

Rapport de l'étude de biosurveillance menée à l'automne 2019

sur l'imprégnation à l'arsenic
de la population du quartier
Notre-Dame de Rouyn-Noranda

Octobre 2020

Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue,
unité de santé environnementale



Québec 

Rapport de l'étude de biosurveillance menée à l'automne 2019 sur
l'imprégnation à l'arsenic de la population du
quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda

Auteur principal

Frédéric Bilodeau, Ph. D, conseiller en santé environnementale

Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue

Auteurs

Stéphane Bessette, M. Env., chef d'équipe et conseiller en santé environnementale

Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue

Daniel Proulx, Ph. D., professionnel en surveillance et coordonnateur de l'étude de biosurveillance

Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue

Phélix Bussière, M. A., conseiller en santé environnementale

Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue

Avec le soutien du groupe scientifique sur la biosurveillance de l'Institut national de santé publique du Québec

Sous la direction de

Lyse Landry, M.D., directrice de santé publique

Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue

Médecin-conseil

Omobola Sobanjo, M.D.

Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue

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 de la Direction de santé publique du Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue qui détient les droits exclusifs de propriété intellectuelle sur ce document. Les données contenues dans le document peuvent être citées, à condition d'en mentionner la source.

Dépôt légal – 3^e trimestre 2020 Bibliothèque et Archives nationales du Québec

ISBN : 978-2-550-87735-6

Note : Dans ce document, le genre masculin désigne aussi bien les femmes que les hommes.

Toute reproduction totale ou partielle de ce document est autorisée, à condition que la source soit mentionnée.

Ce document est également disponible en médias substituts, sur demande.

© Gouvernement du Québec

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	3
LISTE DES TABLEAUX.....	4
LISTE DES ACRONYMES	5
LEXIQUE.....	6
1. INTRODUCTION.....	8
2. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE	11
3. CONSIDÉRATIONS ÉTHIQUES	11
3.1. Stigmatisation potentielle	11
3.2. Communication et littératie.....	11
3.3. Consentement et confidentialité	12
4. MÉTHODOLOGIE.....	12
4.1. Population du QND	12
4.2. Population témoin (Amos)	13
4.3. Sources d'exposition à l'arsenic	13
4.4. Biosurveillance et mesure de l'arsenic dans les ongles	14
4.5. Recrutement	15
4.6. Questionnaire	16
4.7. Échantillonnage des ongles.....	16
5. ANALYSES STATISTIQUES.....	17
5.1. Covariables analysées	17
5.2. Traitements des données.....	17
6. RÉSULTATS	18
6.1. Description de la population du QND et de la population témoin d'Amos	18
6.2. Résultats de l'imprégnation des participants du QND et d'Amos à l'arsenic	19
6.3. Facteurs pouvant influencer les concentrations d'arsenic de la population du QND	23
7. DISCUSSION	27
7.1. Imprégnation du QND et effets à la santé	27
7.2. Facteurs physiologiques affectant les concentrations d'arsenic unguéal.....	28
7.3. Effet du lieu de résidence par rapport à la Fonderie Horne et du temps passé dans le QND sur l'imprégnation	29
7.4. Effet du tabagisme sur l'imprégnation	29
7.5. Étude sur les enfants de passage	30
8. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	31
9. RÉFÉRENCES.....	33
ANNEXE 1 - VARIABILITÉ DES MESURES D'ARSENIC DES STATIONS 8006 ET 8045 DE 1990 À 2018.....	41
ANNEXE 2 - PUBLIPOSTAGE ENVOYÉ AUX CITOYENS DU QND	43
ANNEXE 3 - PUBLIPOSTAGE ENVOYÉ AUX CITOYENS D'AMOS	45
ANNEXE 4 - FORMULAIRES DE CONSENTEMENT	47
ANNEXE 5 – RECOMMANDATIONS DU RAPPORT DU BIOSURVEILLANCE DE 2018.....	53

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Comparaison des concentrations d'arsenic unguéal ($\mu\text{g/g}$) chez les enfants du quartier Notre-Dame et d'Amos.....	21
Figure 2 : Comparaison des concentrations d'arsenic unguéal ($\mu\text{g/g}$) chez les adultes du quartier Notre-Dame et d'Amos.....	22
Figure 3 : Distribution spatiale des résultats d'arsenic unguéal	26

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Statistiques descriptives des données sociodémographiques des participants à l'étude.....	19
Tableau 2 : Distribution des données d'arsenic unguéal ($\mu\text{g/g}$) du quartier Notre-Dame et de la population témoin d'Amos	20
Tableau 3 : Sélection de modèles pour les variables influençant les concentrations d'arsenic unguéal chez les moins de 18 ans du QND	23
Tableau 4 : Détails statistiques des variables composants les modèles s'ajustant le mieux aux données chez les moins de 18 ans du QND	24
Tableau 5 : Sélection de modèles pour les variables influençant les concentrations d'arsenic unguéal chez les 18 ans et plus du QND	25
Tableau 6 : Détails statistiques des variables composant les modèles s'ajustant le mieux aux données chez les 18 ans et plus du QND.....	25

LISTE DES ACRONYMES

ACC : Arséniate de cuivre chromaté

AICc : Critère d'information d'Akaike pour petit échantillon

AsIII : Arsénite

AsV : Arséniate

AsB : Arsénobétaine

AsC : Arsénocholine

ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry

CESP : Comité d'éthique de santé publique

CISSS : Centre intégré de santé et de services sociaux

CTQ : Centre de toxicologie du Québec

DMA : Acide diméthylarsinique

DSPu : Direction de santé publique

FDA : Food and Drug Administration

ICP-MS : Spectrométrie de masse par plasma à couplage inductif

INSPQ : Institut national de santé publique du Québec

LD : Limite de détection du laboratoire

MG : Moyenne géométrique

MMA : Acide monométhylarsonique

PPM : Parties par million

QND : Quartier Notre-Dame, aussi nommé quartier Noranda ou Vieux-Noranda.

RAMQ : Régie de l'assurance maladie du Québec

RAA : Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère

SAM : Système automatisé de messages

VIF : Facteur d'inflation de la variance

LEXIQUE

Adulte

Personne de 18 ans et plus.

Acteurs clés

Organismes ou leurs représentants responsables du processus d'évaluation et de gestion du risque en raison de leurs fonctions. Cela inclut les acteurs de premier niveau, soit des instances publiques qui ont une responsabilité légale d'une part et les autres acteurs clés publics ou privés d'autre part (INSPQ, 2016).

Biosurveillance

La biosurveillance consiste en la mesure des concentrations de composés chimiques ou de leurs biomarqueurs dans le corps humain, plus particulièrement dans les matrices biologiques comme le sang, les ongles, les cheveux et l'urine (INSPQ, 2017a).

Émissions diffuses et fugitives

Elles correspondent aux émissions atmosphériques gazeuses (*puffs*) ou particulières qui ne proviennent pas des cheminées principales de la Fonderie Horne, mais d'un ensemble de petites sources diffuses, comme les événements de toit au-dessus du réacteur, de l'allée des convertisseurs et des fours à anodes, l'aire de refroidissement et de manutention de la scorie, les poussières de concentré, etc. (Gagné, 2009).

Enfant

Personne de moins de 18 ans.

Enquête épidémiologique

Étude visant à évaluer la distribution des maladies d'origine biologique ou chimique et des facteurs qui y contribuent sur les populations humaines. Un directeur de santé publique peut procéder à une enquête épidémiologique dans toute situation où il a des motifs sérieux de croire que la santé de la population est menacée ou pourrait l'être¹.

Jeune enfant

Personne de moins de 6 ans.

Imprégnation

Concentrations de contaminants, tels que le plomb, le cadmium ou l'arsenic, mesurées dans l'organisme d'individus exposés au bruit de fond environnemental (INSPQ, 2017a), c'est-à-dire aux contaminants présents dans l'environnement.

Parties prenantes

Groupes organisés ou non, organismes ou leurs représentants qui sont concernés par un même risque en tant qu'acteurs clés ou comme parties affectées ou intéressées (INSPQ, 2016).

¹ <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cs/S-2.2>, art. 96.

Précaution

Selon la *Loi sur le développement durable*² : « précaution » : lorsqu'il y a un risque de dommage grave ou irréversible, l'absence de certitude scientifique complète ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir une dégradation de l'environnement.

Le principe de précaution vise à permettre aux décideurs de prendre des mesures de protection lorsque les preuves scientifiques relatives à un danger pour l'environnement ou la santé humaine sont incertaines et que les enjeux sont importants (EPRS, 2015).

Risque unitaire

Niveau de risque (probabilité d'apparition d'un effet) correspondant à une exposition à une concentration moyenne de 1 µg/m³ durant toute une vie (Walsh et al., 2004).

Valeurs extrêmes

Résultat dépassant 1,5 fois l'espace interquartile, c'est-à-dire la distance entre le 1^{er} et le 3^e quartile.

² <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/pdf/cs/D-8.1.1.pdf>.

1. INTRODUCTION

En activité depuis 1927, la Fonderie Horne située à Rouyn-Noranda en Abitibi-Témiscamingue est la seule usine de traitement du cuivre au Canada. Pour produire des anodes de cuivre, l'usine est alimentée par des concentrés issus de minerais et des matières électroniques. Ces intrants contiennent des impuretés comme du plomb, du cadmium, de l'arsenic ou du soufre. Ces polluants sont ensuite relâchés en concentration variable à différentes étapes des procédés métallurgiques.

L'arsenic et le cadmium sont deux cancérigènes reconnus, pouvant notamment causer le cancer du poumon (IARC, 2012a; IARC, 2012b). Il est également reconnu qu'une exposition à l'arsenic et au plomb peut causer des troubles neurodéveloppementaux, spécialement chez les jeunes enfants (ATSDR, 2007a; ATSDR, 2007b; FDA, 2016; Lauwerys et al., 2007; Needleman, 2004; OEHHA, 2008; Taylor et al. 2012 ;). Quant au cadmium, il est reconnu comme ayant des effets hépato et néphrotoxique (ATSDR, 2012). Ces trois contaminants agissent de façon synergique, à savoir que leur toxicité est augmentée lorsqu'ils interagissent simultanément dans l'organisme (ATSDR, 2004 ; Cobbina et al, 2015 ; Wu et al., 2016).

Les rejets atmosphériques de la Fonderie Horne sont principalement émis sous forme d'émissions aux cheminées ainsi que sous forme d'émissions diffuses et fugitives. Ces dernières surviennent de manière imprévisible, répétitive et sont de courte durée (de quelques secondes à quelques minutes) et proviennent généralement des activités de fonte et de coulée, de l'entreposage du matériel, de sa manipulation ou de son transport sur le site. Les émissions atmosphériques provenant des activités de fonte et de coulée sont celles ayant le plus d'incidence sur la qualité de l'air à proximité du milieu habité adjacent au complexe industriel.

Les données de suivi environnemental recueillies dans le quartier Notre-Dame (QND), dont les premières maisons sont situées à moins de 100 mètres au sud des installations de la Fonderie Horne, font état de concentrations d'arsenic dans l'air très variables d'une journée à l'autre. À titre d'exemple, en 2018, la différence entre la concentration d'arsenic moyenne journalière maximale et minimale mesurée à la station de qualité de l'air la plus près de l'usine, celle qui se situe à 100 m des premières habitations, était de l'ordre de 2080 fois (max : 1040 ng/m³, min : 0,5 ng/m³)³. Il est à noter qu'il s'agit de concentrations moyennes journalières. Considérant que les émissions diffuses et fugitives sont généralement de courte durée, les concentrations d'arsenic et des autres polluants mesurés dans l'air ambiant peuvent être nettement plus élevés que le maximum journalier enregistré à la station à certains moments.

Depuis la fin des années 70, les enjeux de qualité de l'air et de retombées atmosphériques découlant des activités de cette fonderie de cuivre préoccupent la Direction de santé publique (DSPu). Au total, sept études de biosurveillance ont été menées auprès de la population du QND afin de mesurer leur imprégnation au plomb, au cadmium ou à l'arsenic (BEST, 1979 ; Gagné 1999 ; Gagné 2007 ; Bilodeau et al., 2019). En 2005-2006, la DSPu de l'Abitibi-Témiscamingue a mené une étude visant à comparer le niveau d'arsenic urinaire de la population du QND avec celui de la population du quartier d'Évain, situé à environ huit kilomètres du complexe industriel et localisé à l'opposé de la direction des vents dominants. Dans cette étude, aucune différence significative d'arsenic urinaire n'a été mesurée entre les deux populations et l'auteur a conclu « avec peu de chance de se tromper,

³ Voir l'annexe 1.

que l'exposition actuelle des résidents [du QND] est à toutes fins utiles négligeable. » (Gagné, 2007). Malgré l'apparente certitude de cette conclusion, l'auteur mentionnait également que l'arsenic urinaire reflète une courte période d'exposition et que sa mesure à cinq ou six moments dans l'année constituait un moyen imparfait d'estimer l'exposition à long terme de la population du QND⁴. Suite à un examen des résultats et des limites de l'étude menée en 2005-2006⁵, la nécessité de réévaluer l'imprégnation à l'arsenic de la population du QND s'est imposée en 2017. Par ailleurs, considérant la toxicité de l'arsenic, les concentrations d'arsenic atmosphérique et les retombées de poussières métalliques mesurées dans le cadre du suivi environnemental de Glencore Fonderie Horne, sont en elles-mêmes des raisons suffisantes pour exiger une investigation approfondie de la situation.

À l'automne 2018, la DSPu de l'Abitibi-Témiscamingue a amorcé une campagne de biosurveillance visant à mesurer les concentrations de plomb et de cadmium sanguin ainsi que d'arsenic unguéal auprès des jeunes enfants du QND. Si les résultats de cette étude (Bilodeau, 2019) étaient de manière générale rassurants pour le plomb⁶ et le cadmium, les concentrations d'arsenic mesurées dans les ongles étaient en moyenne 3,7 fois plus élevées que celle du groupe témoin établi à partir de la mesure des concentrations d'arsenic unguéal des enfants d'Amos⁷, une ville de l'Abitibi-Témiscamingue exempte de source industrielle d'arsenic.

La mesure de l'arsenic unguéal a été choisie par la DSPu, car contrairement à d'autres matrices biologiques comme le sang et l'urine, elle permet de mesurer l'imprégnation moyenne cumulée sur quelques semaines (Lauwerys et al., 2007 ; Slotnick et Nriagu, 2006), ce qui convient bien au cas du quartier Notre-Dame, où l'exposition à l'arsenic est très variable d'une journée à l'autre.

Dans le cadre de l'étude menée en 2018, la DSPu a aussi mesuré un lien statistique entre les concentrations d'arsenic unguéal et les poussières présentes sur le plancher à l'intérieur des habitations et dans une moindre mesure avec la surface des sols des aires de jeux extérieurs

⁴ « Nonobstant ces conclusions rassurantes, nous ne devons pas perdre de vue que la mesure de l'imprégnation à l'arsenic, même à cinq reprises au cours d'une année et chez une proportion appréciable de la population exposée, reste un moyen imparfait d'estimer l'exposition à long terme de cette population, car l'arsenic urinaire est trop influencé par l'exposition à très court terme et par l'alimentation, dans la gamme de valeurs où nous nous situons actuellement. » (Gagné 2007).

⁵ Une révision de cette étude par la DSPu a fait ressortir que celle-ci comportait plusieurs limites. Premièrement, même si les résultats indiquaient que les enfants d'âge préscolaire avaient les concentrations d'arsenic urinaire les plus élevées, le nombre de participants de cette classe d'âge (0-5 ans) à cette étude était insuffisant pour permettre d'évaluer adéquatement le niveau de contamination de cette sous-population (n = 16 pour le QND et n = 5 pour le groupe témoin). Deuxièmement, l'arsenic urinaire est un paramètre pouvant introduire une limite d'interprétation importante lorsqu'il s'agit d'évaluer l'imprégnation dans un contexte où l'exposition à la source d'arsenic varie fortement dans le temps. L'arsenic urinaire, qui a une demi-vie de 2 à 4 jours, permet principalement d'évaluer l'exposition à court terme (Liu et al., 2008). La nature aléatoire et les concentrations extrêmement variables des émissions diffuses et fugitives de la Fonderie Horne ne permettent pas de prédire les moments où la population serait la plus exposée et conséquemment, de planifier un échantillonnage au moment approprié. Troisièmement, les concentrations d'arsenic urinaire peuvent également être influencées par l'alimentation, notamment la consommation de fruits de mer (Li et al., 2003 ; Mason et al., 2000) et de riz (FDA, 2016). La consommation de riz n'avait pas été considérée dans l'étude de 2005-2006. Voir la section 1.4.2 de Bilodeau (2019).

⁶ Selon la DSPu, une diminution des plombémies est toutefois toujours souhaitable.

⁷ À noter qu'environ 20 % des concentrations d'arsenic unguéal mesurées dans le QND sont considérées comme des données extrêmes (données dépassant 1,5 fois l'espace interquartile). Ces résultats représentent une valeur se situant entre 8 et 40 fois la moyenne géométrique de la population témoin d'Amos (0,11 µg/g).

(Bilodeau, 2019). Bien que la proportion de l'imprégnation due à l'ingestion de poussière semblait statistiquement prépondérante, compte tenu des limites de ce volet de l'étude, la DSPu n'a pas pu déterminer l'importance de la poussière intérieure et des sols dans la dynamique d'exposition des jeunes enfants du QND.

Néanmoins, en raison des concentrations d'arsenic mesurées dans l'air et en surface des sols, il est possible d'affirmer que dans le QND, la dynamique d'exposition de la population aux rejets atmosphériques d'arsenic de Glencore Fonderie Horne s'effectue par l'entremise de deux voies d'exposition : par l'inhalation d'air chargé de poussières fines en suspension autant dans l'air à l'extérieur qu'à l'intérieur des bâtiments et par l'ingestion de poussières⁸ plus grossières s'étant déposée au sol ou sur d'autres surfaces. Les concentrations dans l'air ambiant sont principalement influencées par les rejets émis quotidiennement par les activités de Glencore Fonderie, mais peuvent aussi être influencées par la remise en suspension de poussières déjà présentes sur les sols, et ce, plus particulièrement en saison estivale.

