQ) et de Santé Canada. Un des responsables légaux de l'enfant participant a lu le formulaire d'information préalable au consentement et a ensuite signé un formulaire de consentement pour la participation de leur enfant à l'étude.

De plus, toutes les personnes qui ont travaillé avec les données nominales et confidentielles provenant de la RAMQ ont été assujetties à la confidentialité professionnelle et elles se sont engagées à préserver la confidentialité des renseignements personnels utilisés.

2.5 ANALYSE STATISTIQUE

2.5.1 Description des variables

La variable d'intérêt, le plomb sanguin, a été traitée de deux façons distinctes : en continu et de façon dichotomique (en deux catégories). Puisque la distribution des niveaux de plomb sanguin suivait approximativement une distribution log normale, lors du traitement de la variable en continu, les mesures de plomb sont présentées par des moyennes géométriques. Lors du traitement en catégories, le critère d'analyse utilisé pour caractériser une plombémie élevée a été considéré comme étant un enfant dont le niveau de plomb sanguin était supérieur ou égal au 75^e percentile des niveaux de plomb sanguin observés chez les 306 enfants à l'étude (soit $\geq 1,78 \mu\text{g/dl}$).

Les variables d'exposition étudiées sont la concentration de plomb dans l'eau, la présence d'une conduite en plomb, la concentration de plomb dans la peinture intérieure (mesure par l'appareil à fluorescence XRF ou l'échantillon d'écaille de peinture) ainsi que la quantité de plomb dans les poussières de plancher de la résidence visitée et sur le rebord de la fenêtre (chambre de l'enfant). Ces variables sont traitées en catégories ce qui permet un traitement plus aisé des valeurs non détectées ou extrêmes ainsi que des valeurs manquantes qui peuvent être regroupées en une catégorie. En ce qui concerne la poussière de rebord de fenêtre, des échantillonnages n'ont pu être effectués dans certaines résidences, soit que la fenêtre était inaccessible, soit qu'elle était recouverte d'une pellicule plastique, ou que la chambre ne comportait pas de fenêtre. Les valeurs manquantes de cette variable ont été mises dans une catégorie séparée lors de l'analyse de la variable poussière de fenêtre.

Voici la description des *variables d'exposition* :

- *Eau*
 - moyenne arithmétique des cinq prélèvements d'eau effectués au robinet de la cuisine traitée en trois catégories selon les terciles de concentration;
 - concentration de plomb dans l'eau au robinet de la salle de bain traitée en trois catégories selon les terciles de concentration;

- présence ou absence d'une conduite en plomb.
- *Peinture*
 - mesures effectuées avec l'aide de l'appareil de fluorescence (XRF) ainsi que les concentrations de plomb mesurées dans les écailles regroupées selon trois catégories.
- *Poussière du plancher*
 - moyenne arithmétique des trois prélèvements traitée en trois catégories selon les terciles de quantité de plomb.
- *Poussière du rebord de la fenêtre de la chambre de l'enfant*
 - prélèvement de la poussière sur le rebord de la fenêtre de la chambre de l'enfant traitée en trois catégories selon les terciles de quantité de plomb.

Les *variables d'ajustement* utilisées dans cette étude ont été classées en quatre groupes :

- *Caractéristiques de l'enfant*
 - âge
 - sexe
 - minorité visible
 - langue parlée
 - comportement à risque
 - fréquence de garde
 - type de milieu de garde
 - problème de santé
- *Caractéristiques des familles*
 - exposition professionnelle
 - passe-temps
 - plus haut diplôme des parents
 - statut de propriétaire
 - exposition à la fumée secondaire
 - animaux de compagnie à la résidence
 - fréquence d'utilisation de l'aspirateur ou de la vadrouille humide
- *Caractéristiques des résidences visitées*
 - type de résidence
 - valeur du logement
 - autoroute à moins de 152 mètres (500 pieds)
 - année de construction
 - saison
- *Consommation d'eau par kilogramme de poids corporel de l'enfant*

Le questionnaire santé et nutrition de l'enfant a permis d'estimer la quantité d'eau consommée par les boissons et les aliments. La consommation directe d'eau correspondait à la quantité d'eau ingérée sous forme de verres d'eau et de boissons reconstituées avec de

l'eau. La quantité d'eau ingérée par la cuisson des aliments, c'est-à-dire par la cuisson des pâtes alimentaires, du riz et des légumes, correspondait à la consommation d'eau indirecte alors que la consommation d'eau totale représente la somme de la consommation directe et indirecte. La consommation d'eau totale a été divisée par le poids corporel de l'enfant afin d'obtenir la consommation totale par kilogramme de poids corporel (ml/kg) mesuré chez l'enfant.

La consommation d'eau par les aliments (consommation indirecte) a été estimée par rapport aux références déjà publiées ainsi que le fichier canadien sur les éléments nutritifs de Santé Canada (Caron M. *et al.*, 2004; Santé Canada 2009b). Le tableau 5 présente les facteurs de conversion utilisés.

Tableau 5 Contenu en eau de différents aliments consommés par les enfants

Produit alimentaire	Facteur de conversion
Substitut de lait en poudre	0,9
Substitut de lait concentré	0,7
Céréales	0,5
Jus en poudre	0,9
Friandises glacées	0,9
Pâtes/riz	0,7
Légumes cuits	0,7

Référence : (Caron M. *et al.*, 2004; Santé Canada, 2009b).

Les modalités des différentes variables dans l'analyse statistique sont détaillées à l'annexe 1.

2.5.2 Plan d'analyse statistique

Trois cent six enfants font l'objet de l'analyse statistique. En effet, sur les 313 participants, 6 ont été exclus des analyses, car ils n'ont pu avoir de prélèvement sanguin. De plus, un participant a été exclu, car il a été absent de la résidence tout le mois précédant la visite pour l'échantillonnage. Par ailleurs, pour certaines analyses, d'autres participants ont dû être retirés à cause de données manquantes : analyse de l'effet des tuyaux de plomb (8 exclus) et analyse de l'effet de la poussière de fenêtre (43 enfants exclus).

Dans un premier temps, des analyses descriptives ont été effectuées sur les caractéristiques des participants à l'étude (caractéristiques de l'enfant, caractéristiques de la famille, caractéristiques de la résidence, consommation d'eau). Des tableaux de fréquences et des statistiques sur les distributions (minimum, moyenne, médiane, maximum) sont présentés dans la section des résultats.

Ensuite, deux types d'analyses univariées ont été effectués afin de sélectionner les variables à inclure dans les modèles multivariés. Tout d'abord, les moyennes géométriques des niveaux de plomb sanguin en fonction de chacune des variables d'exposition et d'ajustement ont été calculées. Pour les variables dichotomiques, un test t de Student, sur le logarithme du plomb sanguin, a été utilisé pour comparer les moyennes (en prenant en compte les

variances inégales, le cas échéant). Pour les variables avec trois catégories ou plus, une analyse de variance a été privilégiée pour comparer les moyennes entre elles. Lorsqu'une différence statistique a été observée, la source de différences entre les moyennes a été évaluée à l'aide du test de Scheffé, de comparaisons multiples. Ensuite, des tests de chi-deux ont été effectués pour déterminer les variables ayant une relation univariée significative avec un niveau de plombémie élevé.

À la suite des analyses univariées, des régressions logistiques de la plombémie élevée ont été effectuées. Dans ces régressions logistiques, les rapports de cotes (RC) ont été utilisés et estiment le risque relatif d'avoir une plombémie égale ou supérieure au 75^e percentile par rapport à la catégorie de référence (1^{er} tercile). Les RC bruts proviennent des modèles de régression logistiques non ajustés. Il y a alors un modèle par variable d'exposition où la relation entre la plombémie élevée et la variable d'exposition est étudiée. Les RC ajustés sont obtenus du modèle de régression logistique multiple qui inclut les variables d'exposition, ainsi que les variables d'ajustement ayant une valeur $p \leq 0,15$ d'après l'une ou l'autre des analyses univariées et les variables qui ont une influence reconnue sur la plombémie (sexe, comportement à risque et exposition à la fumée secondaire).

Des analyses ont été effectuées pour étudier la présence de multicollinéarité entre les différentes variables à inclure dans les modèles. Les variables ayant un VIF (*variance inflation factor*) supérieur à 2,5 ont été considérées comme posant un problème de colinéarité (seuil suggéré pour les modèles de régression logistique) (Allison P.D. 1999). Le cas échéant, une seule des variables entraînant la multicollinéarité a été retenue dans les modèles. Deux variables ont montré une colinéarité avec une autre variable. La valeur du logement était colinéaire avec le type de logement ainsi que la variable milieu de garde était colinéaire avec la variable fréquence de garde. Uniquement la variable type de logement ainsi que la fréquence de garde a été conservée dans le modèle étant donné la validité des informations disponibles.

La moyenne arithmétique des cinq prélèvements d'eau a été utilisée dans les modèles multivariés, car elle est probablement plus représentative de l'exposition au plomb provenant de l'eau chez l'enfant. La variable conduite en plomb a aussi été présentée dans les analyses. Toutefois, cette variable n'a pas été utilisée comme variable d'exposition dans les modèles multivariés, car elle a été évaluée selon les concentrations de plomb présentes dans les différents prélèvements d'eau et est donc colinéaire avec la variable concentration de plomb dans l'eau. Aussi, l'année de construction des résidences n'a pas été utilisée dans les modèles statistiques, car elle était un indicateur (proxy) des variables d'exposition (eau et poussière de plancher) et ces dernières ont été mesurées.

Le choix final des variables pour les modèles logistiques multivariés a été effectué en retirant une à une les variables d'ajustement en ordre décroissant de la valeur p . Ces variables étaient retirées du modèle si le retrait n'amenait pas de changement de plus de 10 % des rapports de cotes des variables d'exposition. Lors de l'interprétation des résultats, les rapports de cotes des deuxième et troisième terciles des variables d'exposition ont été comparés au premier tercile. Un rapport de cotes supérieur à 1 représente le risque plus important d'avoir une plombémie supérieure au 75^e percentile (1,78 µg/dl). À l'inverse, un

rapport de cote inférieur à 1 signifie que le risque d'avoir une plombémie supérieure à 1,78 µg/dl est plus faible.

Les variables d'ajustement pour le contrôle de la confusion incluses dans le modèle multivarié final sont l'âge, le statut de minorité visible, la saison, le plus haut diplôme des parents, la fréquence de garde, la présence de problème de santé, l'exposition à la fumée secondaire, la consommation d'eau totale par poids corporel, la présence d'animaux de compagnie. Les variables d'exposition ont aussi été incluses dans les modèles d'analyse. Ensuite, l'effet modifiant de certaines variables d'ajustement (âge, saison, fréquence de garde, consommation d'eau et diplôme des parents) sur les variables d'exposition a été étudié, ainsi que l'interaction entre les différentes variables d'exposition, afin d'évaluer si l'effet d'une variable d'exposition affecte le comportement d'une autre. Aucun effet modifiant n'était significatif.

Le logiciel statistique SAS a été utilisé pour effectuer l'ensemble des analyses statistiques. Le niveau de signification statistique a été fixé à 0,05 (test bilatéral).

3 RÉSULTATS

3.1 TAUX DE PARTICIPATION

Le tableau 6 présente la synthèse des résultats de la sélection des participants potentiels à l'étude. Un total de 3 800 lettres d'information et de sollicitation a été envoyé aux familles dont les adresses ont été obtenues de la RAMQ. De ces familles, 54 % étaient accessibles pour vérifier leur admissibilité. Les autres familles n'ont pu être jointes au téléphone, ont refusé de participer à l'étude ou ont interrompu la communication avant l'établissement de leur admissibilité.

Seulement 27 % (549) des familles contactées se sont avérées admissibles à l'étude. La grande majorité des familles contactées, 1 494 (73 %), a été exclue de l'étude selon les critères établis pour l'étude (tableau 2).

Un total de 214 (39 %) familles a refusé de participer à l'étude après que leur admissibilité ait été établie. Finalement, 313 familles ont été visitées, mais 7 familles ont été exclues des analyses statistiques pour les raisons suivantes : impossibilité d'obtenir un prélèvement sanguin (6 enfants) et absence de l'enfant de la résidence d'une durée de plus de trois semaines dans le mois précédant la visite (un enfant). Au total, 306 enfants ont été inclus dans l'étude. Le taux de participation des familles admissibles à l'étude était de 57 %.