Bien que la part attribuable de chaque voie d'exposition n'ait pas pu être quantifiée, les résultats de l'étude de 2018 ont permis de se prononcer sur l'imprégnation à l'arsenic des enfants de neuf mois à moins de six ans habitant dans le quartier Notre-Dame. Il importe de rappeler qu'à la suite de cette étude, la DSPu avait recommandé que l'entreprise réduise ses rejets atmosphériques d'arsenic, ceci afin que la population ne soit plus exposée de façon chronique à des émissions atmosphériques d'arsenic entraînant une imprégnation supérieure à celle d'une population non exposée à des sources industrielles de ce polluant. Bien que la recommandation visait l'ensemble de la population du QND, les résultats de l'étude ne permettaient pas d'extrapoler les concentrations d'arsenic unguéal pouvant être mesurées chez les personnes âgées de plus de six ans. Ce questionnement a d'ailleurs été soulevé lors de la présentation des résultats de l'étude en mai 2019. La population du QND a clairement manifesté ses inquiétudes et plusieurs personnes ont demandé de connaître leur niveau d'imprégnation, ainsi que celui de leurs enfants de plus de 6 ans.

C'est dans ce contexte que la DSPu a mené une seconde étude de biosurveillance à l'automne 2019. Au sens de la *Loi sur la santé publique* (S-2.2), cette étude s'inscrit dans le cadre d'une enquête épidémiologique déclenchée par la directrice de santé publique, le 14 mars 2019. Les résultats de cette deuxième étude sont présentés dans le présent document. Des recommandations de santé publique accompagnent également ce rapport.

⁸ L'ingestion de poussières réfère autant aux granulats qu'aux poussières qui pourraient volontairement ou pas être portés à la bouche. Pour les enfants plus âgés et les adultes, l'ingestion volontaire de granulats est moins plausible. L'ingestion involontaire de poussières se ferait par exemple lorsqu'une personne se contamine les mains et ensuite s'alimente ou fume. En saison estivale, lorsque les fenêtres sont ouvertes, les poussières se déposent autant sur les surfaces (et objets) extérieures qu'intérieures. Il s'agit d'une dynamique d'exposition d'inhalation et d'ingestion de poussières d'arsenic omniprésentes dans l'environnement et cette pollution est issue à la fois des activités passées et actuelles de l'entreprise.

2. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Le premier objectif de la DSPu est d'apporter un éclairage complémentaire à l'étude menée en 2018 (Bilodeau, 2019) en caractérisant l'imprégnation à l'arsenic de l'ensemble de la population du QND et en la comparant avec celle d'une population non exposée à des sources industrielles d'arsenic.

Deuxièmement, la DSPu a pour objectif de fournir un portrait d'imprégnation servant de base à un suivi longitudinal visant à vérifier l'effet des mesures de réduction à la source des émissions d'arsenic de Glencore Fonderie Horne sur l'imprégnation à l'arsenic de la population de ce quartier.

Troisièmement, tout comme dans l'étude menée en 2018, la DSPu poursuit l'objectif de caractériser des facteurs (ex. : proximité du lieu de résidence de la Fonderie Horne, temps passé dans le quartier, consommation de certains aliments, etc.) pouvant influencer l'imprégnation à l'arsenic de la population du QND.

3. CONSIDÉRATIONS ÉTHIQUES

Dans le cadre de l'étude de 2018, afin de prendre en considération les enjeux éthiques découlant de la tenue de l'étude, la DSPu a volontairement décidé de soumettre le protocole de l'étude au Comité d'éthique de santé publique (CESP) pour une évaluation éthique. Considérant que l'étude de 2019 s'inscrit dans la continuité de l'étude de 2018, le devis de l'étude de 2019 n'a pas été soumis au CESP pour une évaluation éthique, mais les principaux enjeux éthiques énoncés dans le rapport du CESP (2019) ont été considérés.

3.1. Stigmatisation potentielle

La DSPu est consciente que les résultats de la première phase de l'étude de biosurveillance réalisée à l'automne 2018 ont pu contribuer à la perception qu'il y a un certain risque de résider dans le quartier Notre-Dame, ceci ayant pu accroître la stigmatisation du quartier et de sa population. Pour tenter d'atténuer cet impact potentiel, les communications publiques liées au projet ont été élaborées en mettant l'accent sur la santé, les conseils de prévention, de protection et les actions potentielles pouvant améliorer la santé publique. Par exemple, l'annonce de l'étude de 2019 a été planifiée avec le souci de gérer la perception du risque pouvant y être associée en insistant sur le principe de précaution qui guide les autorités de santé publique. À cet égard, la DSPu a également rappelé son mandat et son rôle de protection de la population.

3.2. Communication et littératie

La DSPu a été supportée par l'Institut du Nouveau Monde (INM) dans l'adaptation des outils de communication aux publics cibles ainsi que dans l'organisation et la tenue des rencontres concernant la présentation des résultats et la collecte des questionnements citoyens. Par ailleurs, le comité consultatif de l'étude de biosurveillance mis sur pied dans le cadre de l'étude biosurveillance de 2018 et suivant les recommandations formulées par le CESP (2018) a poursuivi son mandat⁹ dans le cadre de l'étude de 2019. Ce comité est composé de représentant(e)s de la DSPu, de la ville de Rouyn-Noranda, du MELCC, de Glencore Fonderie Horne, du milieu des centres de la petite

⁹ <https://www.ciass-at.gouv.qc.ca/partage/BIOSURVEILLANCE/Mandat-comite-consultatif-suivi-etude-biosurveillance.pdf>.

enfance (CPE), du milieu scolaire, du milieu communautaire, de communautés culturelles et linguistiques et de trois citoyens. Le mandat du comité consultatif est d'informer les partenaires des démarches de la DSPu, de présenter les outils destinés à la population afin de s'assurer que ceux-ci soient adaptés pour les citoyens et citoyennes, de recevoir une rétroaction des parties prenantes de l'étude, de diffuser des informations relatives à l'étude dans leur milieu spécifique et de recevoir et d'explicitier les préoccupations citoyennes. Le comité s'est rencontré à trois reprises entre la fin septembre 2019 (début de l'étude) et la mi-juin 2020 (divulcation des résultats de l'étude). L'apport citoyen et la rétroaction des différents membres du comité ont permis à la DSPu de bonifier ses différents outils de communication et d'ajuster certains messages. Enfin, étant donné la présence d'une petite communauté anglophone dans le QND, la DSPu a également eu le souci d'inclure l'association de quartier Neighbours au sein du comité consultatif de suivi de l'étude de biosurveillance et s'est assurée à toutes les étapes de la réalisation de l'étude d'avoir du personnel bilingue afin de pouvoir desservir adéquatement cette communauté. Un membre de la DSPu a également fait une présentation des résultats de l'étude de 2018 en langue anglaise à la demande de Neighbours.

3.3. Consentement et confidentialité

Tout comme en 2018, la participation à l'étude s'est faite sur une base volontaire. Les adultes participant à l'étude ou les parents des enfants y participant ont dû remplir et signer un formulaire de consentement (Annexe 4). Le contenu du formulaire était expliqué par un membre de l'équipe de santé publique avant l'échantillonnage. Cette personne s'est systématiquement assurée de répondre aux interrogations des participants et de les informer que toutes les informations personnelles recueillies lors de l'étude resteront confidentielles, que le secret professionnel sera appliqué par toutes les personnes travaillant avec des données personnelles et de recherche et que les adresses courriel recueillies ne seront utilisées que pour transmettre de l'information en lien avec l'étude.

Le consentement détaillé visait notamment à rappeler les objectifs de l'étude, à préciser la façon dont les résultats seraient communiqués aux participants et à indiquer que les résultats anonymisés de l'étude pourraient être utilisés à des fins de recherche, mais que ceux-ci ne seraient pas transmis à des entreprises commerciales ou industrielles.

Les échantillons d'ongles ont été conservés de manière sécuritaire au Centre de toxicologie du Québec, dont l'accès est strictement contrôlé. Un code de recherche unique a été attribué à chaque participant, ceci afin d'éviter l'utilisation de données qui pourrait permettre de les identifier. La base de données (liste maîtresse) qui permet de faire le lien entre le nom du participant et son code de recherche est protégée par un mot de passe et seule l'équipe de recherche y a accès. De plus, les formulaires de consentement et d'analyse sont gardés dans un classeur verrouillé dans les bureaux de la DSPu.

4. MÉTHODOLOGIE

4.1. Population du QND

L'étude visait l'ensemble des classes d'âges de la population du QND. À l'instar de l'étude menée en 2018, les participants devaient résider dans le quartier depuis au moins six mois et être âgés d'au moins neuf mois au moment de la prise d'échantillon d'ongles.

4.2. Population témoin (Amos)

Afin d'établir un comparatif régional, la population de la municipalité d'Amos, située à plus de 100 km de Rouyn-Noranda, a été choisie pour établir la population témoin. Cette population n'est pas exposée à des sources industrielles d'arsenic ou à des sources d'arsenic par l'entremise du réseau d'alimentation en eau potable. Tout comme les participants du QND, ceux d'Amos devaient y habiter depuis au moins six mois, être âgés minimalement de neuf mois et être approvisionnés en eau potable à partir du système d'aqueduc de la ville.

4.3. Sources d'exposition à l'arsenic

L'arsenic est une substance omniprésente dans l'environnement. On la retrouve habituellement en faible concentration dans l'air, les sols, l'eau et les aliments. Les formes organiques (acide monométhylarsinique [MMA], acide diméthylarsinique [DMA], arsénobétaïne [AsB], arsénocholine [AsC]) sont reconnues comme étant moins toxiques que les formes inorganiques (AsV, AsIII) (ATSDR, 2007a; ACIA, 2010). Les fonderies de métaux émettent essentiellement de l'arsenic inorganique sous forme trivalente (AsIII) et dans une moindre mesure sous forme pentavalente (AsV) (Cullen et Reimer, 1989 ; Martin et al., 2014). Sous forme trivalente, l'arsenic est chimiquement plus réactionnel et plus toxique (Cullen et Reimer, 1989 ; Lauwerys et al., 2007).

Pour la majorité des populations non exposées à des sources industrielles d'arsenic, l'alimentation serait la voie principale d'exposition (ATSDR, 2007a). Dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue (Poissant, 2008, Gagnon et al, 2016), comme dans d'autres régions du monde (Mandal et Suzuki, 2002), l'alimentation en eau potable peut toutefois contribuer substantiellement à l'exposition de la population à l'arsenic inorganique. En effet, des concentrations naturelles élevées d'arsenic ont été mesurées dans l'eau de plusieurs puits domestiques situés dans des zones géologiquement riches en arsenic. Néanmoins, ce n'est pas le cas des gens résidant dans le quartier Notre-Dame ni de ceux vivant dans le périmètre urbain d'Amos, ces derniers s'alimentant à partir d'un réseau de distribution (aqueduc), dont les concentrations en arsenic, sont très faibles, voire négligeables¹⁰. Parmi les sources alimentaires, la forme d'arsenic qui s'accumule dans les fruits de mer ou le poisson serait majoritairement sous une forme organique (AsB) qui est reconnue comme étant peu toxique pour l'être humain (Cullen et Reimer, 1989 ; Lauwerys et al., 2007 ; Sharma et Sohn, 2009 ; Santé Canada, 2017). Par contre, il est reconnu que certains aliments, en particulier le riz, peuvent accumuler de l'arsenic, mais majoritairement sous forme inorganique (FDA, 2016 ; Santé Canada, 2017). De plus, plusieurs types d'algues (hijiki, nori, wakamé) ou produits à base d'algues peuvent contenir des concentrations d'arsenic inorganique relativement élevées (ACIA, 2019 ; ACIA 2011).

Parmi les autres sources d'arsenic, il convient de mentionner que certains dérivés d'arsenic sont utilisés comme pesticides (Lauwerys et al., 2007). Le bois traité à l'arséniat de cuivre chromaté (ACC) peut également représenter une source d'exposition notable lorsque celui-ci est brûlé ou sablé (Lauwerys et al., 2007 ; Santé Canada, 2017). Finalement, le tabagisme constitue une source d'exposition non négligeable à l'arsenic (Liu et al. 2012).

¹⁰ La concentration d'As dans l'eau du réseau d'aqueduc de Rouyn-Noranda en 2018 était sous la limite de détection du laboratoire.

4.4. Biosurveillance et mesure de l'arsenic dans les ongles

La biosurveillance permet de mesurer dans le corps humain les substances chimiques auxquelles une personne peut être exposée dans son environnement. L'exposition à ces substances chimiques se fait par l'entremise de différentes voies d'exposition, à savoir par l'air qu'une personne respire, les aliments, l'eau et les poussières qu'elle ingère et par les contacts qu'elle a avec ces substances par la peau. Le sang, l'urine, les cheveux ou les ongles peuvent être analysés afin d'évaluer le degré d'imprégnation d'une personne à diverses substances.

L'étude de biosurveillance dont il est question ici vise à faire le portrait de l'imprégnation à l'arsenic de la population du quartier Notre-Dame qui est situé à proximité de la Fonderie Horne, car cette dernière rejette de l'arsenic qui se retrouve ensuite dans l'air et en surface des sols du quartier.

L'arsenic urinaire ou sanguin témoigne de l'exposition très récente d'une personne. Son analyse renseigne sur l'exposition des derniers jours et reflète seulement quelques heures d'exposition. L'arsenic urinaire est une mesure biologique fiable lorsque la source du contaminant suspecté est constante et que l'exposition est continue (ex. : consommation d'eau potable contaminée à l'arsenic), ce qui n'est pas le cas dans le quartier Notre-Dame. Rappelons que la population du quartier Notre-Dame est exposée à des concentrations très variables d'arsenic d'une journée à l'autre¹¹.

En revanche, la mesure de l'arsenic dans les ongles permet d'estimer l'imprégnation moyenne cumulée sur plusieurs semaines il y a quelques mois. Cette mesure permet ainsi de prendre en compte le caractère très variable de l'exposition qui caractérise la problématique du quartier Notre-Dame et d'évaluer l'imprégnation moyenne sur une période donnée.

Dans le quartier Notre-Dame, bien que la grande majorité des prélèvements d'ongles aient été réalisés lors d'une campagne d'échantillonnage qui s'est tenue les 28, 29, 30 septembre, l'ensemble des prélèvements s'est déroulé sur une période d'un mois, allant du 28 septembre à la fin octobre 2019. Il peut donc y avoir un écart d'un mois entre le moment où deux échantillons d'ongles ont été prélevés, ce qui a une influence sur l'étendue de la période d'exposition représentée par l'ensemble des échantillons. Par ailleurs, même si on sait à quel moment un échantillon d'ongle a été prélevé, considérant que la vitesse de croissance des ongles est variable d'un individu à l'autre et que la longueur des rognures d'ongles prélevées varie d'un participant à l'autre, il n'est pas possible dans le cadre de cette étude d'estimer avec précision la période d'exposition couverte par un échantillon donné. Selon la littérature scientifique consultée (Slotnick et Nriagu, 2006 ; He, 2011), le temps qu'un ongle pousse de sa base jusqu'à son extrémité (bout de l'ongle) prend en moyenne de trois à six mois. Sur cette base, et considérant la période d'un mois pendant laquelle les prélèvements ont été réalisés, il est estimé que les concentrations d'arsenic mesurées dans les rognures d'ongles prélevées représenteraient la moyenne d'une période d'exposition de quelques semaines ayant eu lieu il y a environ trois à sept mois, c'est-à-dire entre la fin mars et la fin juillet 2019. La DSPu souhaitait avoir un portrait estival de l'imprégnation considérant qu'il s'agit de la période dans l'année où en raison de leurs habitudes de vie et de leurs comportements, les gens résidant dans le QND sont susceptibles d'être plus exposés à l'arsenic que durant la période hivernale.

Pour la population d'Amos, les prélèvements d'ongles ont été réalisés lors d'une campagne qui s'est tenue les 9, 10, 11 novembre. Sur la même base scientifique que celle énoncée pour la population du QND, il est estimé que les concentrations d'arsenic mesurées dans les rognures d'ongles

¹¹ Voir l'annexe 1.

prélevées représenteraient la moyenne d'une période d'exposition de quelques semaines ayant eu lieu il y a environ trois à six mois, c'est-à-dire entre le début du mois de mai et le début du mois d'août 2019. Tout comme pour le QND, il s'agit d'un portrait de l'imprégnation en période estivale.

4.5. Recrutement

Population du QND

Dès la mi-août 2019, la DSPu a indiqué au comité consultatif de suivi de l'étude de biosurveillance¹² qu'elle mènerait une nouvelle étude concernant l'ensemble de la population du QND. Suivant cette rencontre, elle a ensuite publié un communiqué présentant son plan d'action et présenté celui-ci dans les médias, afin d'en informer la population.

À la mi-septembre, un publipostage invitant la population du QND à participer à l'étude et à se déplacer pour la collecte d'ongles dans les locaux du CISSS de l'Abitibi-Témiscamingue du 28 au 30 septembre 2019 a été envoyé par la poste (Annexe 2 - Publipostage envoyé aux citoyens du QND).

Dans la semaine précédant la fin de semaine de collecte d'ongles à Rouyn-Noranda, un message préenregistré de la directrice de santé publique, D^{re} Lyse Landry, a été diffusé par le système automatisé de messages (SAM) de la ville de Rouyn-Noranda¹³. Ce système a permis de rejoindre et d'inviter à l'échantillonnage les citoyens du quartier qui ont des lignes téléphoniques fixes ainsi que ceux dont le numéro de cellulaire est inscrit sur le site de la Ville de Rouyn-Noranda. Ce mécanisme est particulièrement efficace pour rejoindre les citoyennes et citoyens plus âgés du QND.

La DSPu a aussi sollicité directement par courriel les participants de l'étude de biosurveillance de 2018 et les membres du comité consultatif de suivi de l'étude de biosurveillance afin qu'ils diffusent l'invitation à participer à l'étude aux citoyens et citoyennes du QND qu'ils connaissent. À cet égard, la direction de l'école Notre-Dame-de-Protection a diffusé l'invitation dans son réseau.