Tableau 6 Admissibilité des familles sollicitées pour participer à l'étude

	Fréquence n (%)
Familles évaluées pour l'admissibilité (n = 3 800)	
Familles impossibles à joindre	1 139
Familles rejointes par téléphone	2 661
Familles avec admissibilité non établie	
Refus avant admissibilité	567
Appel non complété	51
<i>Familles dont l'admissibilité a pu être établie</i>	<i>2 043 (54)</i>
Familles potentiellement admissibles (n = 2 043)	
Familles ne répondant pas aux critères d'inclusion	1 494
<i>Familles admissibles à l'étude</i>	<i>549 (27)</i>
Familles admissibles à l'étude (n = 549)	
Refus après admissibilité	214
Familles non visitées (fin de l'étude)	22
<i>Familles incluses dans l'étude</i>	<i>313 (57)</i>
Exclusions des analyses	
Enfants sans plombémie	6
Enfant absent le mois précédant la visite	1
<i>Familles exclues des analyses</i>	<i>7</i>
Total des familles incluses dans les analyses	306

3.2 PRINCIPAUX CRITÈRES D'EXCLUSION À L'ÉTUDE

Le tableau 7 présente les principaux critères d'exclusion auxquels les familles répondaient. Les critères concernant la consommation d'eau sont ceux qui ont mené à l'exclusion du plus grand nombre de participants. En effet, chez 23 % des familles exclues, l'enfant ne consommait pas d'eau du robinet ou consommait de l'eau embouteillée. De plus, 19 % des familles contactées utilisaient un système de filtration d'eau. Donc, 42 % des exclusions étaient dues au fait que les enfants consommaient une autre eau que celle non traitée du robinet.

Les autres principaux critères d'exclusion auxquels les familles répondaient étaient : l'immeuble possédait plus de trois unités de logements (15 %) et le temps de résidence de la famille à l'adresse actuelle était inférieur à un an (14 %). Parmi les autres critères d'admissibilité auxquels les familles sollicitées ne répondaient pas, on notait par ordre décroissant : la langue parlée n'était ni le français, ni l'anglais (10 %), la famille avait déménagé (6 %) ou l'enfant n'était pas né au Canada (5 %). Finalement, dans moins de 5 % des situations, l'enfant demeurait plus de deux jours et une nuit par semaine à l'extérieur de la résidence sélectionnée, la résidence n'était pas située dans un arrondissement à l'étude, l'enfant avait plus de 5 ans ou l'enfant était atteint d'une maladie chronique.

Tableau 7 Principaux critères d'exclusions des 1 494 familles non admissibles à l'étude

Variables	Fréquence n
Familles non admissibles	
Langue parlée autre que le français et l'anglais	156
L'enfant n'habitait pas un arrondissement sélectionné	45
La famille demeurait dans la résidence depuis moins d'un an	210
La famille a déménagé	84
L'enfant n'était pas âgé de 1 à 5 ans*	17
L'enfant n'était pas né au Canada	77
L'enfant demeurait en partie à l'extérieur**	51
L'enfant était atteint d'une maladie chronique	9
La résidence familiale possédait plus de trois unités	221
L'enfant ne consommait pas l'eau du robinet ou consomme de l'eau embouteillée	338
La famille (et l'enfant) utilisait un système de filtration d'eau	286
Total	1 494

* Information basée sur la réponse du parent lors du questionnaire téléphonique.

** Plus de deux jours et une nuit par semaine dans une autre résidence que celle investiguée dans l'étude.

3.3 SUIVI DES RECOMMANDATIONS PROPOSÉES PAR LA DIRECTION DE SANTÉ PUBLIQUE DE MONTRÉAL

Sur 2 043 familles évaluées pour leur admissibilité, 1 494 familles ont été exclues pour les critères mentionnés à la section précédente. De ce nombre, 338 familles ne consommaient pas d'eau du robinet ou consommaient de l'eau embouteillée et 286 utilisaient un système de filtration d'eau.

En considérant les 549 familles admissibles à l'étude et les 624 familles exclues à cause des critères de consommation d'eau, 1 173 familles potentiellement admissibles à l'étude avaient les caractéristiques suivantes : au moins un enfant né au Canada, sans maladie chronique, dont un des parents parlait anglais ou français, qui habitait dans une résidence unifamiliale ou un petit immeuble et n'avait pas déménagé dans la dernière année.

Il est alors possible d'évaluer que 53 % de ces familles potentiellement admissibles à l'étude (624 familles sur les 1 173) avait un comportement conforme aux recommandations proposées par la DSP de Montréal, en modifiant leurs habitudes de consommation d'eau du robinet, particulièrement pour les jeunes enfants.

3.4 CARACTÉRISTIQUES DE LA POPULATION

3.4.1 Caractéristiques générales des enfants

Le tableau 8 présente les caractéristiques générales des enfants qui ont été inclus dans l'analyse statistique. Les enfants ont été répartis en trois groupes d'âge correspondants aux différentes habitudes de vie. Le nombre de filles et de garçon était équivalent. La majorité des enfants participant à l'étude ne faisait pas partie d'une minorité visible selon la classification de Statistique Canada⁴. La langue dans laquelle les parents ont majoritairement rempli le questionnaire était le français.

Les comportements à risque d'exposition au plomb ont été catégorisés selon trois niveaux : absent, modéré et sévère. Les comportements à risque modéré d'exposition au plomb sont ceux de porter différents objets à la bouche tels que les doigts, les jouets, le sable ou le gazon. Pour ce qui est de gratter, sucer ou mordiller la peinture ou de sucer les soudures, ces comportements sont catégorisés comme à risque élevé d'exposition au plomb. Un faible nombre d'enfants participant à l'étude était à risque élevé d'exposition au plomb (5 %) comparativement à 45 % des enfants n'ayant aucun de ces comportements à risque d'exposition (catégorie absent).

La plupart des enfants inclus dans l'étude (75 %) étaient gardés à l'extérieur de la résidence principale au moins un jour par semaine. Finalement, la présence de maladie chronique chez l'enfant était de 6 %. Ces maladies n'étaient pas jugées suffisamment sévères pour exclure le participant. Généralement, les maladies les plus répertoriées étaient les atteintes pulmonaires de type asthmatique (11 cas).

⁴ Statistique Canada. Origine ethnique et minorité visible, recensement de 2006. <http://www.statcan.gc.ca/bsolc/olc-cel/olc-cel?lang=fra&catno=97-562-X>.

Tableau 8 Caractéristiques des enfants participant à l'étude (n = 306)

	Fréquence n (%)
Âge (mois)	
12-23	50 (16)
24-35	66 (22)
36-71	190 (62)
Sexe	
Fille	153 (50)
Garçon	153 (50)
Minorité visible	
Non	207 (68)
Oui	99 (32)
Langue parlée	
Français	267 (87)
Anglais	39 (13)
Comportement à risque	
Absent	153 (50)
Modéré	138 (45)
Sévère	15 (5)
Fréquence de garde	
Non gardé	77 (25)
Gardé	229 (75)
Problèmes de santé	
Maladies chroniques	18 (6)

3.4.2 Caractéristiques générales des familles

Les caractéristiques générales des familles participant à l'étude sont présentées au tableau 9. Le risque d'exposer la famille au plomb par l'occupation professionnelle ou les loisirs était peu probable (92 % et 90 %, respectivement). Le plus haut diplôme d'études des parents de l'enfant participant au projet était de niveau universitaire pour 73 % des familles. De plus, 63 % des familles étaient propriétaires de la résidence échantillonnée. Peu d'enfants étaient exposés à la fumée de tabac (12 %) et à la présence d'animaux de compagnie (29 %). Finalement, la fréquence d'utilisation de la vadrouille humide ou de l'aspirateur était de plus d'une fois par semaine pour 75 % des familles.

Tableau 9 Caractéristiques et habitudes de vie des familles (n = 306)

	Fréquence n (%)
Exposition professionnelle	
Exposition au plomb possible	25 (8)
Exposition au plomb peu probable	281 (92)
Passe-temps	
Exposition au plomb possible	31 (10)
Exposition au plomb peu probable	275 (90)
Plus haut diplôme des parents*	
Universitaire	221 (73)
Autre	83 (27)
Statut	
Propriétaire	183 (60)
Locataire	123 (40)
Exposition à la fumée secondaire**	
Oui	36 (12)
Non	270 (88)
Animaux de compagnie à la résidence	
Oui	89 (29)
Non	217 (71)
Fréquence d'utilisation de l'aspirateur ou de la vadrouille humide	
< 1 fois par semaine	75 (25)
≥ 1 fois par semaine	231 (75)

* Deux données manquantes.

** À la maison ou dans une autre résidence.

3.4.3 Comparaison de certaines données sociodémographiques et socioéconomiques aux données du recensement de la population de la Ville de Montréal

Statistique Canada a réalisé un recensement de la population canadienne en 2006. Le tableau 10 présente la comparaison des familles à l'étude pour trois caractéristiques sociodémographiques et socioéconomiques : l'appartenance à un groupe de minorité visible, la langue parlée et le niveau de scolarité des parents. La population de l'étude était nettement plus scolarisée que la population générale habitant dans les quatre arrondissements de la Ville de Montréal retenus pour l'étude.

Tableau 10 Comparaison de la population à l'étude avec le recensement de la Ville de Montréal pour l'année 2006

	Population à l'étude (%)	Recensement (%)
Appartenance à une minorité visible		
Oui	32,3	33,5*
Langue parlée		
Français	87,3	82,6**
Anglais	12,7	17,4**
Niveau de scolarité des parents		
Universitaire	62,0 [†]	29,1 ^{††}

* Population âgée entre 15 et 44 ans pour les quatre arrondissements sélectionnés.

** Tous les groupes d'âges confondus pour les quatre arrondissements sélectionnés.

[†] Niveau de scolarité pour tous les parents des enfants à l'étude, n = 590 (21 données manquantes).

^{††} Population âgée entre 20 et 44 ans pour les quatre arrondissements sélectionnés.

3.4.4 Caractéristiques de l'environnement résidentiel

Les caractéristiques de l'environnement résidentiel sont présentées au tableau 11. La majorité des résidences échantillonnées était des duplex, triplex ou des petits immeubles à appartements (69 %). Aussi, pour la plupart, les résidences familiales se situaient à plus de 152 mètres d'une autoroute (66 %) et elles étaient construites avant 1975 (93 %).

Tableau 11 Caractéristiques des résidences visitées (n = 306)

	Fréquence n (%)
Type de résidence	
Unifamiliale	96 (31)
Duplex, triplex, appartement	210 (69)
Autoroute à moins de 152 mètres	
Oui	105 (34)
Non	201 (66)
Année de construction*	
< 1950	132 (43)
1950 à 1974	153 (50)
≥ 1975	20 (7)

* Une donnée manquante pour l'année de construction.

3.5 RÉSULTATS DESCRIPTIFS DE L'ESTIMATION DE LA CONSOMMATION D'EAU DU ROBINET

Le tableau 12 présente la distribution de la consommation d'eau du robinet par groupe d'âge de l'enfant estimée à partir du questionnaire santé et nutrition. L'estimation de la consommation d'eau totale par poids corporel était supérieure pour le groupe d'âge 12-23 mois comparativement au groupe 36-71 mois.

Tableau 12 Estimation de la consommation d'eau du robinet (ml) par jour selon les groupes d'âge (n = 306)

Âge (mois)	Min.	10	Médiane	75	Max.	MG
Consommation directe d'eau (ml/jour)						
12-23	15	120	240	480	1 070	285
24-35	0	120	240	480	1 797	323
36-71	34	120	336	600	1 294	360
Consommation indirecte d'eau (ml/jour)*						
12-23	12	24	61	115	208	63
24-35	24	36	57	97	194	59
36-71	12	34	61	97	206	62
Consommation totale d'eau (ml/jour)						
12-23	51	144	295	556	1 095	345
24-35	90	156	311	565	1 858	382
36-71	88	181	385	683	1 331	422
Consommation totale d'eau par poids corporel (ml/kg/jour)						
12-23	4,2	12,3	25,2	48,1	109,7	30,0
24-35	6,7	10,4	25,2	54,0	128,0	29,0
36-71	5,6	11,3	22,3	41,8	67,6	24,7

* Consommation d'eau indirecte représente la consommation d'eau par les aliments cuits dans l'eau.

3.6 CONCENTRATIONS DE PLOMB DANS LES SOURCES D'EXPOSITION ENVIRONNEMENTALES

Eau

La concentration moyenne de plomb dans l'eau du robinet de la cuisine après 5 minutes d'écoulement (5M1L) était de 0,89 µg/l, cette concentration était nettement inférieure à la norme utilisée pour la qualité de l'eau potable (10 µg/l après 5 minutes d'écoulement). La plus haute concentration de plomb dans l'eau du robinet de la cuisine a été observée dans le 3^e litre après une stagnation de 30 minutes (30M3L) (44,51 µg/l). La moyenne des cinq prélèvements était de 1,60 µg/l. Au total, 5 résidences ont montré des concentrations de plomb après 5 minutes d'écoulement supérieures à la norme en vigueur. Ces dépassements ont surtout été observés l'automne (4) comparativement à l'hiver (1). Ces cas ont été déclarés à la DSP de Montréal.

Un échantillon de 250 ml d'eau du premier jet a été prélevé au robinet de la salle de bain à la suite des prélèvements effectués à la cuisine. La concentration moyenne de plomb mesurée dans cet échantillon de la salle de bain était de 4,98 µg/l (n = 204).

Le tableau 13 présente la distribution des concentrations de plomb mesurées dans les différents échantillons d'eau prélevés au robinet de la cuisine et de la salle de bain.

Tableau 13 Distribution de la concentration de plomb dans l'eau de la cuisine et de la salle de bain (µg/l)

	Min.	10	25	Médiane	75	90	Max.	MG
Cuisine (n = 306)								
5M1L*	0,04	0,16	0,26	1,24	2,68	4,51	12,30	0,89
30M1L**	0,08	0,44	0,76	2,33	4,25	7,05	28,98	1,91
30M2L	0,07	0,31	0,62	2,24	4,05	7,39	44,51	1,66
30M3L	0,05	0,24	0,46	1,99	4,49	7,39	43,85	1,55
30M4L	0,05	0,25	0,41	1,90	4,83	10,06	32,69	1,53
Moyenne des 5 prélèvements	0,06	0,30	0,60	2,08	4,37	7,51	27,98	1,60
Salle de bain (n = 204)								
250 ml	0,34	1,45	3,13	5,30	8,82	14,20	91,66	4,98

* 5M1L : Premier litre après 5 minutes d'écoulement.

** Après 30 minutes de stagnation (30M) :

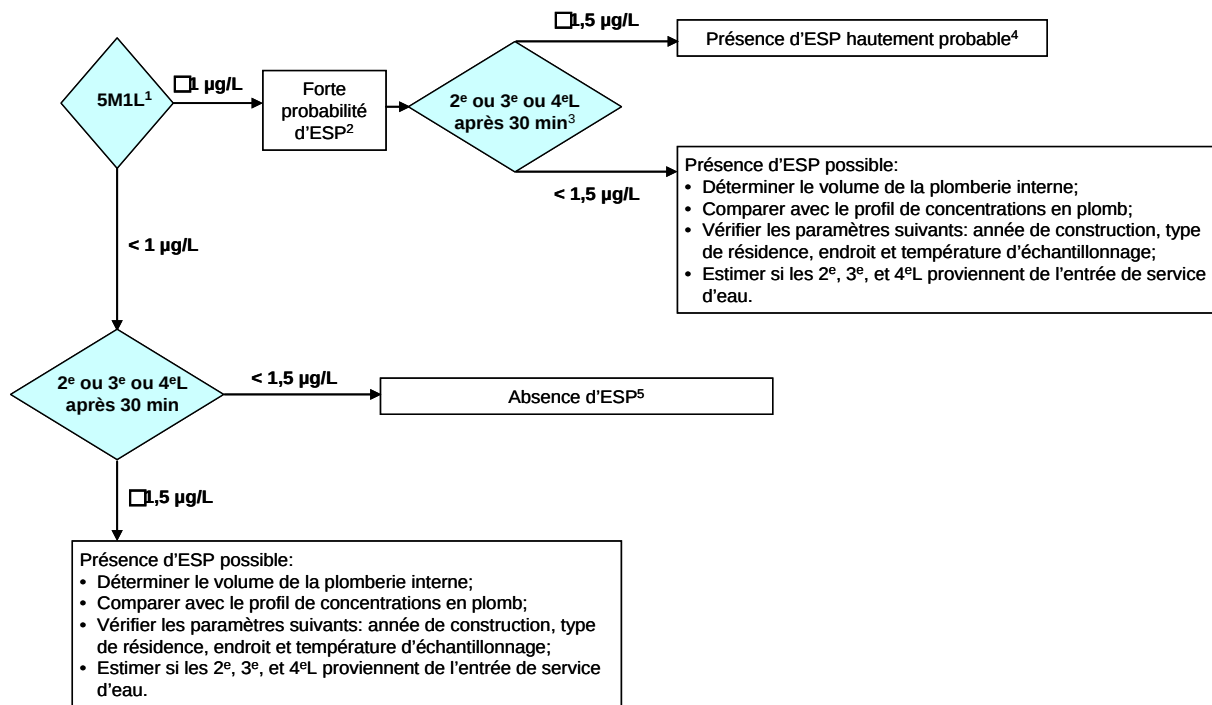
1L : premier litre;

2L : deuxième litre;

3L : troisième litre;

4L : quatrième litre.

L'application d'un organigramme mis au point par l'équipe de l'École Polytechnique de Montréal basé sur les concentrations de plomb obtenues lors de l'échantillonnage de l'eau au robinet de la cuisine a permis de classer les résidences échantillonnées en fonction de la présence ou l'absence de conduite en plomb (figure 2).



1 Premier litre après 5 minutes d'écoulement (signature)

2 Entrée de service d'eau en plomb (ESP)

3 Échantillons prélevés après 30 min de stagnation (5 minutes d'écoulement avant la stagnation)

4 Si le volume de la plomberie interne > 4L, une conduite en plomb peut être aussi présente dans la résidence

5 Si le volume de la plomberie interne > 4L, possibilité de section en plomb non détectée dans l'entrée de service d'eau

Figure 2 Organigramme d'identification des résidences avec ou sans raccordement d'eau en plomb

À la suite de l'application de cet organigramme, les résidences ont été classées selon les catégories suivantes : présence hautement probable d'une entrée de service (ESP) en plomb : 158 résidences, conduites improbables : 118 résidences et conduites non classées : 30 résidences pour un total de 306 résidences.

Afin de mieux caractériser la présence ou l'absence d'une entrée de service d'eau ou une conduite d'eau en plomb, les participants des 30 résidences avec une conduite non classée ont été contactés à nouveau, au cours des mois de novembre et décembre 2010. Sur ces 30 résidences, 21 ont été échantillonnées une seconde fois pour l'eau. Pour les 9 résidences non échantillonnées, 6 participants ont refusé le nouvel échantillonnage, 2 résidences avaient un numéro de téléphone non valide et un participant avait déménagé. Ce dernier nous a toutefois confirmé la présence d'une entrée de service en plomb dans son ancien logement.

Les résultats de ces deux échantillonnages ont permis de classer ces résidences en fonction des profils plus détaillés des concentrations de plomb dans l'eau. Le tableau 14 présente la classification de l'ensemble des 306 résidences.

Tableau 14 Présence d'une conduite en plomb

	Durant l'étude	Après le 2 ^e échantillonnage
Conduite en plomb	Fréquence n (%)	Fréquence n (%)
Improbable	118 (38,6)	127 (41,5)
Probable	158 (51,6)	171 (55,9)
Non classée	30 (9,8)	8 (2,6)

3.7 CONCENTRATION DE PLOMB DANS L'EAU SELON L'ÂGE DE LA RÉSIDENCE

Les concentrations de plomb mesurées dans les différents prélèvements d'eau effectués au robinet de la cuisine selon les années de construction des résidences sont présentées au tableau 15. La concentration moyenne de plomb dans les échantillons d'eau qui ont été prélevés dans les résidences construites après les années 1975 était significativement inférieure à celle mesurée dans le groupe de référence qui était les résidences construites avant les années 1920. Cette différence était présente pour tous les types de prélèvement d'eau.

Tableau 15 Distribution de la concentration de plomb dans les différents prélèvements d'eau selon les années de construction ($\mu\text{g/l}$)

Échantillons	Année de construction	n	Min.	Médiane	Max.	MG	IC 95 %
5M1L	< 1920	23	0,05	2,11	6,55	1,19	0,71-2,01
	1920-1949	109	0,04	1,99	12,30	1,38	1,08-1,75
	1950-1974	153	0,06	0,52	11,87	0,73	0,60-0,89
	≥ 1975	20	0,09	0,25	3,11	0,26*	0,15-0,45
30M1L	< 1920	23	0,08	3,10	12,07	2,10	1,37-3,22
	1920-1949	109	0,19	3,20	22,23	2,80	2,30-3,40
	1950-1974	153	0,23	1,46	28,98	1,59	1,35-1,87
	≥ 1975	20	0,20	0,79	4,73	0,81**	0,52-1,28
30M2L	< 1920	23	0,07	3,10	12,65	1,95	1,21-3,14
	1920-1949	109	0,13	2,73	44,51	2,39	1,92-2,97
	1950-1974	153	0,10	1,48	17,22	1,44	1,20-1,74
	≥ 1975	20	0,12	0,51	5,15	0,52*	0,32-0,87
30M3L	< 1920	23	0,05	3,35	23,43	2,07	1,22-3,50
	1920-1949	109	0,08	2,94	43,85	2,40	1,88-3,05
	1950-1974	153	0,11	1,35	15,77	1,26	1,03-1,55
	≥ 1975	20	0,14	0,39	5,28	0,44**	0,25-0,78
30M4L	< 1920	23	0,05	2,82	22,02	2,30	1,31-4,04
	1920-1949	109	0,07	3,18	32,69	2,52	1,95-3,27
	1950-1974	153	0,09	1,06	31,51	1,16	0,93-1,45
	≥ 1975	20	0,14	0,41	9,04	0,50*	0,27-0,92
Moyenne cinq prélèvements	< 1920	23	0,06	3,06	14,51	2,05	1,26-3,32
	1920-1949	109	0,11	2,74	27,98	2,41	1,93-3,00
	1950-1974	153	0,13	1,13	15,28	1,32	1,10-1,59
	≥ 1975	20	0,16	0,47	4,57	0,55*	0,33-0,93

* $p < 0,005$.

** $p < 0,05$.

3.8 RÉSULTATS DESCRIPTIFS DES QUANTITÉS DE PLOMB DANS LA POUSSIÈRE ET LA CONCENTRATION DE PLOMB DANS LA PEINTURE

Le tableau 16 présente la distribution des quantités de plomb mesurées dans les poussières au niveau du plancher et de la fenêtre. La quantité moyenne de plomb mesurée dans l'échantillon de poussière du plancher était de $0,85 \mu\text{g}/\text{pi}^2$ (moyenne des trois prélèvements au plancher) et la quantité moyenne maximale était de $90,90 \mu\text{g}/\text{pi}^2$. Au niveau de la fenêtre de la chambre de l'enfant, la quantité moyenne était de $7,14 \mu\text{g}/\text{pi}^2$ et la quantité maximale

était de 1 216,01 µg/pi². Au total, 13 échantillons de poussières provenant de 12 résidences avaient dépassé la valeur guide américaine utilisée pour l'étude (plancher : 40 µg/pi² et fenêtre : 250 µg/pi²).

Le tableau 16 présente également la distribution des concentrations maximales de plomb mesurées dans les écailles de peinture prélevées dans les résidences (n = 157). Plus d'une écaille de peinture pouvait être analysée par résidence (entre 1 et 11 écailles par résidence, pour un total de 336 écailles). Lorsque l'on considère uniquement la concentration maximale dans chacune des 157 résidences où il y a eu une analyse d'écailles, on observe que 42 résidences (27 %) présentaient au moins une écaille ayant une concentration de plomb supérieure à la valeur guide américaine utilisée pour les vieilles peintures (5 000 mg/kg). Dans certaines résidences, plus d'une écaille dépassait cette valeur. Au total, 54 écailles dépassaient la valeur guide américaine. La concentration maximale de plomb dans les écailles de peinture était de 260 000 mg/kg.

Tableau 16 Distribution de la quantité de plomb présente dans les poussières du plancher et des fenêtres (µg/pi²) ainsi que la distribution des concentrations maximales de plomb dans les écailles de peinture (mg/kg)

	n	Min.	10	25	Médiane	75	90	Max.	MG
Poussières									
Plancher	305	0,08	0,19	0,35	0,70	1,62	4,70	90,90	0,85
Fenêtre	263	0,005*	1,06	2,56	7,15	20,70	50,89	1 216,01	7,14
Peinture									
Écailles	157**	5*	15	330	1 300	5 200	24 000	260 000	-

* Valeur inférieure à la limite de détection (0,01 µg), équivaut à la limite de détection/2.

** Nombre de résidences échantillonnées, la concentration maximale de plomb dans les écailles par résidence est présentée.

3.9 QUANTITÉ DE PLOMB DANS LES POUSSIÈRES ET CONCENTRATION DE PLOMB DANS LA PEINTURE SELON L'ÂGE DE LA RÉSIDENCE

Le tableau 17 présente les quantités de plomb mesurées dans les échantillons de poussières et de peinture selon les différentes années de construction des résidences visitées. La concentration moyenne de plomb dans les poussières de plancher et de fenêtre des maisons construites après les années 1975 était significativement inférieure à celle mesurée dans les résidences construites avant les années 1920.