Population témoin (Amos)

Un publipostage invitant la population témoin à participer à l'étude (Annexe 3 - Publipostage envoyé aux citoyens d'Amos) et à se déplacer pour la collecte d'ongles dans les locaux du CLSC du CISSS de l'Abitibi-Témiscamingue du 9 au 10 novembre a été envoyé par la poste à la fin du mois d'octobre aux résidents d'Amos habitant les quartiers couverts par les routes de facteurs LC0046, LC0045 et LC0043 de Postes Canada. Ces trois routes de facteurs regroupent uniquement des adresses desservies par le réseau d'eau potable de la ville d'Amos.

À noter qu'une collecte d'ongles a aussi été réalisée auprès des employés du CISSS de l'Abitibi-Témiscamingue du secteur d'Amos au cours de la journée du 8 novembre 2019. Une note de service a été transmise par courriel aux employés de ce secteur pour les informer de la collecte d'ongles. À titre de rappel, un message d'invitation a également été communiqué via l'interphone de l'hôpital la journée de la collecte. Les employés étaient invités à se rendre au local spécifié dans la note pour signer le formulaire de consentement, compléter le questionnaire et fournir un échantillon de leurs ongles. Des recruteurs de l'équipe de la DSPu circulaient également dans l'hôpital afin de favoriser le recrutement de la plus grande diversité des employés de l'hôpital. Ainsi, autant du personnel de l'entretien ménager, du service alimentaire, des employés de bureau, des préposés aux bénéficiaires

¹² <https://www.ciass-at.gouv.qc.ca/comite-consultatif-de-suivi-de-letude-de-biosurveillance/>

¹³ <http://www.ville.rouyn-noranda.qc.ca/fr/page/systeme-automatise-de-messages/>

que du personnel médical ont été échantillonnés. À noter que des patients présents sur place à l'hôpital ont également été recrutés par l'équipe de la DSPu pour participer à l'étude.

4.6. Questionnaire

Afin de documenter les différentes sources par lesquelles les participants peuvent être exposés à l'arsenic via leur alimentation, leur travail, leurs activités ou encore via une source secondaire d'alimentation en eau potable, un questionnaire¹⁴ devait être rempli par tous les adultes participants à l'étude ou les parents des enfants y participant, autant pour ceux du QND que d'Amos. Le questionnaire pouvait être rempli en ligne ou sur place lors de l'échantillonnage des ongles avec un représentant de la DSPu, et ce, dans le but d'accommoder les citoyens qui n'avaient ni accès à Internet ni à un ordinateur ou qui auraient un niveau de littératie insuffisant pour remplir par eux-mêmes le questionnaire. Ce mécanisme a également permis à la DSPu de s'assurer d'obtenir des données pour tous les participants.

4.7. Échantillonnage des ongles

Du 28 au 30 septembre à Rouyn-Noranda et du 8 au 10 novembre à Amos, des représentants de la DSPu ont recueilli des échantillons d'ongles de main dans des locaux du CISSS de l'Abitibi-Témiscamingue. Pour les résidents du QND désirant participer à l'étude et ayant un empêchement lors de cette fin de semaine de collecte ou qui avaient les ongles trop courts à ce moment, il était possible de prendre un rendez-vous pour réaliser ultérieurement les prélèvements d'ongles avec un représentant de la DSPu dans les locaux du CISSS de l'Abitibi-Témiscamingue. Pour confirmer que les participants vivaient effectivement dans le QND et pour éviter que des personnes résidant dans un autre quartier de la ville s'immiscent dans l'étude, la DSPu avait préalablement obtenu une liste de la RAMQ de tous les habitants du QND. Lors de la signature du formulaire de consentement, le lieu de résidence des participants était systématiquement vérifié. Si la personne n'était pas sur la liste, mais qu'elle pouvait démontrer qu'elle habitait depuis plus de six mois dans le QND, celle-ci pouvait participer à l'étude.

Lors de l'échantillonnage, les participants devaient se laver les mains et se frotter le dessus et le dessous des ongles à l'aide d'une brosse. Entre les échantillonnages, les brosses étaient systématiquement lavées à l'aide d'eau savonneuse pendant plus de vingt secondes et les coupe-ongles lavés et désinfectés à l'aide d'un tampon alcoolisé isopropylique antiseptique¹⁵. Un cure-ongles jetable¹⁶ était également disponible pour déloger les saletés pouvant s'accumuler sous les ongles. Ensuite, un échantillon d'ongles de tous les doigts des deux mains a été prélevé par le participant lui-même ou son parent à l'aide du coupe-ongles en acier inoxydable et les morceaux d'ongles conservés dans un sac de type Ziploc servant à conserver des échantillons biologiques. Les sacs d'échantillons ont été conservés à la température de la pièce avant d'être envoyés au laboratoire du Centre de toxicologie du Québec (CTQ) pour y être préparés et analysés suivant la méthode M-599.

¹⁴ Voir le questionnaire du QND : www.cisss-at.gouv.qc.ca/partage/BIOSURVEILLANCE/Questionnaire_biosurveillance_2019_QND.pdf. Voir le questionnaire de la population témoin d'Amos : www.cisss-at.gouv.qc.ca/partage/BIOSURVEILLANCE/Questionnaire_biosurveillance_2019_Amos.pdf.

¹⁵ Tampon alcoolisé isopropylique antiseptique de la marque Loris^{MD} 103-03.

¹⁶ Cure-ongles Avagard (2017-09AP).

5. ANALYSES STATISTIQUES

Des analyses descriptives ont été réalisées pour décrire les populations à l'étude, ainsi que pour décrire les résultats d'imprégnation à l'arsenic de la population du QND et de la population témoin d'Amos (moyenne géométrique, médiane, écart type, etc.). Les différences d'âge et de concentrations d'arsenic unguéal entre les deux populations pour les deux classes d'âge (moins de 18 ans et 18 ans et plus) ont été testées à l'aide d'un test de Wilcoxon-Mann-Whitney. La répartition des sexes, le niveau d'éducation, le revenu familial ainsi que la différence entre les deux populations quant aux fréquences auxquelles elles consomment différents aliments contenant de l'arsenic ont été testées à l'aide d'un test de χ^2 . Lorsqu'une différence était mesurée dans un test de χ^2 , un test de proportion était effectué afin de déterminer à quel niveau se situe la différence et ensuite le d de Cohen était calculé afin de déterminer l'importance de cette différence (Cohen, 1988).

5.1. Covariables analysées

Pour la population du QND, des modèles linéaires généralisés utilisant la méthode des moindres carrés généralisés (gls) ont ensuite été utilisés et comparés afin de vérifier s'il existe une association statistique entre les concentrations d'arsenic dans les ongles et l'âge, le sexe, la distance de la résidence par rapport à un point fixe situé à la limite sud des installations de Glencore Fonderie Horne, sa position géographique dans le quartier, le statut tabagique, vivre avec quelqu'un qui fume à l'intérieur de la résidence, le type de terrain (gazon, gravier, asphalte, etc.), la fréquence de consommation de divers aliments contenant de l'arsenic (fruits de mer, poisson de pêche sportive, poisson acheté à l'épicerie, riz, céréales de riz, sushis et algues), la fréquence de ménage (aspirateur, époussetage, lavage des planchers), le revenu familial, le niveau d'éducation¹⁷, travailler, aller à l'école, à la garderie ou rester à la maison dans le QND (oui, non), passer en général les fins de semaine et les journées de congé dans le QND (oui, non) et l'intensité des habitudes de jardinage (jamais, rarement, régulièrement, souvent, très souvent). Des modèles « gls » ont également été utilisés pour la population d'Amos où la relation statistique entre les concentrations d'arsenic unguéal et le sexe, l'âge, le statut tabagique ou résider avec quelqu'un qui fume à l'intérieur, le revenu familial, le niveau d'éducation et la fréquence de consommation de divers aliments contenant de l'arsenic ont été testés. L'analyse des paramètres du meilleur modèle sélectionné a permis d'évaluer l'effet de chaque variable explicative considérée.

5.2. Traitements des données

Les résultats des concentrations en arsenic unguéal en dessous de la limite de détection (LD) fournie par le laboratoire (0,006 $\mu\text{g/g}$) se sont vu attribuer la moitié de cette dernière (LD/2).

Afin de respecter la normalité, les données de la variable dépendante (concentrations d'arsenic unguéal) utilisées dans les modèles linéaires généralisés ont été log transformées.

Plusieurs modèles ont été testés en combinant les diverses variables indépendantes présentées plus haut (âge, sexe, distance, position géographique, etc.). Les modèles statistiques ont été allégés afin d'éviter la saturation, c'est-à-dire que le nombre de variables dans les modèles a été limité à trois. Un ajustement des β des covariables faisant partie des modèles s'ajustant le mieux aux données¹⁸ a été réalisé (*model averaging*). Afin de vérifier si les modèles pouvaient être affectés par

¹⁷ Le niveau d'éducation du parent ayant répondu aux questionnaires a été utilisé pour les enfants.

¹⁸ Modèles ayant un ΔAIC de moins de 5 avec le modèle ayant l'AIC le plus bas.

des problèmes de pseudoréplication spatiale, c'est-à-dire de considérer des unités dépendantes spatialement comme indépendantes, les modèles ont été testés avec différentes structures d'autocorrélation spatiale (exponentielle, gaussienne, sphérique, linéaire et quadratique rationnelle) à l'aide du paquet « nlme » de R. Lorsque de l'autocorrélation spatiale était détectée dans un modèle, les β des covariables étaient corrigées pour tenir compte de celle-ci.

Les différents modèles élaborés ont tous été comparés en fonction du critère d'information d'Akaike ajusté pour les petits échantillons (AICc)¹⁹. Les modèles ayant les AICc les plus faibles, c'est-à-dire s'ajustant le mieux aux données observées, ont été sélectionnés. Pour éviter les erreurs de type II, des tests de multicollinéarité ont été effectués entre les covariables des modèles sélectionnés. Si le facteur d'inflation de la variance (VIF) dépassait 4, le modèle était rejeté. Afin de comprendre l'effet des variables indépendantes sur les variables dépendantes, le poids d'AICc de chaque variable a été considéré, ainsi que l'importance des variables sélectionnées. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées par l'équipe de la DSPu de l'Abitibi-Témiscamingue à l'aide du logiciel R.

6. RÉSULTATS

Cette section présente les données descriptives des populations du QND et d'Amos ayant participé à l'étude, les résultats d'arsenic unguéal, ainsi que les résultats des analyses statistiques.

6.1. Description de la population du QND et de la population témoin d'Amos

Pour la population du QND, des résultats ont été obtenus pour 293 échantillons d'ongles²⁰, ceci représentant un taux de participation de 14,8 % des personnes inscrites sur la liste fournie par la RAMQ. Les enfants (moins de 18 ans) représentent 23 % (66/293) de l'échantillon et les adultes (18 ans et plus) 77 % (227/293). Sur l'ensemble des participants du QND, 68 % (198/293) partageaient la même adresse avec au moins un autre des participants²¹.

Pour la population témoin d'Amos, des résultats ont été obtenus pour 183 échantillons d'ongle²². Les enfants représentent 15 % (27/183) de l'échantillon et les adultes 85 % (156/183). Sur l'ensemble des participants d'Amos, 41 % (75/183) partageaient la même adresse avec au moins un autre des participants.

Les statistiques descriptives des données sociodémographiques de la population du QND et de la population témoin d'Amos sont présentées au tableau 1.

¹⁹ Lorsque le nombre d'échantillons est suffisamment grand, les valeurs d'AICc convergent vers l'AIC. La sélection de modèle n'est donc pas affectée.

²⁰ En raison d'une quantité d'ongles insuffisante pour réaliser les analyses de laboratoire, il n'a pas été possible d'obtenir de résultat pour neuf participants du QND.

²¹ Les différents ménages étaient composés au maximum de cinq personnes dans le QND et de sept personnes à Amos.

²² En raison d'une quantité d'ongles insuffisante pour réaliser les analyses de laboratoire, il n'a pas été possible d'obtenir de résultat pour un participant d'Amos.

Tableau 1 : Statistiques descriptives des données sociodémographiques des participants à l'étude

	Population	N	% de participants de sexe féminin	Âge (année) MG* (Min ; Max)
Enfants	QND	66	47	6,9 (1,3 ; 17,4)
	Amos	27	37	8,0 (0,9 ; 17,9)
Adultes	QND	227	57	49,8 (18,1 ; 85,6)
	Amos	156	60	47,5 (18,4 ; 89,5)

* Moyenne géométrique

Les populations à l'étude ne présentent aucune différence significative dans la distribution des sexes, autant pour les enfants ($p = 0,519$) que pour les adultes ($p = 0,633$). Les moyennes d'âge entre les deux groupes d'âge des populations ne présentent également pas de différences significatives (enfants : $p = 0,266$; adultes : $p = 0,257$). Le niveau d'éducation des parents des enfants ayant participé à l'étude est en général plus élevé à Amos que dans le QND ($p = 0,012$). Il n'y a cependant aucune différence significative entre le niveau d'éducation des participants adultes d'Amos et du QND ($p = 0,080$). Il n'y a également aucune différence significative entre les revenus familiaux des parents des enfants du QND et d'Amos ayant participé à l'étude ($p = 0,054$). Par contre, chez les adultes, les revenus familiaux des participants d'Amos sont en général plus élevés que ceux du QND ($p = 0,001$). En ce qui concerne la consommation d'aliments pouvant contenir de l'arsenic, il n'y a aucune différence dans la fréquence de consommation de fruits de mer (enfants : $p = 0,314$; adultes : $p = 0,223$), de poissons de pêche sportive (enfants : $p = 0,385$; adultes : $p = 0,508$) ou de céréales à base de riz (enfants : $p = 0,377$; adultes : $p = 0,072$) entre les deux populations à l'étude. Cependant, les enfants d'Amos ayant participé à l'étude consommeraient plus de poissons achetés à l'épicerie (enfants : $p = 0,001$; adultes : $p = 0,119$) et de sushis ou d'algues (enfants : $p = 0,022$; adultes : $p = 0,793$) que ceux du QND. Les enfants et les adultes d'Amos ayant participé à l'étude consommeraient également plus de riz que ceux du QND (enfants : $p = 0,010$; adultes : $p = 0,001$).

6.2. Résultats de l'imprégnation des participants du QND et d'Amos à l'arsenic

Les statistiques descriptives des résultats d'arsenic unguéal mesurés chez les enfants (moins de 18 ans)²³ et les adultes (18 ans et plus) du QND et d'Amos sont présentées au tableau 2. Les figures 1 et 2 permettent de visualiser la distribution des données.

Tout comme en 2018 (Bilodeau, 2019), les résultats diffèrent significativement entre les populations à l'étude, les moyennes géométriques dans le quartier Notre-Dame étant environ quatre fois plus élevées que celles mesurées à Amos, et ce, autant pour les enfants ($p < 0,001$) que pour les adultes ($p < 0,001$). À noter que des valeurs extrêmes (12 % des données) s'élevant entre 15 et 59 fois la valeur de la moyenne géométrique des enfants de la population témoin ont été mesurées chez les

²³ Bien que morphologiquement il y a une différence importante entre les enfants en bas âge et les adolescents, ceux-ci ont été regroupés afin d'avoir une puissance statistique suffisante pour les analyses statistiques. Un n de 25 était nécessaire pour détecter un effet important (0,8) au seuil de signification de 0,05 lors de la comparaison des moyennes des populations du QND et d'Amos. Ceci dit, peu importe à partir de quel âge la classe d'âge des enfants se termine, la différence de moyenne entre les populations reste du même ordre, c'est-à-dire quatre fois plus.

enfants du QND. Ces valeurs extrêmes (7 % des données) peuvent représenter entre 14 et 33 fois la valeur de la moyenne géométrique des adultes d'Amos chez les adultes du QND.

Lorsque l'on compare les moyennes géométriques des résultats d'arsenic unguéal des enfants et des adultes pour chacune des populations à l'étude, on observe que les enfants affichent en moyenne des concentrations d'arsenic unguéal trois fois plus élevées que celles des adultes.