Par ailleurs, la médiane de la concentration maximale du plomb dans les écailles de peinture mesurée dans les résidences construites avant les années 1920 était significativement supérieure à celles des résidences construites entre les années 1920-1974, 1950-1974 et après les années 1975.

Tableau 17 Quantités de plomb mesurées dans les prélèvements de poussières ($\mu\text{g}/\text{pi}^2$) et la concentration maximale de plomb présente dans les écailles de peinture (mg/kg) selon l'année de construction de la résidence

	Année de construction	n	Min.	Médiane	Max.	MG	IC 95 %
Poussières							
Plancher	< 1920	23	0,08	1,90	90,90	2,11	1,29-3,46
	1920-1949	109	0,11	0,98	80,30	1,19	0,95-1,49
	1950-1974	152	0,08	0,59	19,63	0,66	0,55-0,80
	≥ 1975	20	0,10	0,23	3,35	0,31***	0,18-0,53
Fenêtre	< 1920	20	0,35	9,20	240,55	12,47	6,14-25,34
	1920-1949	91	0,08	7,09	1 216,01	8,78	6,30-12,24
	1950-1974	132	0,01	8,62	158,00	7,05	5,35-9,29
	≥ 1975	19	0,13	2,03	31,21	1,79**	0,87-3,71
Peinture							
Écailles	< 1920	15	5 [†]	5 200*	180 000	-	-
	1920-1949	65	5 [†]	2 000	240 000	-	-
	1950-1974	73	5 [†]	630	260 000	-	-
	≥ 1975	3	5 [†]	5 [†]	12	-	-

* $p < 0,05$, selon les tests médians et de Kruskal-Wallis.

** $p < 0,005$.

*** $p < 0,001$.

[†] Inférieure à la limite de détection (LD)=LD/2.

3.10 NIVEAUX DE PLOMBÉMIE

3.10.1 Analyses descriptives

La plombémie moyenne (moyenne géométrique) des enfants participant à l'étude était de $1,35 \mu\text{g}/\text{dl}$ (IC 95 % : $1,27$ - $1,43$). Un seul enfant présentait une plombémie égale ou supérieure à $10,35 \mu\text{g}/\text{dl}$ ($0,5 \mu\text{mol}/\text{l}$), qui est la norme québécoise de déclaration à la santé publique. Cet enfant avait une plombémie de $19,06 \mu\text{g}/\text{dl}$. De plus, seulement 6 enfants avaient une plombémie égale ou supérieure à $5 \mu\text{g}/\text{dl}$ et 54 (17,6 %) présentaient une plombémie égale ou supérieure à $2 \mu\text{g}/\text{dl}$.

Le tableau 18 présente la distribution de la plombémie selon différentes caractéristiques des participants et selon la saison. Le tableau montre aussi le pourcentage d'enfants qui répondaient au critère d'une plombémie élevée utilisé dans les analyses, soit une plombémie égale ou supérieure à $1,78 \mu\text{g}/\text{dl}$ (75^e percentile), pour chacune des variables. Le groupe d'âge des 24-35 mois présentait la moyenne géométrique de plombémie la plus élevée ($1,41 \mu\text{g}/\text{dl}$). Toutefois, aucune différence statistiquement significative n'a été observée. C'est aussi dans ce groupe d'âge que l'on observait la plus grande proportion de plombémie élevée (33,3 %).

Les enfants de l'étude appartenant au groupe minorité visible présentaient une plombémie significativement supérieure à celle des autres enfants étudiés (MG : 1,53 µg/dl comparativement à 1,27 µg/dl, respectivement, $p < 0,005$). Aucune différence statistiquement significative n'a été observée au niveau des plombémies entre les garçons et les filles.

Finalement, les plombémies des enfants dont l'échantillonnage a été effectué durant l'automne (MG : 1,50 µg/dl) étaient significativement supérieures ($p < 0,05$) à celles des enfants visités durant l'hiver (MG : 1,27 µg/dl). De plus, la proportion de cas avec plombémie égale ou supérieure au 75^e percentile (1,78 µg/dl) était significativement supérieure pendant l'automne (31,2 %) comparativement à l'hiver (19,8 %, $p < 0,05$).

Tableau 18 Distribution de la plombémie (µg/dl) selon l'âge, l'appartenance à un groupe de minorité visible, le sexe et la saison lors de l'investigation

	n	10	25	Médiane	MG	75	90	Proportion plombémie élevée (%) ^a
Âge (mois)								
12-23	50	0,75	0,91	1,27	1,32	1,76	2,69	20,0
24-35	66	0,68	1,00	1,40	1,41	1,91	3,11	33,3
36-71	190	0,80	0,95	1,31	1,34	1,72	2,49	21,6
Moyenne	306	0,77	0,95	1,31	1,35	1,78	2,69	25,0
Minorité visible								
Non	207	0,73	0,91	1,26	1,27	1,68	2,28	21,3
Oui	99	0,81	1,02	1,37	1,53*	1,91	3,32	29,3
Sexe								
Fille	153	0,77	0,97	1,33	1,39	1,80	2,90	25,5
Garçon	153	0,73	0,95	1,26	1,31	1,74	2,49	22,2
Saison lors de la visite à domicile								
Automne	109	0,85	1,00	1,43	1,50	2,01	3,11	31,2*
Hiver	197	0,73	0,93	1,20	1,27**	1,60	2,28	19,8

^a Plombémie élevée : plombémie $\geq 1,78$ µg/dl (75^e percentile).

* $p < 0,005$.

** $p < 0,05$.

Les plombémies moyennes des enfants selon différentes variables d'ajustement sont présentées au tableau 19. La moyenne géométrique de la plombémie des enfants non gardés à l'extérieur de la résidence familiale (1,57 µg/dl) était significativement supérieure à celle des enfants gardés à l'extérieur de la résidence (1,28 µg/dl), $p < 0,005$. Aussi, la proportion de plombémie égale ou supérieure au 75^e percentile (1,78 µg/dl) était différente entre les enfants non gardés et ceux gardés à l'extérieur ($p < 0,05$).

En ce qui concerne les comportements à risque d'exposition au plomb (comportement main-bouche et de type pica), 40 % des enfants qui avaient un comportement à risque sévère avaient une plombémie égale ou supérieure à 1,78 µg/dl, comparativement à 22,2 % et à 23,9 % pour les groupes à risque absent et modéré, respectivement. De plus, la plombémie moyenne du groupe à risque élevé (MG : 1,73 µg/dl) était supérieure aux deux autres niveaux de comportement à risque (MG : 1,32 µg/dl et 1,34 µg/dl, respectivement), mais

cette différence n'était toutefois pas statistiquement significative. Les enfants qui présentaient une maladie chronique, principalement de type pulmonaire, avaient une plombémie moyenne (MG : 1,79 µg/dl) significativement supérieure ($p < 0,05$) à ceux qui ne présentaient pas de maladies chroniques (MG : 1,33 µg/dl). De plus, une proportion de 50 % des enfants avec une maladie chronique présentait une plombémie égale ou supérieure au dernier quartile ($\geq 1,78$ µg/dl) qui était aussi significativement supérieure ($p < 0,05$) aux enfants sans problème de santé (22,2 %).

Les enfants qui consommaient de grandes quantités d'eau par kilogramme de poids, au niveau du quatrième quartile (MG : 1,54 µg/dl), présentaient des plombémies plus élevées ($p < 0,05$) que ceux qui consommaient les plus petites quantités d'eau par rapport à leur poids, premier quartile (MG : 1,22 µg/dl). La proportion d'enfants ayant une plombémie égale ou supérieure au 75^e percentile (1,78 µg/dl) était aussi différente selon la consommation d'eau. Les 2^e, 3^e et 4^e quartiles étaient supérieurs au premier (19,7 %, 27,6 %, 33,8 % comparativement à 14,3 %, respectivement, $p < 0,05$).

La plombémie des enfants dont le plus haut diplôme des parents était de niveau secondaire ou collégial (MG : 1,52 µg/dl) était plus élevée que celle des enfants dont le plus haut diplôme des parents était universitaire (MG : 1,30 µg/dl) ($p < 0,05$). La plombémie des enfants exposés à la fumée secondaire était légèrement plus élevée que celle du groupe non exposé, mais la différence n'était pas significative. La plombémie des enfants qui résidaient dans des familles où la fréquence d'utilisation d'une vadrouille humide ou de la balayeuse était d'une fois ou plus par semaine était statistiquement plus élevée (MG : 1,40 µg/dl) que celle des enfants où la fréquence d'utilisation d'une vadrouille humide ou de la balayeuse était de moins d'une fois par semaine (MG : 1,22 µg/dl, $p < 0,05$). Finalement, les enfants vivant dans des résidences de type duplex, triplex ou appartement (MG : 1,41 µg/dl) avaient une plombémie significativement supérieure aux enfants vivant dans des maisons unifamiliales (MG : 1,23 µg/dl). Aucune différence n'a été observée pour les familles ayant des animaux domestiques à l'intérieur de la résidence.

Tableau 19 Moyenne géométrique (MG) des plombémies (µg/dl) selon différents facteurs de risque

	MG (µg/dl)	Proportion plombémie élevée (%) ^a
Fréquence de garde		
Non gardé	1,57	32,5
Gardé	1,28*	21,0*
Comportement à risque		
Absent	1,32	22,2
Modéré	1,34	23,9
Sévère	1,73	40,0
Problème de santé		
Aucun	1,33	22,2
Maladies chroniques	1,79*	50,0*
Consommation d'eau totale par poids corporel		
1. ≤ 16,74 ml/kg	1,22	14,3
2. 16,74 ml/kg < x ≤ 23,30 ml/kg	1,26	19,7*
3. 23,30 ml/kg < x ≤ 33,13 ml/kg	1,40	27,6*
4. > 33,13 ml/kg	1,54*	33,8*
Plus haut diplôme des parents		
Universitaire	1,30	20,8
Autre	1,52*	32,5*
Exposition à la fumée secondaire		
Oui	1,47	30,6
Non	1,33	23,0
Fréquence d'utilisation de l'aspirateur et de la vadrouille humide		
< 1 fois par semaine	1,22	22,7
≥ 1 fois par semaine	1,40*	24,2
Type de logement		
Unifamiliale	1,23	19,8
Duplex, triplex, appartement	1,41*	25,7
Animaux de compagnie à la résidence		
Oui	1,25	19,1
Non	1,39	25,8

^a Plombémie élevée : plombémie ≥ 1,78 µg/dl (75^e percentile).

* $p < 0,05$.

Le tableau 20 présente le pourcentage de plombémie égale ou supérieure au 75^e percentile (1,78 µg/dl) pour chacun des terciles des variables d'exposition (moyenne des cinq prélèvements d'eau, poussière de plancher, poussière de fenêtre) et pour chacune des catégories pour la peinture. La proportion de plombémie élevée dans la catégorie d'exposition la plus élevée (3^e tercile ou catégorie) était statistiquement différente de la catégorie de plus faible exposition (1^{er} tercile ou catégorie).

**Tableau 20 Proportion de plombémie égale ou supérieure au 75^e percentile
(≥ 1,78 µg/dl) pour chacune des variables d'exposition**

Variables d'exposition au plomb	Proportion plombémie élevée (%) ^a
Eau du robinet de cuisine (moyenne des cinq prélèvements)	
1. ≤ 0,75 µg/l	13,9
2. 0,75-3,27 µg/l	18,1
3. > 3,27 µg/l	40,0*
Poussière de plancher (moyenne des trois prélèvements)	
1. ≤ 0,45 µg/pi ²	16,7
2. 0,45-1,22 µg/pi ²	21,4
3. > 1,22 µg/pi ²	33,0*
Poussière de fenêtre	
1. ≤ 3,54 µg/pi ²	14,0
2. 3,54-14,14 µg/pi ²	27,8
3. > 14,14 µg/pi ²	29,9*
Peinture[†]	
1. XRF < 1 mg/cm ²	20,7
2. XRF ≥ 1 mg/cm ² ou écailles < 5 000 mg/kg	21,7
3. Écailles ≥ 5 000 mg/kg	40,5*

^a Égale ou supérieure au 75^e percentile (1,78 µg/dl).

[†] La concentration de plomb dans les écailles de peinture correspond à la concentration maximale retrouvée à l'intérieur de la résidence.

* $p < 0,05$.

3.10.2 Plombémie selon les différents niveaux de consommation d'eau

Le tableau 21 présente la moyenne géométrique de la plombémie ainsi que le rapport de cotes selon la dose ingérée estimée de plomb par l'eau potable. La dose ingérée correspond à la concentration de plomb dans l'eau du robinet de la cuisine selon la quantité d'eau consommée et le poids de l'enfant (kg). La moyenne géométrique de la plombémie du 3^e tercile de la dose ingérée (1,67 µg/dl) était significativement différente de celle du 1^{er} tercile (1,16 µg/dl, $p < 0,0001$).

Les rapports de cotes bruts et ajustés du risque d'avoir une plombémie supérieure à 1,78 µg/dl du 3^e tercile de la dose ingérée de plomb dans l'eau de consommation étaient significativement différents de un.

Tableau 21 Moyenne géométrique (MG) brute et rapports de cotes bruts et ajustés des plombémies ($\mu\text{g/dl}$) selon la dose ingérée de plomb dans l'eau de consommation (n = 306)

	MG brute (IC 95 %) n = 306	RC brut (IC 95 %) n = 306	RC ajusté [†] (IC 95 %) n = 305
1. < 0,019 $\mu\text{g/kg}$	1,16 (1,05-1,28)	1,00	1,00
2. 0,019-0,075 $\mu\text{g/kg}$	1,28 (1,16-1,410)	1,09 (0,50-2,37)	1,23 (0,54-2,82)
3. $\geq 0,075 \mu\text{g/kg}$	1,67 (1,52-1,85)*	4,47 (2,24-8,93)**	4,88 (2,24-10,61)**

* $p < 0,0001$.

** Significativement différent de un.

[†] Rapports de cotes ajustés pour les variables suivantes : âge, appartenance à une minorité visible, saison, plus haut diplôme des parents, fréquence de garde, problème de santé, présence de fumeurs et pour les variables d'exposition (poussière plancher, poussière fenêtre et peinture).

3.10.3 Plombémie selon les différentes sources d'exposition

La plombémie du 3^e tercile de la concentration de plomb dans l'eau du robinet de la cuisine (MG : 1,58 $\mu\text{g/dl}$) était significativement plus élevée que celle du 1^{er} tercile (MG : 1,20 $\mu\text{g/dl}$, $p < 0,005$). Lorsqu'il était fort probable que les conduites d'eau de la résidence soient en plomb, les plombémies étaient significativement plus élevées (MG : 1,49 $\mu\text{g/dl}$) comparativement à la catégorie avec des conduites improbables en plomb (MG : 1,16 $\mu\text{g/dl}$, $p < 0,005$). Aucune différence statistiquement significative n'a été observée au niveau de la moyenne de la plombémie selon les terciles de la concentration de plomb dans l'échantillon d'eau du robinet de la salle de bain, cependant le nombre de participants était plus limité (n = 204).

Concernant les quantités de plomb mesurées dans la poussière de plancher, la moyenne géométrique de la plombémie du 3^e tercile d'exposition (MG : 1,48 $\mu\text{g/dl}$) était significativement plus élevée que celle du 1^{er} tercile (MG : 1,20 $\mu\text{g/dl}$, $p < 0,05$). Les enfants qui ont été exposés à des niveaux de la poussière de fenêtre situés dans le 2^e ou 3^e tercile d'exposition (1,98 $\mu\text{g/dl}$ et 2,22 $\mu\text{g/dl}$, respectivement) avaient une plombémie significativement supérieure à celle des enfants exposés à des niveaux plus faibles (1^{er} tercile) (1,57 $\mu\text{g/dl}$, $p < 0,005$).

Lorsque les plombémies moyennes étaient comparées selon les différents niveaux de peinture, celles-ci étaient significativement plus élevées dans la troisième catégorie de peinture (exposition élevée) en comparaison avec la première (exposition faible) (MG : 1,63 $\mu\text{g/dl}$ comparativement à 1,24 $\mu\text{g/dl}$, respectivement, $p < 0,05$).

Au niveau des rapports de cotes, lorsque ceux-ci étaient ajustés pour toutes les variables (variables d'ajustement et variables d'exposition), seulement les rapports de cotes situés dans le 3^e tercile de la concentration moyenne de plomb dans l'eau du robinet de la cuisine, la présence probable de conduites en plomb, les concentrations de plomb dans l'eau du robinet de la salle de bain et la quantité de plomb dans la poussière de fenêtre étaient significativement différents de un.

Le tableau 22 présente les moyennes des plombémies des enfants et les rapports de cotes selon les différentes variables d'exposition étudiées. Ces variables sont catégorisées par niveaux d'exposition.

Tableau 22 Moyennes géométriques (MG) brutes des plombémies (µg/dl) et rapports de cotes bruts et ajustés selon les différents types et niveaux d'exposition étudiés

Variables d'exposition au plomb	n	MG brute	RC brut	RC ajusté [†] (n = 305)	IC 95 %
Eau robinet de cuisine (moyenne des cinq prélèvements)					
1. ≤ 0,75 µg/l	101	1,20	1,00	1,00	-
2. 0,75-3,27 µg/l	105	1,30	1,37	1,24	0,53-2,91
3. > 3,27 µg/l	100	1,58**	4,14*	4,60*	2,10-10,09
Conduite en plomb (n = 298)					
1. Improbable	127	1,16	1,00	1,00	-
2. Probable	171	1,49**	2,72*	2,41*	1,23-4,70
Eau robinet de la salle de bain (n = 204)					
1. ≤ 3,77 µg/l	67	1,21	1,00	1,00	-
2. 3,77-7,19 µg/l	69	1,20	0,83	0,84	0,26-2,65
3. > 7,19 µg/l	68	1,44	2,63*	3,09*	1,12-8,49
Poussière de plancher (moyenne des trois prélèvements) (n = 305)					
1. ≤ 0,45 µg/pi ²	102	1,20	1,00	1,00	-
2. 0,45-1,22 µg/pi ²	103	1,38	1,36	0,96	0,44-2,12
3. > 1,22 µg/pi ²	100	1,48*	2,46*	2,08	0,98-4,44
Poussière de fenêtre (n = 263)					
1. ≤ 3,54 µg/pi ²	86	1,57	1,00	1,00	-
2. 3,54-14,14 µg/pi ²	90	1,98*	2,37*	2,16	0,90-5,15
3. > 14,14 µg/pi ²	87	2,22**	2,63*	3,14*	1,30-7,58
Peinture^{††}					
1. XRF < 1 mg/cm ²	121	1,24	1,00	1,00	-
2. XRF ≥ 1 mg/cm ² ou écailles < 5 000 mg/kg	143	1,37	1,11	0,92	0,46-1,86
3. Écailles ≥ 5 000 mg/kg	42	1,63*	2,61*	2,35	0,94-5,89

* $p < 0,05$.

** $p < 0,005$.

[†] Rapport de cotes ajusté pour les variables suivantes : âge, appartenance à une minorité visible, saison, plus haut diplôme des parents, fréquence de garde, problème de santé, présence de fumeurs, consommation d'eau totale par poids corporel et pour les variables d'exposition :

Pour la variable eau (moyenne des cinq prélèvements) : les variables poussière plancher, poussière fenêtre et peinture ont été utilisées.

Pour la variable peinture : la variable eau (moyenne des cinq prélèvements), poussière plancher et poussière fenêtre ont été utilisées.

Pour la variable poussière de plancher et poussière de fenêtre : les variables eau (moyenne des cinq prélèvements) et peinture ont été utilisées.

^{††} La concentration de plomb dans les écailles de peinture correspond à la concentration maximale retrouvée à l'intérieur de la résidence.

4 DISCUSSION

4.1 PRINCIPAUX RÉSULTATS DE L'ÉTUDE

L'objectif de cette étude était de déterminer les sources d'exposition potentielles au plomb et de vérifier leur influence sur la plombémie des jeunes enfants habitant dans l'un des quatre arrondissements de Montréal ciblés pour l'étude.

Cette étude a permis de vérifier indirectement le degré de suivi des recommandations qui ont été proposées par la Direction de santé publique de l'Agence de la santé et des services sociaux de Montréal concernant la consommation d'eau au robinet chez les jeunes enfants et les femmes enceintes. Lors du recrutement pour l'étude, 42 % des familles exclues ne consommaient pas d'eau provenant du robinet ou elles consommaient de l'eau embouteillée, traitée ou filtrée. Cette raison était le principal critère d'exclusion des familles qui ont été sollicitées. Au total, 53 % des familles qui auraient été admissibles à l'étude, en excluant le critère de consommation d'eau, avaient des comportements respectant les recommandations qui ont été proposées par la DSP de Montréal en 2006. Ces recommandations avaient pour but de réduire au minimum le risque d'exposition au plomb dans l'eau. Celles-ci étaient d'envisager, pour les femmes enceintes et les parents d'enfants de moins de 6 ans, l'utilisation de filtre au robinet ou de consommer de l'eau embouteillée. Cette recommandation était particulièrement pertinente pour les nourrissons alimentés avec des préparations commerciales de lait reconstitué avec de l'eau.

Les enfants participants étaient majoritairement francophones, n'appartenaient pas à un groupe de minorité visible, comme décrit par Statistique Canada, n'avaient pas de comportement à risque d'exposition au plomb ou de problème de santé. Les familles étaient majoritairement très scolarisées (diplôme universitaire) donc, plus scolarisées que la majorité des familles qui avaient participé au recensement de 2006 effectué par Statistique Canada. Finalement, les résidences investiguées étaient principalement des duplex, triplex et appartements construites avant les années 1975.

Les concentrations de plomb mesurées dans les différentes sources d'exposition étaient relativement faibles. Au total, 171 résidences étaient probablement reliées à une conduite en plomb et pour 127 résidences, il a été évalué improbable d'avoir des conduites en plomb. Les concentrations moyennes (moyenne géométrique) de plomb mesurées dans l'eau de consommation étaient de 1,60 µg/l au robinet (moyenne des cinq prélèvements) de la cuisine et de 4,98 µg/l à celui de la salle de bain. Les résidences construites après les années 1975 avaient des concentrations de plomb dans l'eau du robinet de la cuisine inférieures aux résidences construites avant les années 1920 qui étaient le groupe de référence.

Les quantités moyennes de plomb mesurées dans les prélèvements de poussières provenant du plancher (moyenne des trois prélèvements) ainsi que de la fenêtre étaient aussi faibles (plancher : 0,85 µg/pi², fenêtre : 7,14 µg/pi²). Tout comme pour l'eau, les maisons construites après les années 1975 avaient des quantités de plomb dans les prélèvements de poussières domestiques plus faibles que celles construites avant les années 1920. Pour les écaillés de peinture, la médiane de la concentration maximale de plomb était de 1 300 mg/kg. Les résidences construites avant les années 1920 avaient des

écailles de peinture ayant une concentration de plomb plus élevée que les résidences plus récentes (médiane : 5 200 mg/kg).

La plombémie moyenne des enfants participant à l'étude était de 1,35 µg/dl (IC 95 % : 1,27-1,43). Les enfants appartenant à un groupe de minorité visible ainsi que ceux investigués durant l'automne avaient un niveau de plombémie plus élevé que les enfants n'appartenant pas à un groupe de minorité visible ou investigués l'hiver. Aussi, les enfants dont le plus haut diplôme des parents était de niveau universitaire et ceux habitant des maisons unifamiliales avaient une plombémie plus faible que ceux dont le diplôme était autre qu'universitaire ou habitant dans des duplex, triplex ou appartement.

Les résultats de plombémie selon les différentes variables d'exposition montrent que lorsque le niveau d'exposition était situé dans le groupe le plus exposé, la plombémie était significativement supérieure au groupe de faible exposition. Les groupes plus exposés correspondaient au dernier tercile de la distribution pour la concentration de plomb dans l'eau du robinet de la cuisine ($> 3,27 \mu\text{g/l}$), la quantité de plomb dans les poussières de plancher ($> 1,22 \mu\text{g}/\text{pi}^2$) et de fenêtre ($> 14,14 \mu\text{g}/\text{pi}^2$), alors qu'il correspondait à la dernière catégorie pour la variable peinture (concentrations élevées de plomb dans les écailles $\geq 5\,000 \text{ mg/kg}$) et la présence probable de conduite en plomb.

Pour toutes les variables d'exposition étudiées, le rapport de cotes (risque d'une plombémie élevée, c'est-à-dire une plombémie supérieure au 75^e percentile) lorsque les enfants étaient dans le groupe le plus exposé était significativement différent de 1,00. Le risque était de deux fois et demie à trois fois plus élevé dans ces situations, à l'exception de l'exposition à des concentrations élevées de plomb dans l'eau où le risque était quatre fois plus élevé d'avoir une plombémie égale ou supérieure à 1,78 µg/dl.