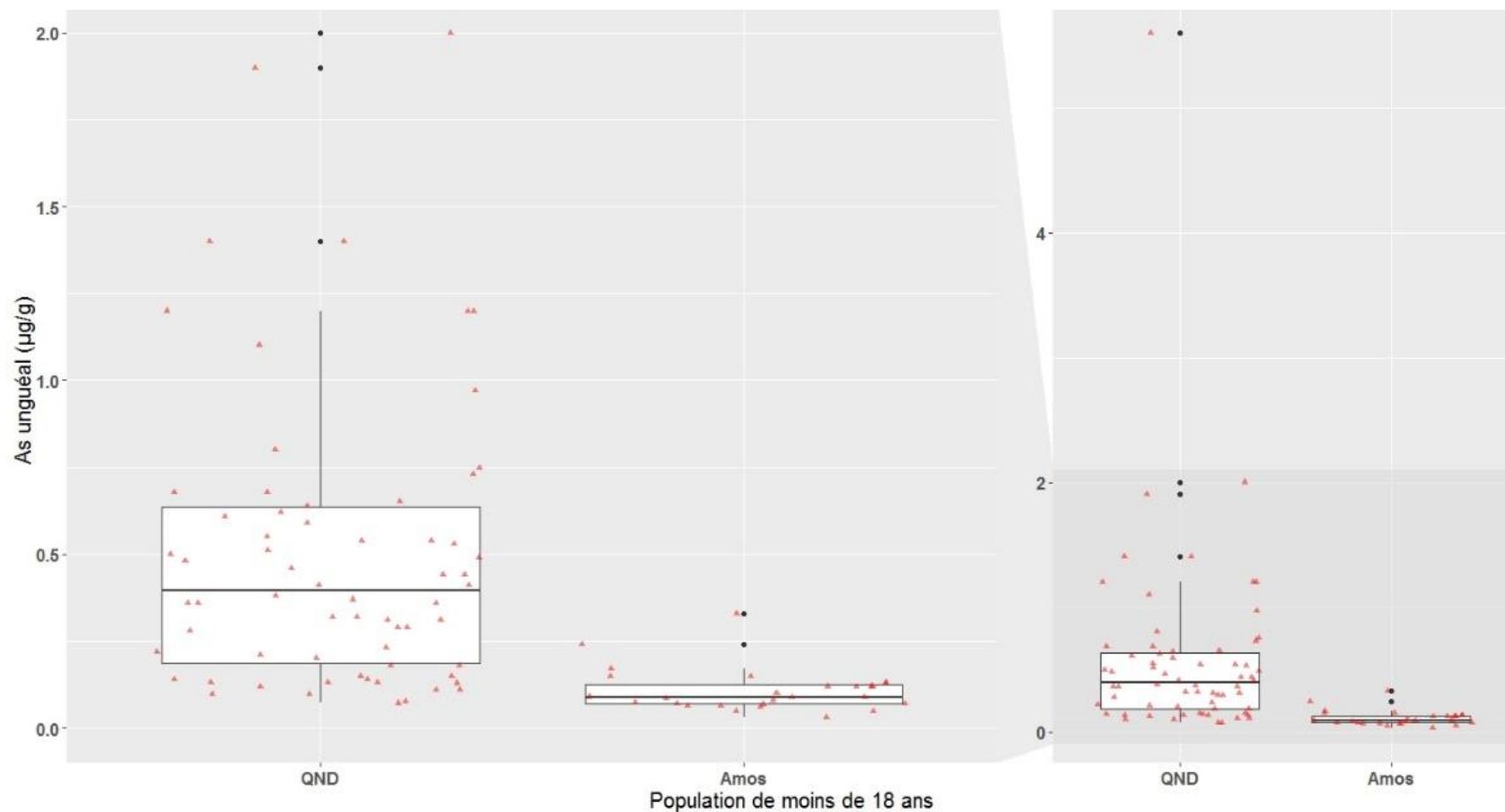
Pour des fins comparatives, il est à noter que la moyenne géométrique obtenue en 2019 pour les enfants du QND de moins de 6 ans (n = 24) est de 0,431 µg/g, ce qui est similaire à celle de 0,416 µg/g mesurée en 2018 (n = 36). Cette similarité a également été observée chez les enfants de moins de 6 ans de la population témoin d'Amos, les moyennes géométriques ayant été observées en 2018 (n = 76) et 2019 (n = 5) étant respectivement de 0,113 µg/g et de 0,141 µg/g (Bilodeau, 2019).

Tableau 2 : Distribution des données d'arsenic unguéal (µg/g) du quartier Notre-Dame et de la population témoin d'Amos

Distribution	Arsenic unguéal (µg/g)			
	Enfants		Adultes	
	QND	Amos	QND	Amos
Minimum	0,072	0,030	< 0,006	< 0,006
5^e percentile	0,101	0,048	0,036	0,003*
Médiane	0,395	0,089	0,130	0,044
Moyenne géométrique	0,377	0,095	0,138	0,033
95^e percentile	1,400	0,219	0,605	0,143
Maximum	5,600	0,330	1,100	0,600
Écart type	0,754	0,063	0,180	0,069
Données sous la limite de détection (%)	0	0	4 (1,8 %)	30 (19,2 %)

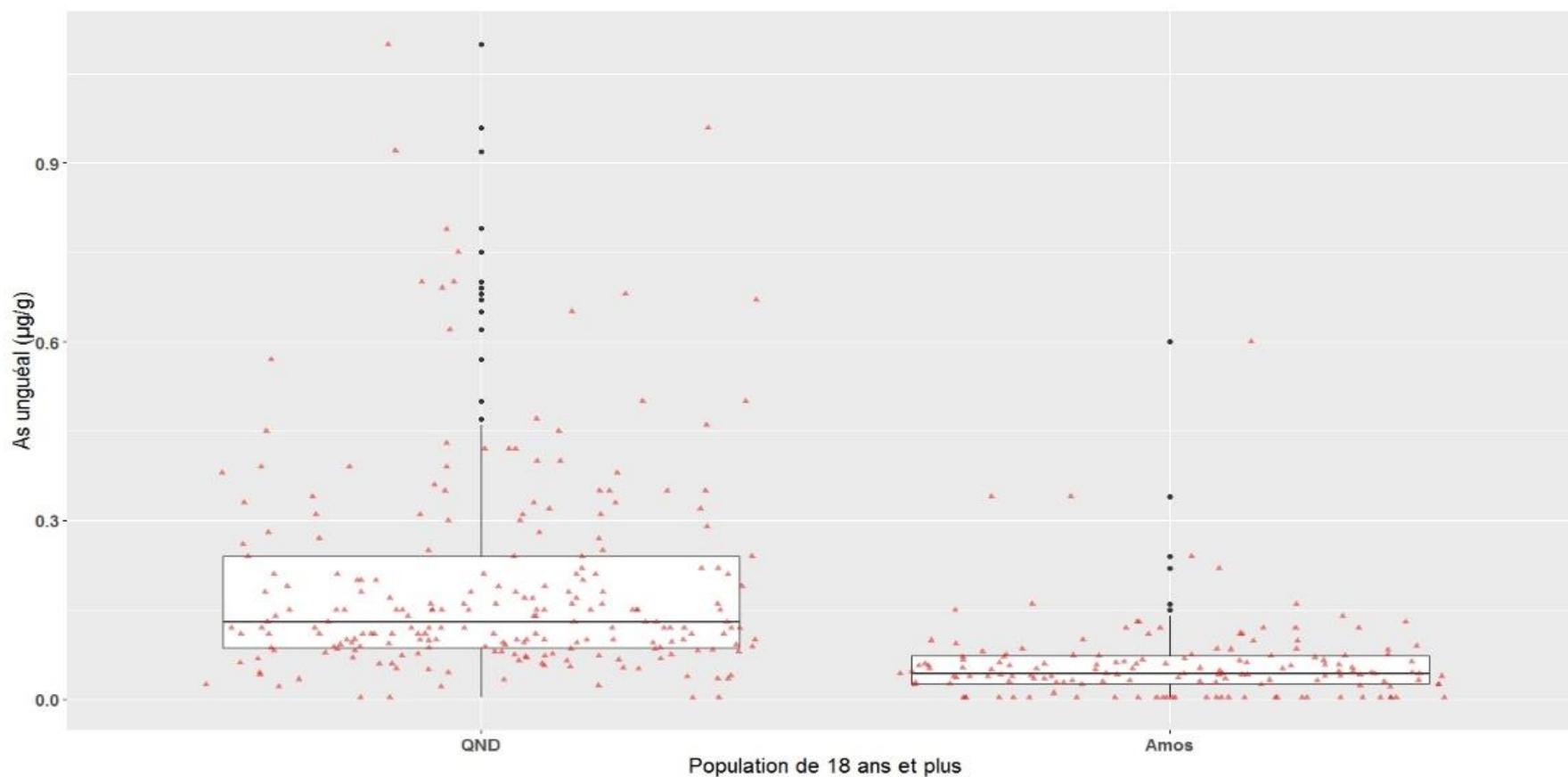
* Correspond à la moitié de la limite de détection

Figure 1 : Comparaison des concentrations d'arsenic unguéal ($\mu\text{g/g}$) chez les enfants du quartier Notre-Dame et d'Amos*



* Les triangles rouges représentent les données distribuées aléatoirement sur l'axe des X. Ceux-ci ont été superposés au graphique en boîte à moustache, représentés en noir. Les points noirs représentent des données extrêmes, dépassant 1,5 fois l'espace interquartile. À titre informatif, les triangles rouges situés aux mêmes endroits que les points noirs sur l'axe vertical représentent les mêmes données et ceci afin de faciliter la lecture. La partie de gauche est l'agrandissement de la partie de droite.

Figure 2 : Comparaison des concentrations d'arsenic unguéal ($\mu\text{g/g}$) chez les adultes du quartier Notre-Dame et d'Amos*



* Les triangles rouges représentent les données distribuées aléatoirement sur l'axe des X. Ceux-ci ont été superposés au graphique en boîte à moustache, représentés en noir. Les points noirs représentent des données extrêmes, dépassant 1,5 fois l'espace interquartile. À titre informatif, les triangles rouges situés aux mêmes endroits que les points noirs sur l'axe vertical représentent les mêmes données.

6.3. Facteurs pouvant influencer les concentrations d'arsenic de la population du QND

Selon les tests statistiques réalisés, il y aurait chez les enfants du QND ayant participé à l'étude (moins de 18 ans) une association statistique significative entre les concentrations d'arsenic unguéal mesurées et la distance du lieu de résidence par rapport à la Fonderie (Tableau 3, 4, 5 et 6). La même tendance est également observée chez les adultes. La visualisation de la distribution spatiale des concentrations d'arsenic unguéal (Figure 3) dans le QND permet de déceler que les concentrations d'arsenic unguéal les plus élevées se trouvent au nord du quartier, c'est-à-dire à proximité des installations de Glencore Fonderie Horne. Chez les moins de 18 ans, l'âge est associé aux concentrations d'arsenic unguéal, les plus jeunes ayant des concentrations d'arsenic dans les ongles plus élevées (Tableau 3 et 4). Chez adultes, les hommes ont tendance à avoir des résultats plus élevés que les femmes (Tableau 5 et 6). Ces variables sont les plus influentes des modèles. Il faut cependant noter que chez les adultes, elles n'ont qu'un effet modéré sur l'ajustement du modèle, c'est-à-dire que la relation statistique, bien qu'existante est plutôt faible.

Tableau 3 : Sélection de modèles pour les variables influençant les concentrations d'arsenic unguéal chez les moins de 18 ans du QND

Rang	Modèle	$\Delta AICc$	Poids d'AICc	K
1	Âge + distance + fréquence de consommation de poisson de pêche	0,000	0,480	6
2	Âge + distance	2,871	0,114	3
3	Âge + distance + aller à l'école, à la garderie ou rester à la maison dans le QND	4,371	0,054	4
4	Distance + aller à l'école, à la garderie ou rester à la maison dans le QND	4,399	0,053	3
5	Distance	4,475	0,051	2
6	Distance + aller à l'école, à la garderie ou rester à la maison dans le QND + fréquence de consommation de poisson de pêche	4,880	0,042	6
...	
67	Modèle nul	19,913	0,000	1

Tableau 4 : Détails statistiques des variables composants les modèles s'ajustant le mieux aux données chez les moins de 18 ans du QND

Variable	$\beta \pm$ erreur ajustée	Poids cumulatif d'AICc
Distance	-2,78 \pm 0,64	0,95
Âge	-0,08 \pm 0,02	0,77
Consommation de poisson de pêche sportive (en ordre croissant de fréquence de consommation)	0,90 \pm 0,30 -0,33 \pm 0,49 -0,21 \pm 0,68	0,59
Aller à l'école, à la garderie ou rester à la maison dans le QND	0,36 \pm 0,22	0,16

Les résultats indiquent que les enfants allant à l'école, à la garderie ou restant à la maison dans le QND, donc ceux passant la majorité de leur temps dans le quartier, ont des concentrations d'arsenic plus élevées (Tableau 4). Le poids cumulatif d'AICc de cette variable est cependant faible. En ce qui concerne l'alimentation, la consommation de poisson de pêche sportive donne des résultats incohérents où aucune tendance claire ne se dégage (Tableau 4). À noter que la fréquence de consommation de cet aliment est relativement faible chez les enfants du QND²⁴. Bien que cette variable contribue modérément à l'ajustement des meilleurs modèles, elle n'apporterait aucune information utile.

²⁴ 78 % des participants n'ont pas consommé de poisson de pêche sportive dans l'année précédant la collecte des ongles.

Tableau 5 : Sélection de modèles pour les variables influençant les concentrations d'arsenic unguéal chez les 18 ans et plus du QND

Rang	Modèle ²⁵	$\Delta AICc$	Poids d'AICc	K
1	Sexe + distance	0,000	0,189	5
2	Sexe + distance + scolarité	0,236	0,168	8
3	Sexe + scolarité	0,616	0,139	7
4	Sexe	1,825	0,076	4
5	Distance + scolarité	1,953	0,071	7
6	Scolarité	2,422	0,056	6
7	Sexe + distance + travailler dans le QND	3,093	0,040	6
8	Distance	3,127	0,040	4
9	Sexe + distance + tabagisme	3,471	0,033	6
10	Tabagisme	3,861	0,027	4
11	Sexe + scolarité + tabagisme	4,501	0,020	8
12	Sexe + travailler dans le QND	4,770	0,017	5
...	
31	Modèle nul	9,453	0,002	1

Tableau 6 : Détails statistiques des variables composant les modèles s'ajustant le mieux aux données chez les 18 ans et plus du QND

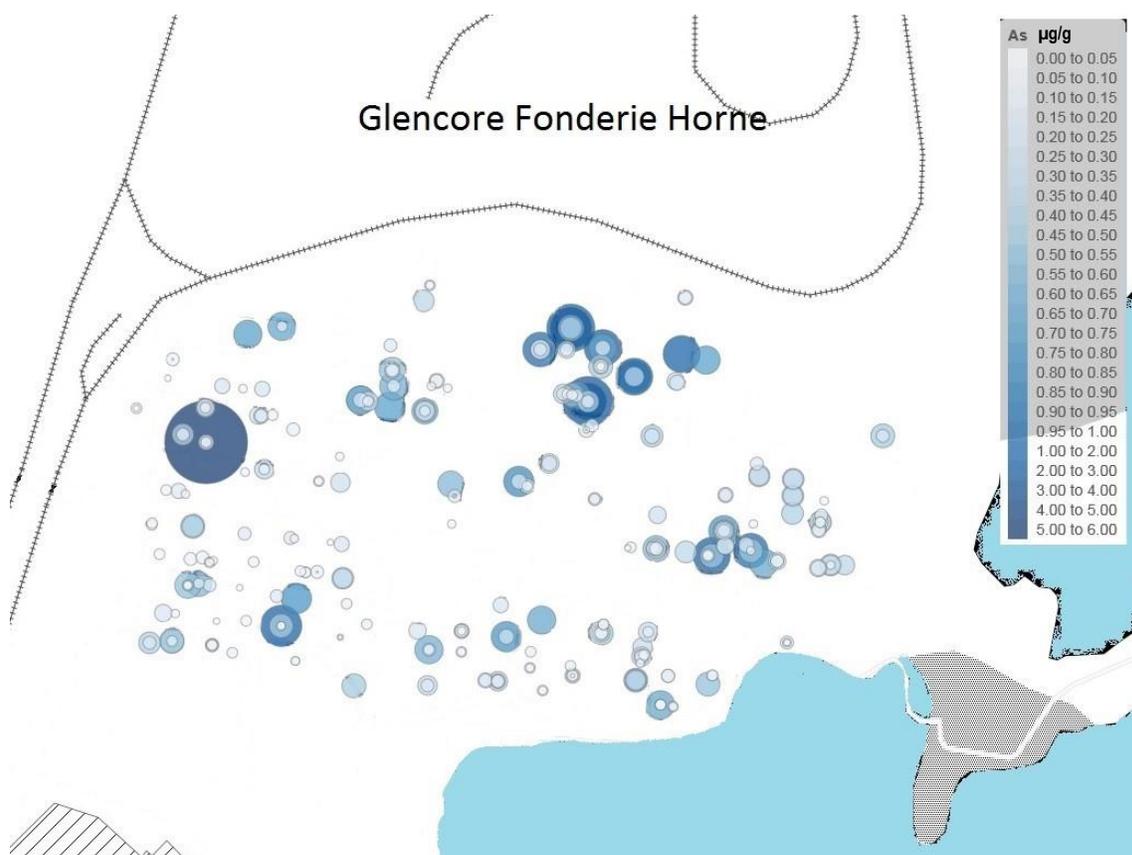
Variable	$\beta \pm$ erreur ajustée	Poids cumulatif d'AICc
Sexe	0,23 \pm 0,12	0,72
Distance	-0,98 \pm 0,59	0,60
Scolarité²⁶	Secondaire : -1,40 \pm 0,69 Collégial : -1,84 \pm 0,70 Universitaire : -1,72 \pm 0,69	0,49
Tabagisme	-0,09 \pm 0,18	0,10
Travailler dans le QND	0,24 \pm 0,14	0,09

²⁵ Tous les modèles sélectionnés ont été corrigés pour l'autocorrélation spatiale.

²⁶ Le primaire est le niveau de référence

Selon les résultats, en dessous du niveau d'éducation collégial, plus le dernier niveau d'éducation complété est bas, plus les concentrations d'arsenic unguéal sont élevées. À noter que la différence entre les niveaux d'éducation complétés est principalement due aux huit participants dont le primaire est le dernier niveau de scolarité complété. Ce résultat est donc à prendre avec prudence. À l'instar des enfants, les adultes travaillant dans le QND, donc passant la majorité de leur temps dans celui-ci ont tendance à avoir des concentrations plus élevées d'arsenic (Tableau 6). Selon les résultats des analyses, les participants fumant la cigarette ont des concentrations plus faibles d'arsenic unguéal (Tableau 6). Ces variables ont cependant de faibles poids cumulatifs d'AICc.

Figure 3 : Distribution spatiale des résultats d'arsenic unguéal



À titre informatif, aucune variable ne semble liée statistiquement aux concentrations d'arsenic unguéal mesurées dans la population d'Amos ($\Delta AICc$ du modèle nul = 0 et 1,42 chez les enfants et les adultes respectivement).

7. DISCUSSION

7.1. Imprégnation du QND et effets à la santé

Les effets à la santé pouvant être causés à la suite d'une exposition à l'arsenic sont bien connus et ceux-ci ont été présentés dans le rapport de l'étude de 2018 (Bilodeau, 2019). Les résultats de la présente étude font ressortir que toutes classes d'âge confondues, les concentrations d'arsenic unguéal mesurées auprès de la population du QND sont environ quatre fois plus élevées que celles mesurées auprès de la population témoin (Amos) et les tests statistiques attestent que cette différence est significative. De plus, la moyenne mesurée pour les enfants âgés de moins de six ans est similaire à celle obtenue lors de l'étude de 2018.