4.2 COMPARAISON DES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE À LA CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE DE LA DIRECTION DE SANTÉ PUBLIQUE EN 2006

4.2.1 Résumé des résultats de l'échantillonnage de 2006 fait par la Direction de la santé publique de Montréal

La Direction de santé publique de Montréal a effectué en 2006 une évaluation des concentrations de plomb dans l'eau du robinet de 130 résidences (44 maisons d'après-guerre et 67 maisons de moins de huit logements construites avant les années 1970). Au total, 111 résidences avec une conduite en plomb et 19 résidences sans conduites en plomb ont été évaluées durant les mois de mai et juin pour les résidences d'après-guerre et du 1^{er} juillet au 1^{er} octobre pour les autres résidences (Beausoleil M. et Brodeur J. 2007).

L'échantillonnage consistait en un écoulement de 5 minutes suivi d'une stagnation de 30 minutes. Par la suite, le 1^{er} litre, le 2^e litre et un litre après une minute d'écoulement ont été récupérés. Au total, 53 % des maisons évaluées (maison d'après-guerre et celles de moins de huit logements construites avant les années 1970) avaient une concentration de plomb dans l'eau du robinet supérieure à 10 µg/l. En séparant le groupe, 61 % des maisons d'après-guerre et 45 % des résidences de moins de huit logements construites avant les années 1970 avaient une concentration de plomb dans l'eau qui dépassait cette valeur.

Finalement, aucune des 19 maisons sans conduite en plomb n'avait présenté une concentration de plomb dans l'eau du robinet supérieure à 10 µg/l.

Par la suite, la DSP de Montréal a utilisé un modèle estimatif pour vérifier les risques pour la santé des jeunes enfants habitant dans les résidences desservies par des conduites en plomb. Le modèle « Integrated exposure uptake biokinetics model for lead in children (IEUBK) » de la U.S. E.P.A. a été utilisé. Dans ce modèle, la DSP de Montréal a retenu la plupart des valeurs par défaut. En effet, les valeurs proposées par le modèle pour l'inhalation d'air intérieur et extérieur, l'ingestion d'aliments, l'ingestion de sol, l'ingestion de poussières et l'exposition maternelle ont été retenues.

Au niveau de l'exposition à l'eau, deux paramètres ont été déterminés par la DSP de Montréal : la consommation d'eau du robinet des enfants de 0 à 5 ans et la concentration de plomb présente dans l'eau du robinet. Les niveaux d'ingestion d'eau du robinet utilisés dans le modèle ont été suggérés par le MSSS. Différents taux ont été utilisés pour les groupes d'âge étudiés et aussi pour le type d'alimentation pour les nourrissons.

À partir du modèle IEUBK et des valeurs estimées et déterminées, l'estimation de la plombémie des enfants exposés au plomb par l'eau a été obtenue. Les résultats de plombémie ont été présentés selon trois niveaux d'exposition soit le minimum des moyennes des concentrations de plomb au robinet, la limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95 % sur la moyenne et au 95^e centile des moyennes des échantillons. Pour les résidences avec une conduite en plomb, ces valeurs étaient de 3 µg/l pour la valeur minimale de plomb dans l'eau, 25 µg/l pour la limite supérieure de l'IC à 95 % sur la moyenne et de 38 µg/l pour le 95^e centile. Pour ces mêmes paramètres, mais pour les concentrations de plomb dans l'eau des résidences sans conduites en plomb la valeur minimale correspondait à 0,3 µg/l, la limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95 % sur la moyenne à 2 µg/l et le 95^e centile des moyennes des échantillons à 3 µg/l.

Les plombémies estimées des enfants habitant dans des résidences avec des conduites en plomb se situaient entre 3,3 à 4,2 µg/dl lorsque les enfants étaient exposés à 3 µg/l de plomb dans l'eau, entre 4,2 et 7,1 µg/dl lorsqu'exposés à une concentration de 25 µg/l de plomb dans l'eau. Finalement, les enfants présenteraient une plombémie estimée entre 4,5 et 8,7 µg/dl lors d'une exposition à une concentration de 38 µg/l. Les plombémies estimées pour les enfants habitant les résidences sans entrée de service en plomb étaient entre 2,8 et 3,8 µg/dl lorsqu'ils étaient exposés à une concentration de 0,3 µg/l de plomb dans l'eau, entre 3,1 et 4,0 µg/dl pour une concentration de plomb dans l'eau de 2 µg/l et entre 3,3 et 4,2 µg/dl pour une concentration de 3 µg/l de plomb dans l'eau.

4.2.2 Comparaison avec les résultats de notre étude

Des maisons évaluées dans notre étude, 171 avaient une conduite en plomb probable comparativement à 128 où la présence d'une conduite en plomb était improbable. Des maisons avec conduites en plomb, 168 ont été construites avant les années 1970. De ces maisons construites avant les années 1970, 49 ont été échantillonnées durant les mois de septembre et octobre. Parmi celles-ci, 25 maisons étaient reliées par une conduite en plomb, 23 ne l'étaient pas et une seule résidence n'a pu être classée.

Au total, trois maisons (12 %) sur les 25 avec conduites en plomb construites avant 1970 et échantillonnées en septembre ou octobre, avaient une concentration de plomb après 5 minutes d'écoulement qui dépassait 10 µg/l comparativement à l'échantillonnage de la DSP de Montréal qui présentait 45 % des résidences avec conduite en plomb et construites avant 1970 dépassant la norme.

Le tableau 23 présente les concentrations moyennes ainsi que les minimums et maximums observés dans les différents échantillonnages d'eau au robinet de la cuisine des résidences investiguées par la DSP de Montréal et les résidences visitées durant notre étude; les concentrations mesurées pour les résidences construites avant les années 1970 et investiguées durant les mois de septembre et octobre; et les concentrations de plomb dans les échantillons d'eau (moyenne des prélèvements, dans le 1^{er} (30M1L) et 2^e litre après stagnation (30M2L) et dans le 1^{er} litre après écoulement (5M1L).

Lors de l'échantillonnage de la DSP de Montréal, quatre prélèvements d'eau ont été récupérés au robinet de la cuisine et dans notre étude, cinq prélèvements ont été effectués. Les concentrations mesurées dans les résidences qui n'étaient pas reliées à une conduite en plomb sont semblables. Pour les maisons reliées à une conduite en plomb, la concentration moyenne mesurée par la DSP de Montréal en 2006 était supérieure à celle mesurée durant notre étude.

Les concentrations moyennes (moyenne géométrique) de plomb (moyenne des cinq prélèvements) mesurées au robinet de la cuisine dans les différents types de résidences construites avant les années 1970 et prélevées en septembre-octobre de notre étude étaient de 7,9 µg/l pour les résidences avec des conduites en plomb comparativement à 20 µg/l pour les résidences de l'échantillonnage de la DSP de Montréal. Les résidences de notre étude non reliées à des conduites en plomb avaient une concentration moyenne de 0,4 µg/l de plomb dans l'eau du robinet qui était semblable à l'échantillonnage de 2006, soit 1 µg/l.

La concentration minimale de plomb dans l'eau (moyenne des cinq prélèvements) du robinet de la cuisine était de 2,3 µg/l pour les résidences raccordées à une conduite en plomb et de 0,2 µg/l pour les résidences sans conduite en plomb pour les prélèvements des mois de septembre et octobre (construction avant 1970). En comparaison avec l'échantillonnage de la DSP de Montréal, les niveaux mesurés dans notre étude sont semblables à ceux de 2006 qui étaient de 3 µg/l et de 0,3 µg/l, respectivement.

La concentration maximale moyenne de plomb retrouvée dans le prélèvement d'eau des résidences construites avant 1970 incluses dans notre étude pour les mois de septembre et octobre (moyenne des cinq prélèvements) était de 28,0 µg/l pour celles raccordées avec une conduite en plomb et de 0,9 µg/l pour celles sans conduite en plomb. Cette concentration de plomb dans les résidences avec une conduite en plomb était encore une fois plus faible que les concentrations mesurées dans les résidences avec conduite en plomb durant l'investigation de 2006 (95 µg/l) ainsi que pour celles sans conduite en plomb (7 µg/l).

Les échantillons d'eau prélevés pour notre étude, durant les mois de septembre et octobre, présentent dans le premier litre après 30 minutes de stagnation (30M1L) des concentrations moyennes inférieures à celles mesurées lors de l'investigation de la DSP de Montréal en 2006.

Pour le deuxième litre d'eau, après 30 minutes de stagnation (30M2L), la concentration moyenne mesurée dans les résidences sans conduite en plomb était de 0,4 µg/l dans notre étude et 1,0 µg/l lors de l'échantillonnage de 2006. Pour ce qui est des résidences avec conduite en plomb, la concentration moyenne mesurée était de 7,5 µg/l et elle était supérieure en 2006 avec une concentration moyenne de 22,0 µg/l.

Encore une fois, les concentrations mesurées dans le premier litre après 5 minutes d'écoulement (5M1L) étaient supérieures lors de l'échantillonnage de la DSP de Montréal en 2006 comparativement aux concentrations mesurées lors de notre investigation.

Tableau 23 Moyenne géométrique des concentrations de plomb présentes dans les prélèvements d'eau en comparaison avec les valeurs de l'échantillonnage de la Direction de santé publique de Montréal

	Sans conduite en plomb [†]			Avec conduite en plomb ^{††}		
Moyenne des prélèvements	Moyenne (µg/l)	Min. (µg/l)	Max. (µg/l)	Moyenne (µg/l)	Min. (µg/l)	Max. (µg/l)
Étude complète*	0,5	0,06	7,3	4,1	1,0	28,0
Étude sept./oct.*	0,4	0,2	0,9	7,9	2,3	28,0
DSP**	1,0	0,3	7,0	20,0	3,0	95,0
30M1L						
Étude complète*	0,7	0,08	29,0	4,1	0,8	22,2
Étude sept./oct.*	0,6	0,2	1,7	7,3	2,4	22,2
DSP**	2,0	0,3	13,7	19,0	3,0	222,0
30M2L						
Étude complète*	0,5	0,07	4,6	4,0	0,7	44,5
Étude sept./oct.*	0,4	0,1	0,9	7,5	1,6	44,5
DSP**	1,0	0,3	5,0	22,0	3,0	97,0
5M1L						
Étude complète*	0,3	0,04	2,5	2,5	0,3	12,3
Étude sept./oct.*	0,2	0,1	0,7	4,9	1,1	12,3
DSP**	0,7	0,1	2,7	11,0	3,0	33,0

* Moyenne des cinq prélèvements, moyenne géométrique.

** Moyenne des quatre prélèvements, moyenne arithmétique.

† Résidences sans conduite en plomb : étude complète, n = 127, étude septembre/octobre, n = 23, DSP, n = 19.

†† Résidences avec conduite en plomb : étude complète, n = 171, étude septembre/octobre, n = 25, DSP, n = 111.

Dans notre étude, nous avons évalué par un questionnaire la consommation moyenne d'eau des participants selon les trois groupes d'âge étudiés; ces valeurs sont présentées au tableau 24. Les valeurs utilisées par la DSP de Montréal étaient supérieures à celles estimées à l'aide de nos questionnaires pour la consommation totale d'eau par jour (verres d'eau, boisson et cuisson des aliments). Aussi, le niveau d'absorption utilisé pour le modèle de la DSP de Montréal était de 50 %. De notre côté, nous avons estimé une dose ingérée de plomb (µg/kg) en utilisant le contenu en eau de différents produits alimentaires qui varie

entre 50 et 90 % (tableau 5). La dose ingérée estimée et utilisée par le modèle de la DSP de Montréal était donc différente de celle que nous avons estimée.

Tableau 24 Quantité moyenne d'eau estimée consommée par les enfants de l'étude et paramètres utilisés par la Direction de santé publique de Montréal en 2006

Étude*		DSP	
Groupe d'âge (mois)	Quantité moyenne d'eau (l/jour)	Groupe d'âge	Quantité d'eau (l/jour)
12-23	0,345	0-6 mois	0,100-0,742
24-35	0,382	6 mois-4 ans	0,900
36-71	0,422	5 ans	1,198

* Estimé à partir des données obtenues par le questionnaire sur la nutrition de l'enfant.

Tous ces critères utilisés pour estimer la plombémie par le modèle de IEUBK pouvaient être différents des expositions réelles des enfants. En effet, comme présenté ci-dessus, l'évaluation effectuée au cours de notre étude est différente des valeurs incluses dans le modèle. Les niveaux de plombémie obtenus étaient aussi différents des niveaux observés pour notre population.

Dans notre étude, la plombémie des enfants investigués durant les mois de septembre et d'octobre qui habitaient une maison construite avant les années 1970 était de 1,65 µg/dl (IC 95 % : 1,45-1,88). La plombémie des enfants habitant une résidence avec des conduites en plomb construite avant les années 1970 et échantillonnée durant le mois de septembre et d'octobre était de 1,73 µg/dl (IC 95 % : 1,44-2,07). Cette valeur était inférieure aux plombémies estimées par le modèle IEUBK qui variait de 3,3 à 8,7 µg/dl (selon les critères utilisés). Pour les enfants non exposés au plomb par des conduites de distribution d'eau, la plombémie moyenne était de 1,57 µg/dl (IC 95 % : 1,28-1,91) comparativement à 2,8 à 4,2 µg/dl (selon les critères utilisés) pour l'évaluation effectuée par le modèle IEUBK. Le tableau 25 présente ces comparaisons.