Les données des études menées en 2018 et 2019 confirment la surexposition de la population du QND à l'arsenic, un contaminant qui est associé à différents effets néfastes. Cependant, considérant qu'il n'existe actuellement pas de valeur seuil permettant d'indiquer à partir de quelle concentration d'arsenic dans les ongles des effets à la santé seraient susceptibles de survenir et qu'une estimation du risque cancérigène est actuellement seulement possible à partir d'une évaluation théorique du risque se basant sur des données de suivi environnemental (ex. : concentrations mesurées dans l'air ambiant ou dans l'eau potable), on ne peut pas déterminer dans quelle mesure cette imprégnation pourrait être responsable d'effets à la santé mesurables dans la population du QND.

Néanmoins, malgré l'absence de caractérisation du risque sur la base de mesures d'exposition prises dans les ongles, il demeure possible de se donner des repères à partir d'études ayant permis d'observer un gradient du risque. En 2019, une médiane de 0,130 µg/g d'arsenic unguéal a été mesurée chez les adultes du QND avec des résultats s'échelonnant jusqu'à 1,100 µg/g. À titre informatif, dans certaines études américaines, une augmentation du risque de développer un cancer du poumon a été observée chez des adultes ayant des concentrations d'arsenic unguéal de plus de 0,114 µg/g (Heck et al., 2009) ainsi qu'une augmentation du risque de développer un cancer de la peau chez ceux ayant des concentrations de plus de 0,345 µg/g (Karagas et al., 2001). Il faut cependant garder à l'esprit que plusieurs autres facteurs peuvent contribuer au développement d'un cancer et que les contextes d'exposition diffèrent d'une population à l'autre. Néanmoins, ces valeurs tendent à supporter les évaluations du risque réalisées à partir de l'approche du risque unitaire, celle-ci supposant que les personnes plus imprégnées à l'arsenic sont potentiellement plus à risque de développer certains types de cancer.

Il importe de rappeler que les probabilités de développer le cancer augmentent non seulement en fonction de la dose d'exposition, mais aussi en fonction de la durée de l'exposition. Considérant que la Fonderie Horne opère depuis plus de 90 ans et qu'elle émet des rejets significatifs d'arsenic atmosphérique depuis son entrée en exploitation, cela signifie que certains résidents et résidentes du quartier peuvent avoir été imprégnés de ce métalloïde durant leur vie entière, augmentant possiblement ainsi le risque qu'ils subissent un préjudice de santé.

Toutefois, même en considérant les limites entourant l'évaluation du risque cancérigène, vu l'importance du potentiel toxique de l'arsenic et du fait que certains des effets qui lui sont associés sont sans seuil (Rosado et al., 2007 ; OEHHA 2008 ; FDA, 2016), il importe de diminuer le plus possible l'exposition de la population du QND à ce contaminant, et ce, spécialement si l'exposition est continue dans le temps ou amplifiée synergiquement avec d'autres métaux, tels que le plomb et le cadmium (ATSDR, 2004 ; Cobbina et al., 2015 ; Wu et al., 2016) ou le tabagisme (Liu et al. 2012).

7.2. Facteurs physiologiques affectant les concentrations d'arsenic unguéal

Les résultats de cette étude indiquent qu'il y a une différence de concentrations d'arsenic unguéal entre les enfants et les adultes, ce qui concorde avec les constats de la littérature scientifique consultée (Hinwood et al., 2003 ; Wickre et al., 2004 ; Hughes, 2006 ; Gagnon et al., 2016 ; Chan et al., 2019). En effet, autant à Amos que dans le QND, les enfants affichent en moyenne des concentrations d'arsenic unguéal trois fois plus élevées que celles des adultes. Ceci respecte la logique qui veut que pour une dose similaire d'un contaminant absorbé, on retrouve des concentrations supérieures chez les enfants, en raison notamment qu'ils ont une masse corporelle moindre que les adultes et que proportionnellement à leur masse ils accumulent plus de contaminants (Polissar et al., 1990), mais également en raison de différences métaboliques (Chance, 2001). Par ailleurs, par rapport aux adultes, les comportements des jeunes enfants peuvent avoir une incidence à la hausse sur la dose d'exposition en milieu contaminé du fait qu'ils sont plus portés à jouer au sol et qu'ils ont plus tendance à porter leurs mains ou des objets à leur bouche (Roberts et Dickey, 1995 ; Carrizales et al., 2006 ; Taylor, 2015).

Comme discuté dans le précédent rapport (Bilodeau, 2019), les concentrations d'arsenic unguéal mesurées chez les enfants âgés de moins de 6 ans de la population témoin sont similaires à celles mesurées auprès de populations peu exposées à l'arsenic (Piñol et al., 2015; Punshon et al., 2015; Appleton et al., 2017; de Barcellos Fernandes et al., 2018), tandis que celles mesurées chez les enfants du QND s'apparentent davantage aux concentrations mesurées chez des populations exposées à des sites contaminés à l'arsenic (Pearce et al., 2010 ; Loh et al., 2016 ; Chan et al., 2019).

En ce qui concerne les adultes, les concentrations d'arsenic unguéal rapportées dans la littérature scientifique pour des populations qui sont peu exposées à l'arsenic sont comprises entre 0,03 et 0,09 µg/g (Garland et al., 1993; Karagas et al., 2000; Beane-Freeman et al., 2004; Goullé et al., 2007; Gruber et al., 2012; Cottingham et al., 2013; Davis et al. 2014; Yu et al., 2014 ; Middleton et al., 2018 ; Wu et al., 2018). La moyenne (0,033 µg/g) et la médiane (0,044 µg/g) mesurées à Amos chez les adultes se situent parmi les plus basses observées. La médiane de cette population témoin est cependant très similaire à celle mesurée par Normandin et al. (2014) dans une population québécoise consommant de l'eau dont la teneur en arsenic ne dépasse pas 1 µg/L.

La moyenne d'arsenic unguéal mesurée chez les adultes du QND est plus élevée que celles rapportées dans la littérature citée précédemment. Cette dernière ainsi que la médiane sont également plus élevées que celles des ongles d'orteils rapportés par Chan et al. (2019) pour une population canadienne exposée à de l'arsenic provenant d'un ancien site minier. En comparaison avec l'étude de Gagnon et al. (2016), la moyenne du QND s'apparenterait davantage à celle mesurée chez des individus consommant régulièrement de l'eau contenant des concentrations d'arsenic fluctuant entre 7 et <10 µg/L²⁷. Il faut cependant noter que 41 % des résultats de Gagnon et al. (2016) provenant de ce groupe se retrouvait sous la limite de détection, que les auteurs ont attribué aux résultats en dessous de la LD la valeur de $LD/\sqrt{2}$ et que celle-ci était beaucoup plus

²⁷ La norme sur l'eau potable présentement utilisée au Québec est de 10 µg/L. Selon l'approche du risque unitaire, le risque d'excédent de cancer associé à cette valeur varie entre $1,3 \times 10^{-4}$ et $6,1 \times 10^{-4}$ selon les différentes estimations de l'exposition, ce qui est supérieur à ce qui est généralement considéré comme un risque négligeable (1×10^{-6}). La valeur guide sanitaire recommandée par le Groupe scientifique sur l'eau (2016) de l'INSPQ est la plus faible concentration d'arsenic qu'il soit possible d'atteindre, avec un objectif de 0. Pour plus de détails, voir la section 5.3.3 de Bilodeau (2019).

élevée que dans la présente étude (0,1 vs 0,006 µg/g), ce qui a pour effet d'augmenter la moyenne. Soulignons également que dans la plupart des études citées, l'arsenic a été mesuré dans les ongles d'orteils. Ces derniers poussent plus lentement que ceux des mains, ce qui implique que pour une masse similaire et pour une exposition chronique via une source dont la teneur en arsenic varie peu dans le temps (ex. : eau potable), les concentrations d'arsenic devraient être plus élevées dans les ongles des pieds (Karagas et al., 1996 ; Brima et al., 2006 ; Slotnick et Nriagu, 2006).

En ce qui a trait à la différence entre les sexes dans la population adulte, les données indiquent que les hommes ont tendance à avoir des concentrations d'arsenic unguéal plus élevées que les femmes. Selon certains chercheurs, cette différence pourrait être en partie due à la capacité plus élevée des femmes à métaboliser l'arsenic lors du processus de méthylation (Steinmaus et al., 2005 ; Lindberg et al., 2007 ; 2008 ; Jansen et al., 2016) qui, sous sa forme organique, est ensuite majoritairement excrétée par l'urine (Hughes, 2006 ; Lauwerys et al., 2007 ; Khairul et al., 2017). Considérant que l'on retrouve principalement de l'arsenic inorganique dans les ongles (Karagas et al., 2000 ; Hughes, 2006), il serait alors concevable que les concentrations d'arsenic disponibles pour se fixer à la kératine dans les ongles soient moins élevées chez les femmes. Bien que d'autres auteurs présentent cette logique (Milkonian et al., 2011), il ne s'agit là que d'une hypothèse. À noter qu'à l'instar des données d'Amos, d'autres chercheurs n'ont dénoté aucune différence dans les concentrations d'arsenic unguéal entre les sexes chez des populations peu ou pas exposées (Karagas et al., 2000 ; Beane-Freeman et al., 2004).

7.3. Effet du lieu de résidence par rapport à la Fonderie Horne et du temps passé dans le QND sur l'imprégnation

Les concentrations d'arsenic unguéal mesurées chez les enfants âgés de moins de six ans dans l'étude de biosurveillance menée en 2018 ne faisaient pas état d'une diminution de l'imprégnation en fonction de la distance du lieu de résidence par rapport au complexe industriel. Par contre, en 2019 un lien statistique entre la distance des résidences des participants à l'étude par rapport aux installations de Glencore Fonderie Horne et les concentrations d'arsenic unguéal a été observé. En effet, la répartition spatiale des concentrations d'arsenic unguéal mesurées en 2019 concorde de manière générale avec celle des données de concentrations d'arsenic dans l'air ambiant (Hi-Vol) et des dépôts atmosphériques (jarres à poussières) provenant des stations d'échantillonnage, ces dernières s'atténuant en s'éloignant du complexe industriel (Gagné, 2009 ; Bilodeau, 2019).

Également, bien qu'il s'agisse d'un lien statistiquement faible, on peut noter une tendance à être plus imprégné chez les adultes occupant un emploi dans le QND, ainsi que chez les enfants restant à la maison, allant à la garderie ou à l'école dans ce quartier. Ce résultat concorde avec la logique que plus une personne passe du temps dans un milieu contaminé, plus elle est susceptible de s'exposer et de s'imprégner.

7.4. Effet du tabagisme sur l'imprégnation

En ce qui concerne le tabagisme, il est difficile d'expliquer pourquoi les fumeurs du QND ont des concentrations d'arsenic unguéal moins élevées que les autres participants. Considérant que le tabagisme diminue la capacité à méthyler l'arsenic, on devrait s'attendre à voir une augmentation de l'arsenic unguéal chez les fumeurs (Milkonian et al., 2011). Cependant dans un contexte où la population du QND est exposée de manière variable, mais quotidienne à l'arsenic, on peut suspecter que la contribution de la cigarette reste relativement faible comparativement à celle des sources

d'exposition environnementale. Par ailleurs, Hinwood et al. (2003) n'ont trouvé aucune différence entre les fumeurs et leur groupe exposé à des sols contaminés à l'arsenic.

7.5. Étude sur les enfants de passage

Initialement, dans le devis de l'étude de 2019, la DSPu avait planifié mener au printemps 2020 une campagne de biosurveillance auprès des enfants de passage du QND, c'est-à-dire, des enfants qui fréquentent une école ou un CPE du QND, mais qui n'y habitent pas. Ces enfants avaient été ciblés en raison du fait que durant la semaine (du lundi au vendredi), ils passent une partie importante de la journée dans le quartier. Pour des raisons logistiques et considérant que ceux-ci ne fréquentent pas nécessairement de manière régulière le QND durant l'été, il était prévu que la collecte des ongles se réalise avant la période des vacances estivales, soit au mois de juin 2020.

Cependant, en raison de la pandémie de maladie à coronavirus 2019 (SARS-CoV-2), la DSPu a dû reporter la campagne de biosurveillance auprès des enfants de passage. Au moment d'écrire ces lignes, il est prévu que cette campagne se réalise en 2021.

8. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La Fonderie Horne est une usine de traitement du cuivre en opération depuis 1927 située à Rouyn-Noranda. Les données de suivi environnemental du QND à Rouyn-Noranda, dont les premières maisons sont situées à moins de 100 mètres du complexe industriel, attestent de la présence de concentrations élevées d'arsenic et de métaux lourds dans l'air ambiant et en surface des sols. Dans ce quartier, la dynamique d'exposition de la population aux rejets atmosphériques d'arsenic et de poussières métalliques se fait par deux voies d'exposition : 1) l'inhalation d'air chargé de poussières fines en suspension autant dans l'air à l'extérieur qu'à l'intérieur des bâtiments et 2) par l'ingestion de poussières plus grossières s'étant déposées au sol ou sur d'autres surfaces (ex. : patio, table extérieure, mobilier urbain, etc.). Les concentrations dans l'air ambiant sont principalement influencées par les rejets émis quotidiennement par les activités de fonte et de coulée de l'usine, mais peuvent aussi être influencées par la remise en suspension de poussières déjà présentes sur les sols, et ce, plus particulièrement en saison estivale.

L'étude de biosurveillance menée à l'automne 2019 visait à caractériser l'imprégnation à l'arsenic de l'ensemble de la population du QND et ainsi apporter un éclairage complémentaire à l'étude réalisée en 2018 auprès d'enfants du même quartier âgés de 9 mois à moins de 6 ans, laquelle révélait qu'ils étaient en moyenne quatre fois plus imprégnés à l'arsenic que ceux résidant à Amos, une population non exposée à des sources industrielles de ce contaminant ou à une source de contamination via l'eau potable²⁸.

Les résultats de cette seconde étude (2019) vont dans le même sens que la première (2018). Ils font également état de concentrations dans les ongles en moyenne quatre fois plus élevées que celles observées auprès de la population témoin d'Amos. L'étude indique également que si la proximité des habitations avec le complexe industriel de Glencore Fonderie Horne peut avoir un effet à la hausse sur les concentrations d'arsenic unguéal observées, il est important de retenir que cette différence significative d'imprégnation est observée sur l'ensemble du QND.

Considérant l'importance du potentiel toxique et cancérigène de l'arsenic et du fait que certains des effets qui lui sont associés sont sans seuil, il importe de diminuer le plus possible l'imprégnation de la population du QND à ce contaminant, et ce, spécialement si l'exposition est continue dans le temps ou amplifiée synergiquement avec d'autres métaux, tels que le plomb et le cadmium, comme c'est le cas dans ce quartier.

Face à ces conclusions, la DSPu maintient les recommandations du rapport de l'étude de biosurveillance de 2018 (voir Annexe 5 - Recommandations du rapport de biosurveillance de 2019) et soutient que les actions mises en place par Glencore Fonderie Horne, de même que celles des autres acteurs clés²⁹ doivent être poursuivies. Cette diminution de l'imprégnation passe par une intensification de la réduction des émissions d'arsenic à la source et par des mesures d'assainissement des sols.

²⁸ Il est à rappeler que la population du quartier Notre-Dame n'est pas exposée à de l'arsenic à partir du réseau d'aqueduc de la ville de Rouyn-Noranda.

²⁹ Dans le cadre du rapport de l'étude de 2018 (Bilodeau, 2019), la DSPu a notamment recommandé à la ville de Rouyn-Noranda de mettre en place des mesures de mitigation dans le QND afin de diminuer l'imprégnation des citoyens. Voir Annexe 5 - Recommandations du rapport de biosurveillance de 2019.

En terminant, il est essentiel d'énoncer que les études de biosurveillance menées en 2018 et en 2019 ont permis de dresser un portrait de l'imprégnation qui servira de portrait initial dans le cadre d'un suivi longitudinal visant l'absence de différence significative entre l'imprégnation à l'arsenic de la population du QND et celle d'une population non exposée à des sources industrielles d'arsenic. L'étude qui sera réalisée auprès des enfants de passage en 2021 constituera la dernière étape servant à établir ce portrait de référence.

9. RÉFÉRENCES

- ACIA (2019). Arsenic inorganique et consommation d'algues marines hijiki [En ligne]. Modifié le 9 décembre 2019. <http://www.inspection.gc.ca/aliments/centre-des-consommateurs/conseils-sur-la-salubrite-des-aliments/produits-et-risques-specifiques/arsenic/fra/1332268146718/1332268231124>
- ACIA (2010). Spéciation de l'arsenic dans les produits à base de riz et de poires – Plan d'action pour assurer la sécurité des produits alimentaires, 2009-2010 Études ciblées chimie, TS-CHEM-09/10-02, Agence canadienne d'inspection des aliments, Canada, 21 p.
- ACIA (2011). Spéciation de l'arsenic dans le riz, les produits du riz, les céréales pour petit déjeuner, les céréales pour nourrissons, les produits de fruits, l'eau embouteillée et les produits d'algues – Plan d'action pour assurer la sécurité des produits alimentaires, 2010-2011 Études ciblées chimie, TS-CHEM-10/11, Agence canadienne d'inspection des aliments, Canada, 39 p.
- Appleton A.A., Jackson B.P., Karagas M. et Marsit C.J. 2017. Prenatal exposure to neurotoxic metals is associated with increased placental glucocorticoid receptor DNA methylation. *Epigenetics* 12 : 607-615.
- (ATSDR) Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2015). Toxicity assessment due to sub-chronic exposure to individual and mixtures of four toxic heavy metals. *Journal of Hazardous Materials* 294 : 109-120
- (ATSDR) Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2012. Toxicological profile for Cadmium. Atlanta, GA : U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp.asp?id=48&tid=15>
- (ATSDR) Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2007a. Toxicological Profile for Arsenic (Update). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tf.asp?id=19&tid=3>
- (ATSDR) Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2007 b. Toxicological profile for Lead. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp.asp?id=96&tid=22>
- (ATSDR) Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2004. Interaction Profile for : Arsenic, Cadmium, Chromium and Lead. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, GA.
- Beane-Freeman L. E., Denis L.K., Lynch C.F., Thorne P.S. et Just C. L. 2004. Total arsenic content and cutaneous melanoma in Iowa. *American Journal of Epidemiology* 160 : 679-687.
- (BEST) Bureau d'étude sur les substances toxiques. 1979. Rapport final : Étude de la distribution de certains toxiques dans la population de Rouyn-Noranda. Gouvernement du Québec, Services de protection de l'environnement.

- Bilodeau F. 2019. Rapport de l'étude de biosurveillance menée à l'automne 2018 sur l'imprégnation au plomb, au cadmium et à l'arsenic des jeunes enfants du quartier Notre-Dame à Rouyn-Noranda. Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue, unité de santé environnementale, Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue, Rouyn-Noranda, 113 p. + annexes. https://www.cisss-at.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2019/11/Rapport_final_biosurveillance_2018.pdf
- Brima E. I., Haris P. I., Jenkins R.O., Polya D.A., Gault A.G. et Harrington C. F. 2006. Understanding arsenic metabolism through a comparative study of arsenic levels in the urine, hair and fingernails of health volunteers from three unexposed ethnic groups in the United Kingdom. *Toxicology and Applied Pharmacology* 216 : 122-130.
- Carrizales L., Razo I., Téllez-Hernández J. I., Torres-Nerio R., Torres A., Batres L.E., Cubillas A.-C. et Díaz-Barriga F. 2006. Exposure to arsenic and lead of children living near a copper-smelter in San Luis Potosi, Mexico: Importance of soil contamination for exposure of children. *Environmental Research* 101 : 1-10.
- (CESP) Comité d'éthique de santé publique. 2018. Avis sur une étude de biosurveillance dans le quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda, juin 2018, 19 p., <https://www.inspq.gc.ca/publications/2427>
- Chan L., Rosol R., Cheung J., Parajuli R., Hu X. et Yumvihoze E. 2019. Health effects monitoring program in Ndilo, Dettah and Yellowknife, Progress report : results from the Phase I baseline study (2017-2018), University of Ottawa, 145 p. http://www.ykhemp.ca/documents/reports/Progress_Report_Phase_1_Baseline_Study_2019.pdf
- Chance G.W. 2001. Environmental contaminants and children's health: Cause for concern, time for action. *Paeditrics & Child Health* 6: 731-743.
- Cobbina S.J., Chen Y., Zhou Z., Wu X., Zhao T., Zhang Z., Feng W., Wang W., Li Q., Wu X. et Yang L. 2015. Toxicity assessment due to sub-chronic exposure to individual and mixtures of four toxic heavy metals. *Journal of Hazardous Materials* 294 : 109-120.
- Cohen J. 1988. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Second edition. Lawrence Erlbaum Associates.
- Cottingham K.L., Karimi R., Gruber J.F., Zens M.S., Sayarath V., Folt C.L., Punshon T., Morris J. S. et Karagas M.R. 2013. Diet and toenail arsenic concentrations in a New Hampshire population with arsenic-containing water. *Nutrition Journal* 12 :149.
- Cullen W.R. et Reimer K.J. 1989. Arsenic speciation in the environment. *Chemical Review* 89: 713-764.
- Davis M.A., Li Z., Gilbert-Diamond D., Mackenzie T. A., Cottingham K. L., Jackson B.P., Lee J. S., Baker E. R., Marsit C.J. et Karagas M.R. 2014. Infant toenails as a biomarker of in utero arsenic exposure. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* 24: 467-473.

- De Barcellos Fernandes T.V.R., Camara V. M., Barrocas P.R.G., Mayer A. et Froes Asmus C.I.R. 2018. Contribution to the understanding of biologic concentrations of arsenic in children living in an urban area from Rio de Janeiro, Brazil. *Environmental Science and Pollution Research International* 25 : 16810-16815.
- (EPRS) Service de recherche du parlement européen. 2015. Le principe de précaution - définitions, applications et gouvernance. Auteur : Didier Bourguignon. Bruxelles : EPRS. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2015/573876/EPRS_IDA%282015%29573876_FR.pdf
- (FDA) U.S. Food and Drug Administration. 2016. Arsenic in Rice and Rice Products Risk Assessment Report. <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/RiskSafetyAssessment/default.htm>.
- Gagné D. 2007. Surveillance de l'imprégnation à l'arsenic chez la population du quartier Notre-Dame (décembre 2005 à octobre 2006). Rapport final. Agence de la santé et des services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue. Rouyn-Noranda, Québec.
- Gagné D. 2009. Suivi de la surveillance environnementale dans le quartier Notre-Dame à Rouyn-Noranda – Période 1991 à 2008, Agence de la santé et des services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue, Rouyn-Noranda, Québec, 64 p.
- Gagnon F., Lampron-Goulet É., Normandin L. et Langlois M.-F. 2016. Measurements of arsenic in the urine and nails of individuals exposed to low concentrations of arsenic in drinking water from private wells in a rural region of Quebec, Canada. *Journal of Environmental Health* 78(6) : 76-83.
- Garland M., Morris J. S., Rosner B.A., Stampfer M. J., Spate V. L., Baskett C.J., Willett W.C. et Hunter D.J. 1993. Toenail trace element levels as biomarkers: reproducibility over a 6-year period. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention* 2 : 493-497.
- Goullé J.-P., Mahieu L., Saussereau É., Bouige D., Groenwont S. et Lacroix C. 2007 Validation d'une technique de dosage multiélémentaire des métaux et métalloïdes dans les ongles par ICP-MS. Valeurs usuelles chez 130 sujets volontaires. *Annales de Toxicologie Analytique* 19 : 125-134.
- Groupe scientifique sur l'eau (2016). Arsenic inorganique. Dans Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Repéré sur le site de l'Institut national de santé publique du Québec : <https://www.inspq.qc.ca/eau-potable/arsenic>.
- Gruber J.F., Karagas M.R., Gilbert-Diamond D., Bagley P.J., Zens M.S., Sayarath V. Punshon T., Morris J.S. et Cottingham K.L. 2012. Associations between toenail arsenic concentration and dietary factors in a New Hampshire population. *Nutrition Journal* 11 : 45.
- He K. 2011. Trace elements in nails as biomarkers in clinical research. *European Journal of Clinical Investigation* 41 : 98-102.
- Heck J.E., Andrew A.S., Onega T., Rigas J.R., Jackson B.P., Karagas M.R. et Duell E.J. 2009. Lung cancer in a U.S. population with low to moderate arsenic exposure. *Environmental Health Perspectives* 117 : 1718-1723.

- Hinwood A.L., Sim M.R., Jolley D., de Klerk N., Bastone E. B., Gerostamoulos J. et Drummer O. H. 2003. Hair and toenail arsenic concentrations of residents living in areas with high environmental arsenic concentrations. *Environmental Health Perspectives* 111 : 187-193.
- Hughes. 2006. Biomarkers of exposure: a case study with inorganic arsenic. *Environ Health Perspect.* 114(11) : 1790-1796.
- (IARC) International Agency for Research on Cancer, 2012a. Arsenic and arsenic compounds. <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono100C-6.pdf>
- (IARC) International Agency for Research on Cancer, 2012b. Cadmium and cadmium compounds, <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono100C-8.pdf>
- (INSPQ) Institut national de santé publique du Québec. 2017a. Stratégie de biosurveillance au Québec. Étude de l'exposition de la population aux contaminants chimiques de l'environnement, 12 p. https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2219_strategie_biosurveillance.pdf
- (INSPQ) Institut national de santé publique du Québec. 2016. La gestion des risques en santé publique au Québec : cadre de référence. https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2106_gestion_risques_sante_publicque.pdf
- Jansen R. J., Argos M., Tong L., Li J., Rakibuz-Zaman M., Islam M. T., Slavkovich V., Ahmed A., Navas-Acien A., Parvez F., Chen Y., Gamble M.V., Graziano J. H., Pierce B. L. et Ahsan H. 2016. Determinants and consequences of arsenic metabolism efficiency among 4,794 individuals: Demographics, lifestyle, genetics, and toxicity. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention* 25 : 381-390.
- Karagas M.R., Morris J.S., Weiss J.E., Spate V., Baskett C. et Greenberg E.R. 1996. Toenail samples as an indicator of drinking water arsenic exposure. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention* 5: 849-852.
- Karagas M.R., Stukel T. A., Morris J. S., Tosteson T. D., Weiss J. E., Spencer S. K. et Greenberg E.R. 2001. Skin cancer risk in relation to toenail arsenic concentrations in a U.S. population-based case-control study. *American Journal of Epidemiology* 153: 559-565.
- Karagas M.R., Tosteson T.D., Blum J., Klaue B., Weiss J.E., Stannard V., Spate V. et Morris S. 2000. Measurement of low levels of arsenic exposure: A comparison of water and toenail concentrations. *American Journal of Epidemiology* 152: 84-90.
- Khairul I., Wang Q. Q., Jiang Y. H., Wang C. et Naranmandura H. 2017. Metabolism, toxicity and anticancer activities of arsenic compounds. *Oncotarget* 8: 23905-23926.
- Lauwerys R., Haufroid V., Hoet P. et Lison D. 2007. Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles. 5e édition. Elsevier Masson SAS.
- Lindberg A.-L., Ekström E.C., Nermell B., Rahman M., Lönnerdal B., Persson L.A. et Vahter M. 2008. Gender and Age Differences in the Metabolism of Inorganic Arsenic in a Highly Exposed Population in Bangladesh. *Environmental Research* 106 : 110-120.

- Lindberg A.L., Kumar R., Goessler W., Thirumaran R., Gurzau E., Koppova K., Rudnai P., Leonardi G., Fletcher T. et Vahter M. 2007. Metabolism of Low-Dose Inorganic Arsenic in a Central European Population: Influence of Sex and Genetic Polymorphisms. *Environmental Health Perspectives* 115 : 1081-1086.
- Li G., Sun G.-X., Williams P.N., Nunes L. et Zhu Y.-G. 2011. Inorganic arsenic in Chinese food and its cancer risk. *Environment International* 37 : 1219-1225.
- Li W., Wei C., Zhang C., Van Hulle M., Cornellis R. et Zhang X. 2003. A survey of arsenic species in Chinese seafood. *Food and Chemical Toxicology* 41: 1103-1110.
- Liu C., Wright C.G., McAdam K.G., Taebunpakul S., Heroult J., Braybrook J. et Goenaga-Infante H. 2012. Arsenic speciation in tobacco and cigarette smoke. *Beiträge zur Tabakforschung International/Contributions to Tobacco Research* 25: 375-380.
- Liu J., Goyer R.A. et Waalkes M.P. 2008. Toxic effects of metals. Dans Klaassen C. D. (ed) Casarett and Doull's Toxicology. The Basic science of poisons. 7th edition. McGraw-Hill, Medical Publishing Division, New York, pp 931-979.
- Loh M.M., Sugeng A., Lothrop N., Klimecki W., Cox M., Wilkinson S.T., Lu Z. et Beamer P.I. 2016. Multimedia exposures to arsenic and lead for children near an inactive mine tailings and smelter site. *Environmental Research* 146 : 331-339.
- Mandal B.K. et Suzuki K.T. 2002. Arsenic round the world: a review. *Talanta* 58 : 201-235.
- Martin R., Dowling K., Pearce D., Sillitoe J. et Florentine S. 2014. Health effects associated with inhalation of airborne arsenic arising from mining operations. *Geosciences* 4 : 128-175.
- Mason R.P., Laporte J.-M. et Andres S. 2000. Factors controlling the bioaccumulation of mercury, methylmercury, arsenic, selenium, and cadmium by freshwater invertebrates and fish. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 38: 283-297.
- Middleton D.R.S., Watts M.J., Hamilton E.M., Coe J.D., Fletcher T., Crabbe H., Close R., Leonardi G.S. et Polya D.A. 2018. Surface wipe and bulk sampling of household dust : Arsenic exposure in Cornwall, U.K. *Environmental Science: Processes et Impacts* 20 : 505-512.
- Milkonian S., Argos M., Pierce B. L., Chen Y., Islam T., Ahmed A., Syed E.H., Parvez F., Graziano J., Rathouz P.J. et Ahsan H. 2011. A prospective study of the synergistic effects of arsenic exposure and smoking, sun exposure, fertilizer use, and pesticide use on risk of premalignant skin lesions in Bangladeshi men. *American Journal of Epidemiology* 173 : 183-191.
- Needleman, H. 2004. Lead poisoning. *Annu. Rev. Med.* 55 : 209-222.
- Normandin L., Ayotte P., Levallois P., Ibanez Y., Courteau M., Kennedy G., Chen L., Le X. C. et Bouchard M. 2014. Biomarkers of arsenic exposure and effects in a Canadian rural population exposed through groundwater consumption. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* 24: 127-134.
- (OEHHA) Office of Environmental Health hazard Assessment. 2008. Appendix D: Individual Acute, 8-Hour, and Chronic Reference Exposure Level Summaries. Updated 2014. California Environmental Protection Agency. Air Toxicology and Epidemiology Branch. <https://oehha.ca.gov/media/downloads/crnrr/appendixd1final.pdf>

- Pearce D.C., Dowling K., Gerson A.R., Sim M. R., Sutton S. R., Newville M., Russell R. et McOrist G. 2010. Arsenic microdistribution and speciation in toenail clippings of children living in a historic gold mining area. *Science of the Total Environment* 408: 2590-2599.
- Piñol S., Sala A., Guzman C., Marcos S., Joya X., Puig C., Velasco M., Velez D., Vall O. et Garcia-Algar O. 2015. Arsenic levels in immigrant children from countries at risk of consuming arsenic polluted water compared to children from Barcelona. *Environmental monitoring and assessment* 187 : 66. doi: 10.1007/s10661-015-4869-8.
- Poissant L.-M. 2008. La contamination par l'arsenic des puits domestiques en Abitibi-Témiscamingue. Étude descriptive. Régie régionale de la santé et des services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue. Direction régionale de la santé publique. Module santé environnementale.
- Polissar L., Lowry-Coble K., Kalman D.A., Hughes J. P., van Belle G., Covert D.S., Burbacher T. M., Bolgiano D. et Mottet N.K. 1990. Pathways of human exposure to arsenic in a community surrounding a copper smelter. *Environmental Research* 53 : 29-47.
- Punshon T., Davis M.A., Marsit C.J., Theiler S.K., Baker E.R., Jackson B.P., Conway D.C. et Karagas M.R. 2015. Placental arsenic concentrations in relation to both maternal and infant biomarkers of exposure in a U.S. cohort. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* 25 : 599-603.
- Roberts J.W. et Dickey P. 1995. Exposure of children to pollutants in house dust and indoor air. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 143 : 59-78.
- Rosado J.L., Ronquillo D., Kordas K., Rojas O., Alatorre J., Lopez P., Garcia-Vargas G., del Carmen Caamaño M., Cebrián M.E. et Stoltzfus R.J. 2007. Arsenic exposure and cognitive performance in Mexican schoolchildren. *Environmental Health Perspectives* 115 : 1371-1375.
- Santé Canada. 2017. Quatrième rapport sur la biosurveillance humaine des substances chimiques de l'environnement au Canada. <https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/documents/services/environmental-workplace-health/reports-publications/environmental-contaminants/fourth-report-human-biomonitoring-environmental-chemicals-canada/fourth-report-human-biomonitoring-environmental-chemicals-canada-fra.pdf>
- Sharma V.K. et Sohn M. 2009. Aquatic arsenic : Toxicity, speciation, transformations, and remediation. *Environment International* 35 : 743-759.
- Slotnick M.J. et Nriagu J.O. 2006. Validity of human nails as a biomarker of arsenic and selenium exposure : a review. *Environmental Research* 102 : 125-139.
- Steinmaus C., Yuan Y., Kalman D., Atallah R., Smith A.H. 2005. Intraindividual variability in arsenic methylation in a U.S. population. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention* 14 : 919-924.
- Taylor M.P. 2015. Atmospherically deposited trace metals from bulk mineral concentrate port operations. *Science of the Total Environment* 515-516 : 143-152.
- Taylor M.P., Winder C. et Lanphear B.P. 2012. Time to rethink blood lead goals to reduce risk to children's health. *The conversation*, november 5th, 2012. <http://theconversation.edu.au/time-to-rethink-blood-lead-goals-to-reduce-risk-to-childrens-health-10493>

- Walsh P., Foucault C., Grimard Y., Leduc R., Couture Y., Roy G., van de Walle É., Nantel A., Smargiassi A., Chagnon M. et Gagné D. 2004. Avis sur l'arsenic dans l'air ambiant à Rouyn-Noranda. Direction du suivi de l'état de l'environnement. Envirodoq n° EN/2004/0293, rapport n° QA/48, ministère de l'Environnement, ministère de la Santé et des Services sociaux, Institut National de Santé publique, Québec, 23 p.
- Wickre J. B., Folt C.L., Sturup S. et Karagas M. R. 2004. Environmental exposure and fingernail analysis of arsenic and mercury in children and adults in a Nicaraguan gold mining community. *Archives in Environmental Health* 59 : 400-409.
- Wu A.C., Allen J.G., Coull B., Amarasiriwardena C., Sparrow D., Vokonas P., Schwartz J. et Weisskopf M.G. 2018. Correlation over time of toenail metals among participants in the VA normative aging study from 1992 to 2014. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. DOI: 10.1038/s41370-018-0095-0
- Wu X., Cobbina S.J., Mao G., Xu H., Zhang Z. et Yang L. 2016. A review of toxicity and mechanisms of individual and mixtures of heavy metal in the environment. *Environmental Science and Pollution Research* DOI 10.1007/s11356-016-6333-x
- Yu Z.M., Dummer T.J.B., Adams A., Murimboh J.D. et Parker L. 2014. Relationship between drinking water and toenail arsenic concentrations among a cohort of Nova Scotians. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* 24 : 135-144.