Tableau 25 Niveaux de plombémie mesurés dans notre étude et estimés par la Direction de santé publique de Montréal

Plombémie	Étude complète MG (µg/dl)	Étude sept./oct. MG (µg/dl)	DSP MA (µg/dl)
Entrée de service sans plomb	1,16	1,57	2,8-4,2
Entrée de service en plomb	1,49	1,73	3,3-8,7

4.2.2.1 Limite de la comparaison

Malgré le fait que nous ayons comparé les résultats de l'échantillonnage de la DSP de Montréal ainsi que les estimations effectuées par le modèle de IEUBK avec des résidences similaires incluses dans notre étude (maisons construites avant les années 1970) et échantillonnées au début de l'automne (mois de septembre et octobre), les données estimées par la DSP de Montréal étaient différentes des résultats de plombémie obtenus lors de notre étude. En effet, lors de l'échantillonnage de la DSP de Montréal, 34 % des

résidences étaient de type après-guerre ce qui a pu influencer les concentrations obtenues. De plus, l'investigation de la DSP de Montréal a été effectuée durant la saison estivale, c'est-à-dire durant les mois de juin à août. Cette différence dans la période d'investigation a aussi pu augmenter les concentrations de plomb mesurées dans l'eau du robinet.

De plus, les différentes valeurs utilisées dans le modèle estimatif et celles obtenues lors de notre étude sont relativement différentes. En effet, cette différence entre l'exposition réelle des enfants et l'estimation des valeurs d'exposition est un facteur qui pourrait jouer un rôle dans les niveaux estimés de plombémie du modèle de la DSP de Montréal. Étant donné la demi-vie sanguine du plomb, les niveaux de plombémie mesurés durant les mois de septembre et octobre permettent une bonne estimation de l'exposition estivale des enfants. En effet, la demi-vie du plomb est d'environ trente jours, par ce fait, il est estimé à environ cinq mois avant de retrouver les niveaux initiaux de plomb sanguin après une exposition.

4.3 COMPARAISON DE NOS RÉSULTATS AVEC LA LITTÉRATURE

4.3.1 Niveaux de plombémie

Les niveaux de plombémie observés chez les enfants montréalais de notre étude sont faibles. Ceux-ci sont comparables aux niveaux mesurés au cours de l'étude américaine NHANES en 2007-2008 (Center of Disease Control and Prevention 2011). Cette étude a évalué le niveau de plombémie de 817 enfants âgés de 1 à 5 ans. La concentration moyenne de plomb observée dans cette étude était de 1,5 µg/dl comparativement à 1,35 µg/dl pour les enfants participants à notre étude. De plus, la distribution des niveaux de plombémie est similaire entre notre étude à Montréal et celle de NHANES lorsque l'on compare nos résultats durant l'automne au niveau du 90^e percentile (3,1 µg/dl pour notre étude montréalaise et de 3,2 µg/dl pour l'étude NHANES).

La Ville de Hamilton a aussi effectué, à l'automne 2008, une évaluation des niveaux de plombémie de 482 enfants âgés entre 1 et 5 ans (Smith *et al.*, 2009). Il faut par contre préciser que le prélèvement sanguin a été effectué au niveau capillaire limitant la comparaison de ces résultats avec notre étude. Les niveaux mesurés étaient de 2,3 µg/dl (IC 95 % : 2,2-2,4), donc supérieurs à ceux mesurés au cours de notre étude.

Finalement, entre les années 2007 et 2009, Statistique Canada a effectué une enquête canadienne sur les mesures de santé. Dans cette étude, 910 enfants, âgés de 6 à 11 ans, ont été évalués au niveau de la plombémie. Le niveau moyen pour ce groupe d'enfants était de 0,90 µg/dl (IC 95 % : 0,8-1,0) (Bushnik T. *et al.*, 2010). Ce niveau est inférieur à celui mesuré dans notre étude. Toutefois, il faut considérer que les niveaux moyens de plombémie des enfants âgés entre 1 et 5 ans sont supérieurs à ceux des enfants plus âgés.

4.3.2 Niveaux de plomb dans l'eau

La concentration moyenne de plomb dans l'eau mesurée dans notre étude était de 1,60 µg/l. Ce niveau est très faible lorsqu'on le compare aux niveaux mesurés en 2006 par la Direction de santé publique de Montréal. Même lorsqu'on ne considère que les résidences reliées par une conduite en plomb construites avant les années 1970 et échantillonnées durant les mois

de septembre et octobre, le niveau demeure toujours plus faible qu'en 2006. Au total, notre étude ne présentait que 5 résidences avec un dépassement de la norme québécoise de 10 µg/l. Toutefois, il faut prendre en considération que nos échantillonnages ont été effectués en automne et en hiver, donc en période d'eau plus froide qu'en été, réduisant ainsi la libération du plomb par les conduites.

En comparaison avec la Ville de Hamilton où l'échantillonnage a été effectué à l'automne 2008, les niveaux de plomb dans l'eau mesurés dans notre étude sont inférieurs. La concentration de plomb moyenne dans les prélèvements d'eau (après 5 minutes d'écoulement et après une stagnation de 30 minutes) était de 2,66 µg/l (IC 95 % : 2,18-3,24) comparativement à 1,60 µg/l pour Montréal (Smith *et al.*, 2009). Ce niveau de plomb dans l'eau de consommation était aussi supérieur à celui mesuré dans notre étude si l'on comparait les concentrations de plomb dans le premier litre après 5 minutes d'écoulement ou dans le premier litre après 30 minutes de stagnation.

4.3.3 Niveaux de plomb dans les poussières et la peinture

Tout comme pour la plombémie et l'eau du robinet, les niveaux mesurés de plomb dans les poussières de maison sont faibles et comparables à ceux d'autres études (Gaitens *et al.*, 2009; Lanphear *et al.*, 1996; Lanphear *et al.*, 1998; Yiin *et al.*, 2000). Ainsi, la quantité de plomb mesurée dans notre étude était comparable à celle de NHANES qui utilisait la même technique (Gaitens *et al.*, 2009). En effet, le niveau de plomb dans la poussière de plancher de notre étude était de 0,52 µg/pi² (moyenne des trois prélèvements) et de 0,85 µg/pi² pour l'étude NHANES. La même observation pouvait être faite pour les prélèvements du rebord intérieur des fenêtres, la quantité de plomb mesurée était de 7,14 µg/pi² dans notre étude et de 7,64 µg/pi² dans l'étude NHANES.

Aussi, les niveaux mesurés dans notre étude sont plus faibles que ceux dans des études plus anciennes. Lanphear *et al.* avait mesuré la quantité de plomb dans les poussières et celle-ci s'avérait être plus élevée que celle mesurée à Montréal (Lanphear *et al.*, 1996). Tout comme pour notre étude, les niveaux de plomb mesurés dans l'étude de Yiin *et al.* sont plus importants sur les rebords de fenêtre que sur les planchers (Yiin *et al.*, 2000).

Finalement, au niveau des concentrations de plomb dans la peinture, peu d'études canadiennes ont évalué les niveaux de plomb. La Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) a évalué avec un appareil à fluorescence à rayons X les concentrations de plomb présentes dans des résidences où les occupants avaient des niveaux de plombémie connus. Les niveaux se situaient à environ 0,7 mg/cm² pour les résidences où les occupants avaient des plombémies élevées et de 0,3 mg/cm² pour ceux qui avaient des plombémies plus faibles (Scott R.E. 1995).

Aux États-Unis, plusieurs études ont été effectuées. Pour l'une de celles-ci, 1 992 écailles de peinture ont été récoltées et 11,6 % dépassaient la valeur guide de 5 000 mg/kg (Stroop *et al.*, 2002). Ce niveau de dépassement est semblable à celui observé dans notre étude qui était de 16,8 %. Une autre étude a évalué avec l'aide d'un appareil à fluorescence à rayons X la présence de plomb dans la peinture de 831 résidences (Jacobs *et al.*, 2002). Il a été possible de détecter que 40 % des résidences avaient des concentrations de plomb dans

les peintures sur les murs supérieures à 1 mg/cm². Dans notre étude, ce sont 31 % des résidences qui présentaient au moins une structure qui dépassait la valeur guide de 1 mg/cm².

4.4 RÉSUMÉ DES FORCES ET LIMITES DE L'ÉTUDE

Forces

L'une des principales forces de l'étude est le groupe d'âge étudié. En effet, il est largement documenté que les jeunes enfants, âgés de moins de 6 ans, sont ceux qui sont les plus vulnérables à une exposition au plomb. En raison de leurs habitudes de vie ainsi qu'à leur immaturité physiologique, les jeunes enfants sont plus à risque de contamination par le plomb d'où l'importance d'évaluer cette clientèle particulière en termes de santé publique.

De plus, la base de données obtenue de la RAMQ a permis d'obtenir un vaste échantillon de la population à l'étude. Aussi, les critères d'inclusion à l'étude ont permis d'obtenir un échantillon de la population possiblement exposé à des composantes de plomb dans leur environnement résidentiel soit à partir du système de distribution d'eau. La sélection d'arrondissements contenant d'anciennes résidences pouvait également favoriser la présence de poussières ou de peinture contaminée par le plomb. En effet, à partir des données que la Ville de Montréal nous a fourni, nous avons sélectionné des arrondissements où il pouvait avoir une présence de plomb dans le système de distribution d'eau potable. Ces informations nous ont permis de bien cibler des populations possiblement exposées au plomb dans leur environnement résidentiel.

Le taux de participation à l'étude est important. En effet, 57 % des familles admissibles à l'étude ont participé au projet. Ce taux est considéré comme relativement élevé étant donné le temps que la famille devait y consacrer lors de la visite des techniciens ainsi que la demande d'un prélèvement sanguin chez l'enfant.

Cette étude a aussi permis d'évaluer plusieurs sources d'exposition potentielles au plomb. À partir des échantillonnages, il a été possible de comparer l'importance des diverses sources potentielles au plomb par rapport aux autres sources pour une même population. De plus, au niveau de l'analyse en laboratoire, les protocoles ont été améliorés par rapport au protocole original afin d'augmenter la sensibilité de la méthode et obtenir des résultats encore plus précis.

Finalement, un prélèvement sanguin veineux a été effectué chez l'enfant pour mesurer son exposition au plomb. Le prélèvement veineux représente plusieurs avantages comparativement à un prélèvement capillaire, entre autres de réduire le risque de contamination de l'échantillon (Centers for Disease Control 1985; Schlenker *et al.*, 1994).

Limites

L'étude était de type transversal et a été réalisée durant l'automne et l'hiver ce qui ne reflète pas l'exposition réelle des enfants au plomb. Les sources d'exposition ainsi que les habitudes de vie peuvent être différentes d'une saison à l'autre et les niveaux obtenus étaient possiblement inférieurs à ceux qui auraient pu être mesurés l'été.

Pour ce qui est des échantillonnages environnementaux, il faut noter que les prélèvements des poussières étaient ponctuels et pouvaient être influencés par la fréquence du ménage et surtout, par le moment où le dernier nettoyage avait eu lieu. Malgré nos questionnaires exhaustifs, notre étude n'a pas évalué les concentrations de plomb présentes dans d'autres sources d'expositions potentielles telles que les jouets, les cosmétiques, les récipients de cuisine ou les ustensiles. Également, les concentrations de plomb n'ont pas été évaluées pour les autres sources environnementales comme les sols et autres habitations ou édifices fréquentés par les enfants.

Finalement, lorsque l'on compare les familles qui participaient à l'étude avec la population des mêmes arrondissements, la population de l'étude était plus scolarisée que la population générale recensée par Statistique Canada. Cette différence peut ainsi se traduire par des habitudes de vie particulières.

CONCLUSION

Notre étude a permis de déterminer les niveaux d'exposition des jeunes enfants habitant les arrondissements ciblés pour l'étude durant l'automne et l'hiver. Les niveaux d'exposition au plomb étaient relativement faibles. Toutefois, il a été possible de déterminer que certaines sources d'exposition influencent les niveaux de plombémie mesurés chez les enfants. En effet, il a été observé dans cette étude que la présence de plomb dans les conduites de distribution d'eau (moyenne des cinq prélèvements au robinet de la cuisine ainsi que la présence de conduite en plomb) et dans les poussières de fenêtre peut influencer les niveaux de plombémie même à des concentrations faibles.