Annexes

ANNEXE 1 - VARIABILITÉ DES MESURES D'ARSENIC DES STATIONS 8006 ET 8045 DE 1990 À 2018

Tableau A1 : Variabilité des mesures d'arsenic des stations 8006 et 8045 de 1990 à 2018³⁰

Année	Station 8006				
	Maximum (ng/m ³ moy./24h)	Minimum (ng/m ³ moy./24h)	Moyenne annuelle (ng/m ³)	% de données à plus de 3 ng/m ³	% de données à plus de 200 ng/m ³
1990	690	20	161,4	100	14,3
1991	1600	2,5	202,2	98	25,9
1992	1300	2,5	182,6	97	24,1
1993	6500	2,5	592,8	97	36,2
1994	1900	2	267,3	93	30,4
1995	3300	1	390,2	97	37,9
1996	4900	1	593,2	93	46,3
1997	6600	8	884,5	100	60
1998	7100	3	702,5	98	47,5
1999	6600	1	943,5	96	52,6
2000	10000	3	1032,4	98	46,6
2001	3100	1	327,4	98	35
2002	6900	1	816,7	93	41,1
2003	2080	1	244,4	90	26,7
2004	4420	1	500,8	96	39,3
2005	1730	0,05	148,7	88	20
2006	1040	0,05	155,6	86	28
2007	996	0,5	143,1	86	22,1
2008	1500	0,5	177,4	85	26,3
2009	852	0,5	112	82	20,9
2010	1740	0,5	171,7	86	26,9
2011	1900	0,5	170,6	89	24,8
2012	1370	0,5	146,9	86	20,2
2013	1510	0,5	156,2	93	23,5
2014	2060	0,5	139,2	84	22,8
2015	842	0,5	117	85	23,3
2016	1540	2	205,3	91	33,3
2017	1880	2	123,3	92	13,9
2018	1040	0,5	113,4	88	21,6
2019	899	0,5	163,2	85	27,6

³⁰ Ces données proviennent du MELCC et ont été fournies au fil des années. À noter que la validation par le MELCC des données concernant la qualité de l'air est un processus continu et que les données utilisées dans ce rapport peuvent avoir été mises à jour.

Station 8045					
Année	Maximum (ng/m ³ moy./24h)	Minimum (ng/m ³ moy./24h)	Moyenne annuelle (ng/m ³)	% de données à plus de 3 ng/m ³	% de données à plus de 200 ng/m ³
1990	530	2,5	55,5	85	7,7
1991	440	2,5	61,8	80	14,3
1992	810	2,5	87,6	87	11,5
1993	1900	2,5	146,9	83	18,5
1994	350	2	57,3	79	5,8
1995	350	2	129	90	22,4
1996	1900	2	179,6	91	17
1997	1500	2	279,3	93	39,3
1998	1800	1	159,8	89	24,6
1999	3100	1	244,1	86	26,3
2000	2300	1	234,2	96	27,8
2001	3600	1	151,9	76	13,6
2002	2500	1	220,5	71	31
2003	564	1	66,1	70	10,7
2004	1580	1	96,7	73	12,5
2005	2810	0,05	67,6	64	5,8
2006	557	0,05	44,3	62	5,8
2007	271	0,5	38,4	60	5,2
2008	266	0,1	38,4	58	4,1
2009	215	0,5	28,6	54	0,8
2010	317	0,5	40	56	6,8
2011	517	0,5	40,3	79	1,7
2012	246	0,5	29,1	68	2,2
2013	838	0,5	41,6	73	5,1
2014	967	0,5	51,4	72	5,8
2015	249	1	27,3	69	0,9
2016	393	0,5	48	77	4,7
2017	327	0,5	22,3	64	1,2
2018	199	0,5	27	72	0
2019	205	0,5	36,3	62	1,5

ANNEXE 2 - PUBLIPOSTAGE ENVOYÉ AUX CITOYENS DU QND



ÉTUDE DE BIOSURVEILLANCE Exposition à l'arsenic des résidents du quartier Notre-Dame

À l'automne 2018, la Direction de santé publique (DSPu) de l'Abitibi-Témiscamingue a mené une étude de biosurveillance afin de mesurer les concentrations de trois contaminants chez les jeunes enfants du quartier Notre-Dame. Les résultats obtenus pour l'arsenic nous préoccupent. Ils indiquent que les participants étaient en moyenne 3,7 fois plus exposés à l'arsenic qu'une population témoin composée d'enfants d'Amos.

Afin de dresser un portrait plus complet de la situation et de mieux comprendre la dynamique d'exposition de la population à l'arsenic, la DSPu réalise cet automne une nouvelle étude de biosurveillance qui inclue tous les résidents du quartier. L'exposition à l'arsenic sera mesurée par l'analyse des ongles des participants.

POUR PARTICIPER, IL FAUT...

- Être un résident du quartier Notre-Dame **depuis le 1^{er} mars 2019 ou avant**;
- Être âgé entre **9 mois et 99 ans**;
- Vous présenter pour un prélèvement d'ongles au moment qui vous convient le mieux. Venez en famille, avec les **cartes d'assurance-maladie** de tous.



LES PRÉLÈVEMENTS AURONT LIEU :

QUAND?

- Samedi 28 septembre 2019 (9 h à 19 h)
- Dimanche 29 septembre 2019 (9 h à 19 h)
- Lundi 30 septembre 2019 (18 h à 21 h)

OÙ?

- Au CLSC de Rouyn-Noranda (1, 9^e Rue)

**SANS
RENDEZ-
VOUS**

IMPORTANT



S.V.P. ne pas couper les ongles des membres de votre famille jusqu'au prélèvement. Pour recueillir de bons échantillons qui pourront être analysés, les ongles des participants doivent être assez longs.

Ils doivent mesurer de 2 à 3 millimètres.



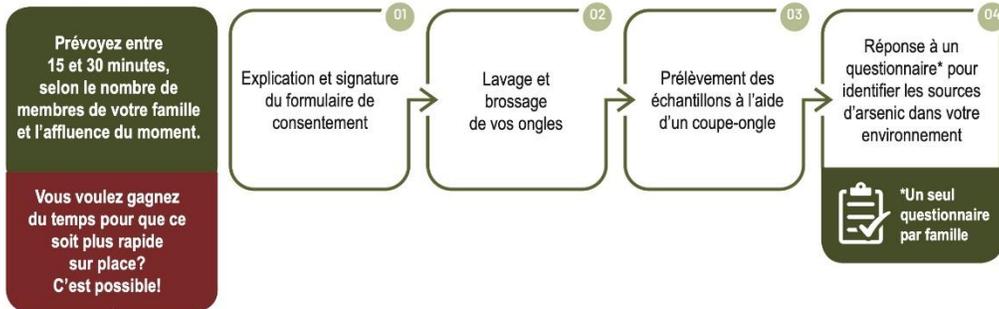
PAS DE VERNIS

PAS DE
FAUX ONGLES

Québec 

Au moment qui vous conviendra le mieux dans les jours et les heures prévus, vous devez vous présenter au CLSC de Rouyn-Noranda pour le prélèvement d'ongles. Déplacez-vous avec tous les membres de votre famille.

VOICI LE DÉROULEMENT :



REMPLISSEZ DÈS MAINTENANT LE QUESTIONNAIRE DE L'ÉTUDE EN LIGNE!



- Rendez-vous sur le site Web du CISSS de l'Abitibi-Témiscamingue, directement sur la page consacrée à l'étude de biosurveillance (<https://www.cisss-at.gouv.qc.ca/biosurveillance/>).
- Vous pouvez le faire jusqu'au **26 septembre 2019**.
- Et n'oubliez pas : **un seul questionnaire par famille**.

COMMUNICATION DES RÉSULTATS

- Tous les participants dont les échantillons d'ongles seront analysés pour en connaître la teneur en arsenic recevront leur résultat individuel **au printemps 2020, par la poste**.
- Ensuite, tous les participants seront rapidement invités à une **rencontre d'information**.

Vous avez des questions sur l'étude ou des préoccupations en lien avec l'exposition à l'arsenic dans votre quartier? N'hésitez pas à communiquer avec les professionnels en santé environnementale de la Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue.

☎ 819 764-4600 @ 08_cierrat_biosurveillance@ssss.gouv.qc.ca





NOUVELLE ÉTUDE DE BIOSURVEILLANCE

La Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue a besoin de vous les 9 et 10 novembre prochain

La Direction de santé publique (DSPu) de l'Abitibi-Témiscamingue mène une étude de biosurveillance afin de mesurer l'exposition à l'arsenic des résidentes et des résidents du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda. Cette nouvelle étude fait suite aux résultats préoccupants que nous avons obtenus lors d'une première campagne de biosurveillance menée à l'automne 2018. Ces résultats indiquent que les jeunes enfants du quartier sont en moyenne 3,7 fois plus exposés à l'arsenic qu'une population témoin composée d'enfants d'Amos.

Afin de pouvoir à nouveau comparer les résultats des résidents du quartier Notre-Dame avec ceux d'une population non exposée à des sources atmosphériques d'arsenic, il est essentiel d'inclure une population témoin dans notre nouvelle étude. La ville d'Amos a été choisie.

NOUS AVONS BESOIN DE VOUS!

- Participants de **tous les âges**. Venez avec les membres de votre famille ou avec vos amis!
- Un critère à respecter : votre résidence principale doit être **alimentée en eau potable par le réseau municipal** (et non par un puits domestique);
- Vous devez vous déplacer, au moment qui vous convient le mieux, pour le prélèvement des ongles de chacun de vos doigts.

LES PRÉLÈVEMENTS AURONT LIEU :

QUAND?

- Le samedi 9 et le dimanche 10 novembre 2019, entre 9 h 30 et 17 h 30.

OÙ?

- Au CLSC d'Amos (632, 1^{re} Rue Ouest)
- Apportez la **carte d'assurance-maladie** de chacun des membres de votre famille.

SANS RENDEZ-VOUS

IMPORTANT

 S.V.P. ne pas couper les ongles des membres de votre famille jusqu'au prélèvement. Pour recueillir de bons échantillons qui pourront être analysés, les ongles des participants doivent être assez longs.

Ils doivent mesurer de 2 à 3 millimètres.

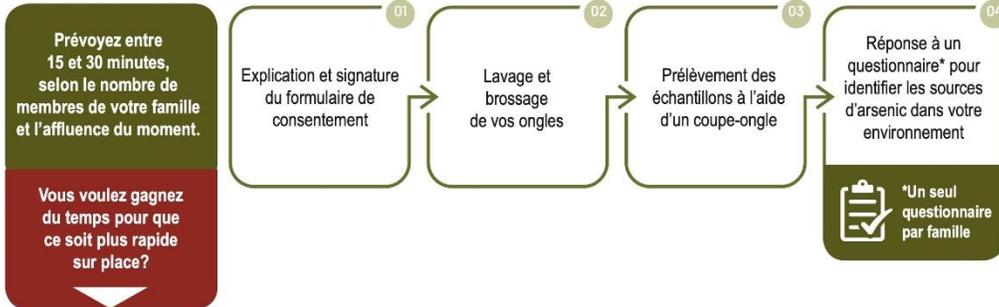


PAS DE VERNIS
PAS DE FAUX ONGLES

Québec 

Vous devez vous présenter au CLSC d'Amos pour le **prélèvement des ongles de chacun de vos doigts**.

VOICI LE DÉROULEMENT :



Prévoyez entre 15 et 30 minutes, selon le nombre de membres de votre famille et l'affluence du moment.

Vous voulez gagner du temps pour que ce soit plus rapide sur place?



REMPISSEZ DÈS MAINTENANT LE QUESTIONNAIRE DE L'ÉTUDE EN LIGNE!



- Rendez-vous sur le site Web du CISSS de l'Abitibi-Témiscamingue, directement sur la page consacrée à l'étude de biosurveillance (<https://www.cisss-at.gouv.qc.ca/biosurveillance/>).
- Vous pouvez le faire jusqu'au moment de vous présenter au CLSC.
- Et n'oubliez pas : **un seul questionnaire par famille**.

EN SAVOIR PLUS

Vous avez des questions? Vous pouvez communiquer avec l'équipe de santé environnementale de la Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue :

☎ 819 764-4600 @ 08_cierrat_biosurveillance@ssss.gouv.qc.ca

9 ET 10 NOVEMBRE - VOTRE PARTICIPATION EST IMPORTANTE!

Sans une population témoin d'Amos..

Impossible d'établir l'exposition générale à l'arsenic d'une population abitibienne

Impossible de comparer les résultats obtenus pour les résidents du quartier Notre-Dame.

MERCI À L'AVANCE DE PRENDRE LE TEMPS DE COLLABORER À NOTRE ÉTUDE!



Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue
Québec

ANNEXE 4 - FORMULAIRES DE CONSENTEMENT

Centre intégré
de santé et de services
sociaux de l'Abitibi-
Témiscamingue



FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

Recto

ADULTE PARTICIPANT 1							
1	Prénom et nom complet du participant (lettres moulées)		Date de naissance		Sexe		
			Année	Mois	Jour	<input type="checkbox"/> Masculin <input type="checkbox"/> Féminin <input type="checkbox"/> Autre	
	Numéro d'assurance maladie		Téléphone principal		Adresse courriel		
			() -				
Téléphone autre		Adresse du lieu de résidence			Code postal		
							() -
Numéro		Rue	Appartement	Ville			
Déclaration En signant, j'accepte de participer à l'étude de biosurveillance de la Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue et j'atteste avoir lu et compris ce qu'implique ma participation. Pour le détail du consentement : https://www.cisss-at.gouv.qc.ca/biosurveillance/consentement.pdf				Signature : _____ Fait le : _____			
				Année	Mois	Jour	

ADULTE PARTICIPANT 2							
2	Prénom et nom complet du participant (lettres moulées)		Date de naissance		Sexe		
			Année	Mois	Jour	<input type="checkbox"/> Masculin <input type="checkbox"/> Féminin <input type="checkbox"/> Autre	
	Numéro d'assurance maladie		Téléphone principal		Adresse courriel		
			() -				
Téléphone autre		Adresse du lieu de résidence			Code postal		
							() -
Numéro		Rue	Appartement	Ville			
Déclaration En signant, j'accepte de participer à l'étude de biosurveillance de la Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue et j'atteste avoir lu et compris ce qu'implique ma participation. Pour le détail du consentement : https://www.cisss-at.gouv.qc.ca/biosurveillance/consentement.pdf				Signature : _____ Fait le : _____			
				Année	Mois	Jour	

ENFANT OU ADULTE PARTICIPANT 3										
3	Prénom et nom complet du participant (lettres moulées)		Date de naissance		Sexe					
			Année	Mois	Jour	<input type="checkbox"/> Masculin <input type="checkbox"/> Féminin <input type="checkbox"/> Autre				
	18 ans et plus / moins de 18 ans		Prénom et nom complet de la mère		Adresse courriel					
	<input type="checkbox"/> Adulte (18 ans et plus) <input type="checkbox"/> Enfant (moins de 18 ans)									
Numéro d'assurance maladie		Téléphone principal		Adresse du lieu de résidence			Code postal			
		() -								
Téléphone autre		Numéro			Rue		Appartement		Ville	
Déclaration En signant, j'accepte de participer ou que mon enfant participe à l'étude de biosurveillance de la Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue et j'atteste avoir lu et compris ce qu'implique ma participation. Pour le détail du consentement : https://www.cisss-at.gouv.qc.ca/biosurveillance/consentement.pdf				Signature : <small>(du parent si le participant est un enfant de moins de 18 ans)</small> _____ Fait le : _____						
				Année	Mois	Jour				

NOTE

Si vous avez plus de quatre enfants, veuillez ajouter une feuille supplémentaire contenant les mêmes informations que sur ce formulaire pour les enfants additionnels.

Suite



ENFANT OU ADULTE PARTICIPANT 4						
4	Prénom et nom complet du participant (lettres moulées)		Date de naissance		Sexe	
			Année	Mois	Jour	<input type="checkbox"/> Masculin
						<input type="checkbox"/> Féminin
						<input type="checkbox"/> Autre
	18 ans et plus / moins de 18 ans		Prénom et nom complet de la mère		Prénom et nom complet du père	
	<input type="checkbox"/> Adulte (18 ans et plus) <input type="checkbox"/> Enfant (moins de 18 ans)					
Numéro d'assurance maladie		Téléphone principal		Adresse courriel		
-----		() -				
		Téléphone autre				
		() -				
Adresse du lieu de résidence					Code postal	
-----					-----	
Numéro Rue Appartement Ville						
Déclaration				Signature :		
En signant, j'accepte de participer ou que mon enfant participe à l'étude de biosurveillance de la Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue et j'atteste avoir lu et compris ce qu'implique ma participation. Pour le détail du consentement : https://www.ciass-at.gouv.qc.ca/biosurveillance/consentement.pdf				(du parent si le participant est un enfant de moins de 18 ans)		
				Fait le :		
				Année	Mois	Jour

ENFANT OU ADULTE PARTICIPANT 5						
5	Prénom et nom complet du participant (lettres moulées)		Date de naissance		Sexe	
			Année	Mois	Jour	<input type="checkbox"/> Masculin
						<input type="checkbox"/> Féminin
						<input type="checkbox"/> Autre
	18 ans et plus / moins de 18 ans		Prénom et nom complet de la mère		Prénom et nom complet du père	
	<input type="checkbox"/> Adulte (18 ans et plus) <input type="checkbox"/> Enfant (moins de 18 ans)					
Numéro d'assurance maladie		Téléphone principal		Adresse courriel		
-----		() -				
		Téléphone autre				
		() -				
Adresse du lieu de résidence					Code postal	
-----					-----	
Numéro Rue Appartement Ville						
Déclaration				Signature :		
En signant, j'accepte de participer ou que mon enfant participe à l'étude de biosurveillance de la Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue et j'atteste avoir lu et compris ce qu'implique ma participation. Pour le détail du consentement : https://www.ciass-at.gouv.qc.ca/biosurveillance/consentement.pdf				(du parent si le participant est un enfant de moins de 18 ans)		
				Fait le :		
				Année	Mois	Jour

ENFANT OU ADULTE PARTICIPANT 6						
6	Prénom et nom complet du participant (lettres moulées)		Date de naissance		Sexe	
			Année	Mois	Jour	<input type="checkbox"/> Masculin
						<input type="checkbox"/> Féminin
						<input type="checkbox"/> Autre
	18 ans et plus / moins de 18 ans		Prénom et nom complet de la mère		Prénom et nom complet du père	
	<input type="checkbox"/> Adulte (18 ans et plus) <input type="checkbox"/> Enfant (moins de 18 ans)					
Numéro d'assurance maladie		Téléphone principal		Adresse courriel		
-----		() -				
		Téléphone autre				
		() -				
Adresse du lieu de résidence					Code postal	
-----					-----	
Numéro Rue Appartement Ville						
Déclaration				Signature :		
En signant, j'accepte de participer ou que mon enfant participe à l'étude de biosurveillance de la Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue et j'atteste avoir lu et compris ce qu'implique ma participation. Pour le détail du consentement : https://www.ciass-at.gouv.qc.ca/biosurveillance/consentement.pdf				(du parent si le participant est un enfant de moins de 18 ans)		
				Fait le :		
				Année	Mois	Jour

CONSENTEMENT DÉTAILLÉ

Étude de biosurveillance de l'arsenic de la population du quartier Notre-Dame

POURQUOI MESURER L'ARSENIC ?