Les résidences construites avant les années 1920 présentent des niveaux significativement plus élevés de plomb pour les différentes sources d'exposition (eau, poussières et peinture) comparativement aux résidences construites après les années 1975.

De plus, selon notre étude, environ 50 % des familles contactées et répondant aux critères d'admissibilité⁵ (sauf celui de la consommation d'eau) respectaient les recommandations proposées par la DSP de Montréal, soit d'envisager d'utiliser un filtre au robinet ou de l'eau embouteillée pour les enfants de moins de 6 ans. En effet, 53 % des personnes admissibles, en retirant le critère d'exclusion au sujet de la consommation d'eau, ne consommaient pas d'eau du robinet ou consommaient de l'eau embouteillée, filtrée ou traitée. Toutefois, le respect des recommandations proposées par la DSP de Montréal en 2006 pouvait être attribuable aux habitudes de vie des résidents qui étaient déjà présentes avant l'avis de la DSP de Montréal.

Finalement, lorsque l'on compare nos résultats de plombémie avec ceux estimés par le modèle IEUBK utilisé en 2006 par la DSP de Montréal, nous constatons que les niveaux de plomb dans l'eau étaient beaucoup plus faibles dans notre étude et les plombémies qui ont été mesurées chez les enfants participant à notre étude étaient inférieures à celles évaluées par le modèle. Les valeurs qui ont été incluses dans le modèle IEUBK, telles que la concentration de plomb dans l'eau, ainsi que le taux d'ingestion d'eau du robinet, étaient relativement plus élevées que ceux mesurés dans notre étude influençant ainsi les résultats obtenus par le modèle estimatif.

Malgré ces différences, les valeurs de plombémie mesurée dans notre étude ainsi que celles estimées par le modèle IEUBK montrent que les niveaux de plombémie des jeunes enfants qui habitaient des secteurs avec conduites en plomb, pour la période étudiée à Montréal, étaient plus élevés que ceux des enfants non exposés à la présence de plomb dans les conduites de distribution d'eau.

⁵ Critères d'admissibilité à l'étude : L'enfant devait être âgé de 1 à 5 ans, être né au Canada, habiter dans l'un des quatre arrondissements ciblés, consommer de l'eau du robinet, vivre dans une maison unifamiliale, maison en rangée, duplex, triplex, habiter dans la maison depuis au moins un an. La famille ne devait pas utiliser de système de distribution d'eau, devait communiquer en français ou en anglais. L'enfant ne devait pas s'absenter plus de deux jours et une nuit par semaine à l'extérieur de la résidence investiguée.

RÉFÉRENCES

Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for lead. 1999.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for lead. U S Department of health and human services Public Health Service 2007; 582 p.

Allison P.D. Logistic Regression Using the SAS*System: Theory and Application. Cary, NC: 1999.

Andrews KW, Savitz DA, Hertz-Picciotto I. Prenatal lead exposure in relation to gestational age and birth weight: a review of epidemiologic studies. *Am J Ind Med* 1994; 26(1):13-32.

Beausoleil M. et Brodeur J. Le plomb dans l'eau potable sur l'île de Montréal. État de la situation et évaluation des risques à la santé. Agence de la santé et des services sociaux de Montréal. Gouvernement du Québec; 2007.

Bushnik T., Haines D., Levallois P., Levesque J., Van Oostdan J., Viau C. Concentrations de plomb et de bisphénol A pour la population canadienne. *Statistique Canada - Rapport sur la santé* 2010; 21(3).

Caron M., Levallois P., Gingras S., et Phaneuf D. Étude sur la qualité de l'eau potable dans sept bassins versants en surplus de fumier et impacts potentiels sur la santé - Étude de la consommation d'eau chez les nourrissons. 2004.

CDC (Center of Disease Control and Prevention). Childhood lead poisoning associated with tamarind candy and folk remedies- California 1999-2000. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2002; 51:684-686.

CDC (Center of Disease Control and Prevention). Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals, Updated Tables. http://www.cdc.gov/exposurereport/pdf/Updated_Tables.pdf. 2011.

Centers for Disease Control. Preventing Lead poisoning in young children. 1985. Rapport n°: 99-2230.

Gaitens JM, Dixon SL, Jacobs DE, Nagaraja J, Strauss W, Wilson JW *et al.* Exposure of U.S. children to residential dust lead, 1999-2004: I. Housing and demographic factors. *Environ Health Perspect* 2009; 117(3):461-467.

Gorospe EC, Gerstenberger SL. Atypical sources of childhood lead poisoning in the United States: a systematic review from 1966-2006. *Clin Toxicol (Phila)* 2008; 46(8):728-737.

Gouvernement du Canada. Règlement modifiant le règlement sur les revêtements. *Gazette du Canada* 2010; 144(7).

Gouvernement du Québec. Règlement sur la qualité de l'eau potable. 2001. Rapport n° L.R.Q., c Q-2, r.18.1.1.

Gouvernement du Québec. Loi sur la protection de la santé publique. 2002. Rapport n° L.R.Q. P-35.

Institut national de santé publique du Québec. 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 2003; 18 p.

Jacobs DE, Clickner RP, Zhou JY, Viet SM, Marker DA, Rogers JW *et al.* The prevalence of lead-based paint hazards in U.S. housing. *Environ Health Perspect* 2002; 110(10):A599-A606.

Lanphear BP, Matte TD, Rogers J, Clickner RP, Dietz B, Bornschein RL *et al.* The contribution of lead-contaminated house dust and residential soil to children's blood lead levels. A pooled analysis of 12 epidemiologic studies. *Environ Res* 1998; 79(1):51-68.

Lanphear BP, Weitzman M, Winter NL, Eberly S, Yakir B, Tanner M *et al.* Lead-contaminated house dust and urban children's blood lead levels. *Am J Public Health* 1996; 86(10):1416-1421.

Lynch RA, Boatright DT, Moss SK. Lead-contaminated imported tamarind candy and children's blood lead levels. *Public Health Rep* 2000; 115(6):537-543.

Santé Canada. Le plomb. Gouvernement du Canada 1992.

Santé Canada. Le plomb et la santé. Gouvernement du Canada 2007.

Santé Canada. Document de conseils sur le contrôle de la corrosion dans les réseaux de distribution d'eau potable. 2009a.

Santé Canada. Fichier canadien sur les éléments nutritifs. <http://webprod.hc-sc.gc.ca/cnf-fce/start-debuter.do?lang=fra>. 2009b.

Schlenker TL, Fritz CJ, Mark D, Layde M, Linke G, Murphy A *et al.* Screening for pediatric lead poisoning. Comparability of simultaneously drawn capillary and venous blood samples. *JAMA* 1994; 271(17):1346-1348.

Scott R.E. Sources de plomb dans les habitations. Ottawa: Gouvernement du Canada; 1995.

Smith, L. S., Kusiak, R., et Pinset, C. Blood Lead Levels in Children Living in North Hamilton, Ontario. 2009. Rapport n°: Interim Report.

Stroop DM, Dietrich KN, Hunt AN, Suddendorf LR, Giangiacomo M. Lead-based paint health risk assessment in dependent children living in military housing. *Public Health Rep* 2002; 117(5):446-452.

US Department of Housing and Urban Development. Guidelines for the evaluation and control of lead-based paint hazards in housing. US HUD 1997; 1539-LPB.

US Department of Housing and Urban Development. Standard Practice for Collection of Settled Dust Samples Wipe Sampling Methods for Subsequent Lead Determination. 2003. Rapport no: ASTM E-1728-03.

US Environmental Protection Agency. Lead: Identification of dangerous levels of lead; Finale rule. Federal register part III (40CFR part 745) 2001; 66(4):1206-1240.

Yiin LM, Rhoads GG, Liou PJ. Seasonal influences on childhood lead exposure. Environ Health Perspect 2000; 108(2):177-182.

ANNEXE 1

DESCRIPTION DES VARIABLES

DESCRIPTION DES VARIABLES

Les tableaux suivants décrivent les différentes variables utilisées dans les modèles d'analyses. Le tableau A1.1 présente les variables d'exposition étudiées ainsi que leurs modalités.

Tableau A1.1 Variables d'exposition

		Modalités
Conduite en plomb		1. Improbable 2. Probable
Eau	Moyenne arithmétique des cinq prélèvements	1. $\leq 0,75 \mu\text{g/l}$ 2. $0,75\text{-}3,27 \mu\text{g/l}$ 3. $> 3,27 \mu\text{g/l}$
	Salle de bain	1. $\leq 3,77 \mu\text{g/l}$ 2. $3,77\text{-}7,19 \mu\text{g/l}$ 3. $> 7,19 \mu\text{g/l}$
Peinture	Mesures avec le XRF et analyses d'écailles	1. Pas d'écaille et $\text{XRF} < 1 \text{ mg/cm}^2$ 2. $\text{XRF} \geq 1 \text{ mg/cm}^2$ ou écailles $< 5\,000 \text{ mg/kg}$ 3. Écaille $\geq 5\,000 \text{ mg/kg}$
Poussières Plancher	Moyenne arithmétique des trois prélèvements	1. $\leq 0,45 \mu\text{g/pi}^2$ 2. $0,45\text{-}1,22 \mu\text{g/pi}^2$ 3. $> 1,22 \mu\text{g/pi}^2$
Poussières Fenêtre	Rebord de la fenêtre de la chambre de l'enfant	1. $\leq 3,54 \mu\text{g/pi}^2$ 2. $3,54\text{-}14,14 \mu\text{g/pi}^2$ 3. $> 14,14 \mu\text{g/pi}^2$

Le tableau A1.2 présente les différentes variables d'ajustement au niveau des caractéristiques de l'enfant utilisées dans les modèles d'analyse ainsi que les modalités pour chacune de ces variables.

Tableau A1.2 Variables d'ajustement selon différentes caractéristiques de l'enfant

Caractéristiques de l'enfant		Modalités
Âge de l'enfant		1. 12-23 mois 2. 24-35 mois 3. 36-71 mois
Sexe de l'enfant		1. Fille 2. Garçon
Minorité visible		1. Non 2. Oui
Langue parlée		1. Français 2. Anglais
Comportement à risque	Modéré : Sucrer son pouce, utiliser une suce, ronger ses ongles, manger de la terre ou du gazon Sévère : Gratter, sucer, mordiller la peinture ou les soudures	1. Absent 2. Modéré 3. Sévère
Fréquence de garde		1. Non gardé 2. Gardé
Type de milieu de garde		1. Non gardé 2. Milieu familial 3. Institution
Problème de santé	Maladie chronique	1. Oui 2. Non

Le tableau A1.3 présente les variables d'ajustement utilisées dans les différents modèles d'analyse pour les caractéristiques des familles étudiées.

Tableau A1.3 Variables d'ajustement selon différentes caractéristiques des familles

Caractéristiques de la famille		Modalités
Exposition professionnelle		1. Possibilité d'exposition au plomb 2. Exposition au plomb improbable
Passe-temps		1. Possibilité d'exposition au plomb 2. Exposition au plomb improbable
Plus haut diplôme des parents		1. Universitaire 2. Autre
Statut		1. Propriétaire 2. Locataire
Exposition à la fumée secondaire		1. Oui 2. Non
Animaux de compagnie à la résidence		1. Oui 2. Non
Fréquence d'utilisation de l'aspirateur ou de la vadrouille humide		1. < 1 fois par semaine 2. ≥ 1 fois par semaine

Le tableau A1.4 présente les caractéristiques des résidences visitées ainsi que leurs modalités.

Tableau A1.4 Variables d'ajustement selon différentes caractéristiques évaluées des résidences visitées

Caractéristiques des résidences visitées	Modalité
Type de résidence	1. Unifamiliale 2. Duplex, triplex, appartement
Autoroute à moins de 152 mètres	1. Oui 2. Non
Année construction	1. < 1920 2. 1920 à 1949 3. 1950 à 1974 4. ≥ 1975
Saison	1. Automne : 10 septembre au 15 décembre 2009 2. Hiver : 16 décembre 2009 au 27 mars 2010

Le tableau A1.5 montre les modalités de la variable consommation d'eau par poids corporel (ml/kg).

Tableau A1.5 Variables d'ajustement consommation d'eau (ml/kg)

Consommation d'eau	Modalité
Consommation d'eau (mg/kg)	1. ≤ 16,74 ml/kg 2. 16,74-23,30 ml/kg 3. 23,30-33,13 ml/kg 4. > 33,13 mg/kg



EXPERTISE
CONSEIL



INFORMATION



FORMATION

www.inspq.qc.ca



RECHERCHE
ÉVALUATION
ET INNOVATION



COLLABORATION
INTERNATIONALE



LABORATOIRES
ET DÉPISTAGE

Institut national
de santé publique

Québec