L'objectif principal de la Direction de santé publique (DSPu) est de vérifier si la population qui habite dans le quartier Notre-Dame, ainsi que les enfants de passage sont plus exposés à l'arsenic que la population en général. Ces initiatives permettront de mieux comprendre la situation actuelle et, si nécessaire, de proposer des mesures de protection appropriées.

JUSTIFICATIONS DE L'ÉTUDE

Située à proximité des installations industrielles de Glencore Fonderie Home, la population du quartier Notre-Dame est notamment exposée au plomb, au cadmium et à l'arsenic. Cette nouvelle étude fait suite aux résultats présentés le 14 mai 2019 où la DSPu a montré que les jeunes enfants du quartier étaient en moyenne 3,7 fois plus exposés à l'arsenic que la population des enfants d'Amos¹. Même si les connaissances scientifiques ne permettent pas de quantifier le risque individuel à partir d'un seuil d'arsenic mesuré dans les ongles, ces résultats préoccupent la DSPu, essentiellement parce que l'arsenic est un cancérigène reconnu et que plus l'exposition d'une personne est importante et plus elle celle-ci y est exposée longtemps, plus cette personne augmente sa probabilité de développer à long terme un cancer, notamment du poumon.

POURQUOI PRENONS-NOUS DES ÉCHANTILLONS D'ONGLES ?

L'analyse des ongles constitue une façon de vérifier si la population du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda est plus exposée à l'arsenic. Les résultats serviront à mieux caractériser les différentes voies d'exposition et déterminer si des données supplémentaires de suivi environnemental sont nécessaires afin de protéger les citoyens de Rouyn-Noranda. Les échantillons, les informations personnelles et les résultats des analyses ne seront partagés avec aucune entreprise commerciale ou pharmaceutique.

QUELS SONT LES AVANTAGES DE PARTICIPER À CETTE ÉTUDE ?

La Direction de santé publique vous communiquera les résultats des échantillons recueillis vers la fin du mois de février 2020 et ces informations vous permettront d'agir au mieux pour votre santé et celles de vos proches. Si votre échantillon n'est pas analysé, vous en serez rapidement informé.

Vous aiderez également à savoir si la population du quartier Notre-Dame est surexposée à l'arsenic et à mieux identifier quelles sont les mesures à prendre afin de réduire cette exposition. Enfin, du point de vue environnemental, l'étude permettra de mieux caractériser l'imprégnation à l'arsenic, de sorte que les sources environnementales et les effets sur la santé puissent être mieux identifiés.

1

UNIR NOS FORCES
VERS L'EXCELLENCE
POUR LE BIEN-ÊTRE
DES GENS D'ICI

HUMANISME

ENGAGEMENT

TRANSPARENCE

COLLABORATION

¹ https://www.cisss-at.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2019/09/Rapport_final_biosurveillance_2018.pdf

1, 9^e Rue
Rouyn-Noranda (Québec) J9X 2A9
Téléphone : 819 764-3264
Télécopieur : 819 797-1947
www.cisss-at.gouv.qc.ca

Une information importante pour les autorités de santé publique afin d'entreprendre des actions pour améliorer la qualité de l'environnement, si nécessaire. Des actions qui pourront avoir des impacts positifs à long terme pour que les citoyens de Rouyn-Noranda soient en meilleure santé.

Y A-T-IL DES RISQUES À PARTICIPER À CETTE ÉTUDE ?

Selon l'état actuel des connaissances, les risques liés à la participation à cette l'étude apparaissent, selon toute vraisemblance, minimes.

Bien que cette étude ne comporte vraisemblablement pas d'inconvénient ou de risque pour votre intégrité ou celle de votre enfant, vous pouvez en tout temps demander de faire une pause ou refuser de répondre à certaines questions. Par ailleurs, si vous éprouvez un inconfort lors de la participation au projet, vous pouvez contacter ces ressources.

- **Info-santé et info-sociale** : composer le 811
- **CLSC de Rouyn-Noranda**
1, 9^e Rue, Rouyn-Noranda QC J9X 2A9
Téléphone général : 819 762-8144
Clientèle sans médecin (guichet d'accès) : 819 764-5131 poste 42104

COMMENT ALLONS-NOUS GARDER LES INFORMATIONS CONFIDENTIELLES ?

Toutes les informations personnelles recueillies lors de l'étude resteront confidentielles. Le secret professionnel ou la confidentialité sera appliqué par toutes les personnes travaillant avec des données personnelles et de l'étude. Les échantillons biologiques seront conservés en toute sécurité au Centre de toxicologie du Québec, dont l'accès est strictement contrôlé. Votre courriel sera gardé confidentiel et notamment utilisé pour vous transmettre de l'information relative à l'étude, des résultats ou pour vous inviter à la rencontre publique de présentation des résultats. Les données recueillies sont confidentielles et ne seront utilisées que dans le cadre de cette étude.

DEVEZ-VOUS PARTICIPER À CETTE ÉTUDE ?

Votre participation à l'étude se fait sur une base volontaire. Vous pouvez donc librement accepter ou refuser. Même si vous acceptez de participer à l'étude, vous pouvez changer d'avis à tout moment si vous ne voulez plus continuer.

QUAND ET COMMENT LES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE VOUS SERONT-ILS TRANSMIS ?

Vous serez informés des résultats des analyses effectuées sur les échantillons envoyés au Centre de toxicologie du Québec vers la fin du mois de février 2020. Si vous nous fournissez votre courriel, celui-ci sera utilisé pour vous acheminer le plus rapidement possible l'information.

SI VOUS AVEZ DES QUESTIONS PLUS TARD SUR CETTE ÉTUDE, QUI POUVEZ-VOUS APPELER ?

Si vous avez des questions, n'hésitez pas à contacter la DSPu par téléphone au 819-764-4600 ou par courrier électronique à 08_cisssat_biosurveillance@ssss.gouv.qc.ca.

CONSENTEMENT DÉTAILLÉ POPULATION TÉMOIN D'AMOS Étude de biosurveillance de l'arsenic de la population du quartier Notre-Dame

POURQUOI MESURER L'ARSENIC?

L'objectif principal de la Direction de santé publique (DSPu) est de vérifier si la population qui habite dans le quartier Notre-Dame (QND) à Rouyn-Noranda, ainsi que les enfants de passage dans le QND sont plus exposés à l'arsenic que la population en général. Ces initiatives permettront de mieux comprendre la situation actuelle et, si nécessaire, de proposer des mesures de protection appropriées. Faire une population témoin à Amos permet d'établir l'exposition générale à l'arsenic d'une population abitibienne et ainsi de comparer les résultats du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda avec ceux d'Amos.

JUSTIFICATIONS DE L'ÉTUDE

Située à proximité des installations industrielles de Glencore Fonderie Horne, la population du quartier Notre-Dame est notamment exposée au plomb, au cadmium et à l'arsenic. Cette nouvelle étude fait suite aux résultats présentés le 14 mai 2019 où la DSPu a montré que les jeunes enfants du quartier étaient en moyenne 3,7 fois plus exposés à l'arsenic que la population des enfants d'Amos¹. Même si les connaissances scientifiques ne permettent pas de quantifier le risque individuel à partir d'un seuil d'arsenic mesuré dans les ongles, ces résultats préoccupent la DSPu, essentiellement parce que l'arsenic est un cancérigène reconnu et que plus l'exposition d'une personne est importante et plus celle-ci y est exposée longtemps, plus cette personne augmente sa probabilité de développer à long terme un cancer, notamment du poumon.

POURQUOI PRENONS-NOUS DES ÉCHANTILLONS D'ONGLES?

L'analyse des ongles constitue une façon de vérifier si la population du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda est plus exposée à l'arsenic. Les résultats serviront à mieux caractériser les différentes voies d'exposition et déterminer si des données supplémentaires de suivi environnemental sont nécessaires afin de protéger les citoyens et citoyennes de Rouyn-Noranda. Les échantillons, les informations personnelles et les résultats des analyses ne seront pas partagés avec aucune entreprise commerciale ou pharmaceutique.

QUELS SONT LES AVANTAGES DE PARTICIPER À CETTE ÉTUDE?

La Direction de santé publique vous communiquera les résultats des échantillons recueillis vers la fin du mois de février 2020 et ces informations vous permettront d'agir au mieux pour votre santé et celles de vos proches. Si votre échantillon n'est pas analysé, vous en serez rapidement informé.

Vous aiderez également à savoir si la population du quartier Notre-Dame est surexposée à l'arsenic et à mieux identifier quelles sont les mesures à prendre afin de réduire cette exposition. Enfin, du point de vue environnemental, l'étude permettra de mieux caractériser l'imprégnation à l'arsenic, de sorte que les sources environnementales et les effets sur la santé puissent être mieux identifiés.

...2

¹ https://www.cisss-at.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2019/09/Rapport_final_biosurveillance_2018.pdf

Une information importante pour les autorités de santé publique afin d'entreprendre des actions pour améliorer la qualité de l'environnement, si nécessaire. Des actions qui pourront avoir des impacts positifs à long terme pour que les citoyens et citoyennes de Rouyn-Noranda soient en meilleure santé.

Y A-T-IL DES RISQUES À PARTICIPER À CETTE ÉTUDE?

Selon l'état actuel des connaissances, les risques liés à la participation à cette l'étude apparaissent, selon toute vraisemblance, minimes.

Bien que cette étude ne comporte vraisemblablement pas d'inconvénient ou de risque pour votre intégrité ou celle de votre enfant, vous pouvez en tout temps demander de faire une pause ou de refuser de répondre à certaines questions. Par ailleurs, si vous éprouvez un inconfort lors de la participation au projet, vous pouvez contacter ces ressources.

- **Info-santé et info-social** : composer le 811
- **CLSC d'Amos**
632, 1^{re} Rue Ouest, Amos (Québec) J9T 2N2
Téléphone général : 819 732-3271

COMMENT ALLONS-NOUS GARDER LES INFORMATIONS CONFIDENTIELLES?

Toutes les informations personnelles recueillies lors de l'étude resteront confidentielles. Le secret professionnel ou la confidentialité sera appliqué par toutes les personnes travaillant avec des données personnelles et de l'étude. Les échantillons biologiques seront conservés en toute sécurité au Centre de toxicologie du Québec, dont l'accès est strictement contrôlé. Votre courriel sera gardé confidentiel et notamment utilisé pour vous transmettre de l'information relative à l'étude, des résultats ou pour vous inviter à la rencontre publique de présentation des résultats. Les données recueillies sont confidentielles et ne seront utilisées que dans le cadre de cette étude.

DEVEZ-VOUS PARTICIPER À CETTE ÉTUDE?

Votre participation à l'étude se fait sur une base volontaire. Vous pouvez donc librement accepter ou refuser. Même si vous acceptez de participer à l'étude, vous pouvez changer d'avis à tout moment si vous ne voulez plus continuer.

QUAND ET COMMENT LES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE VOUS SERONT-ILS TRANSMIS?

Vous serez informés des résultats des analyses effectuées sur les échantillons envoyés au Centre de toxicologie du Québec vers la fin du mois de février 2020. Si vous nous fournissez votre courriel, celui-ci sera utilisé pour vous acheminer le plus rapidement possible l'information.

QUESTIONNAIRE

Votre participation à l'étude nécessite de remplir un questionnaire de contrôle. Celui-ci se trouve sur cette page : <https://www.cisss-at.gouv.qc.ca/biosurveillance/>

SI VOUS AVEZ DES QUESTIONS SUR CETTE ÉTUDE, QUI POUVEZ-VOUS APPELER?

Si vous avez des questions, n'hésitez pas à contacter la DSPu par téléphone au 819 764-4600 ou par courrier électronique à 08_cierrat_biosurveillance@ssss.gouv.qc.ca.

ANNEXE 5 - RECOMMANDATIONS DU RAPPORT DU BIOSURVEILLANCE DE 2019

La version intégrale du rapport se trouve sur la page : <https://www.cisss-at.gouv.qc.ca/biosurveillance/>. Attention, les notes de bas de page et référence dans cette annexe font référence au rapport de biosurveillance publié en 2019.

RECOMMANDATION SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

Actuellement, les émissions atmosphériques de Glencore Fonderie Horne, ainsi que la cible de réduction de 100 ng/m³ prévue pour 2021, excèdent l'ensemble des seuils internationaux établis à partir du risque unitaire. Considérant les incertitudes entourant l'évaluation du risque cancérigène, on ne peut pas conclure qu'aucun effet à la santé n'est susceptible de se manifester à la suite d'une exposition chronique à des concentrations d'arsenic supérieures à 3 ng/m³. Bien que la plupart des seuils soient établis en fonction du risque cancérigène, il faut également rappeler qu'une exposition à des concentrations au-delà de 15 ng/m³ sur une période de 8 heures ne permettrait pas de protéger les enfants des effets neurotoxiques pouvant être induits par l'arsenic (OEHHA, 2008). De plus, selon l'INSPQ (2005, p. 6) :

« du point de vue de la santé publique, nous croyons que les critères et les normes ne doivent pas être établis à la valeur limite à partir de laquelle un effet réel sur la santé de la population pourrait être mesuré. Agir ainsi serait inconséquent, car dans l'éventualité où l'on constaterait par la suite qu'un milieu trop pollué met la santé de la population en danger, il serait alors long et complexe de le décontaminer. »

Dans le contexte actuel, les concentrations atmosphériques d'arsenic, de plomb et de cadmium mesurées dans l'air ambiant du QND excèdent les valeurs seuils québécoises prescrites par le MELCC³¹. La présente étude indique que les jeunes enfants de ce quartier sont plus exposés que la population en général à l'arsenic, un cancérigène reconnu pouvant générer des effets neurodéveloppementaux et dont la toxicité est accentuée par son interaction avec le plomb et le cadmium. Par ailleurs, ces effets synergiques ne sont pas pris en compte dans l'établissement des seuils spécifiques à chaque contaminant pour protéger des effets à la santé. Considérant tous ces éléments, la DSPu est d'avis que la prudence^x est de mise.

La prudence se traduit par la précaution dans le cas de risques potentiels et par la prévention^x dans le cas de risques avérés (INSPQ, 2016). Ceci rejoint les principes de prévention et de précaution tels que définis dans la *Loi sur le développement durable* du Québec. À partir de ces définitions, la DSPu est d'avis que le principe de précaution devrait s'appliquer dans la présente situation. De plus, l'impossibilité d'établir le risque à la santé à partir d'une mesure d'arsenic unguéal ne devrait pas être évoquée pour justifier l'inaction.

³¹ Ailleurs au Québec, le dépassement du critère de 3 ng/m³ ne semble pas être toléré. À Montréal-Est, en 2016, des concentrations moyennes de 6,5 ng/m³ d'arsenic ont été mesurées à la station Édouard-Rivet située dans un quartier résidentiel localisé à proximité de l'affinerie de cuivre CCR de Glencore. La Direction de santé publique de Montréal a émis un avis dans lequel elle mentionnait que « des actions concrètes doivent être mises en place afin que la population ne soit pas exposée de façon chronique à des concentrations plus élevées que la norme du MDDELCC et que les concentrations n'augmentent pas au fil du temps » (CIUSSS du Centre-Sud-de-l'île-de-Montréal, 2018). À Lac-Mégantic, des concentrations d'arsenic s'élevant à 10,4 ng/m³ ont été mesurées et selon ce qui est rapporté dans les médias nationaux, le MELCC a demandé à l'entreprise responsable de ces émissions de prendre les mesures nécessaires pour les diminuer (<https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1202652/tafisa-arsenic-lac-megantic-normes-avis-non-conformite>).

Sur la base du principe de précaution et afin d'offrir un environnement sain et sécuritaire à l'ensemble de la population de ce quartier, la DSPu considère que des actions concrètes doivent être mises en place par les acteurs clés afin que la population ne soit plus exposée de façon chronique à des concentrations atmosphériques d'arsenic, de plomb et de cadmium au-dessus des normes en vigueur, c'est-à-dire 3 ng/m³ pour l'arsenic, 100 ng/m³ pour le plomb et 3,6 ng/m³ pour le cadmium.

RECOMMANDATION SUR LE SEUIL DE RESTAURATION DES SOLS POUR L'ARSENIC

En lien avec la qualité des sols, le programme de restauration des sols du QND semble avoir démontré son efficacité pour la diminution des plombémies et la DSPu est d'avis qu'il devrait être maintenu. Considérant qu'une diminution des concentrations d'arsenic dans les sols serait susceptible d'entraîner une diminution dans les poussières intérieures (Lambert et Lane, 2004), une voie d'exposition potentiellement importante, la DSPu recommande que le seuil de restauration des sols, actuellement à 100 ppm, soit abaissé minimalement à 30 ppm, c'est-à-dire que le seuil s'arrime avec la valeur seuil québécoise permise pour les sols à vocation résidentielle.

Au Québec, tel que mentionné précédemment, la valeur limite pour un terrain résidentiel est de 30 ppm. Selon l'Institut national de santé publique du Québec (2005), l'estimation du risque associé à ce critère est relativement élevée et excède les recommandations du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS), c'est-à-dire que le risque d'excédent de cancer dépasse une personne sur un million³². Cependant, il s'agit du seuil réglementaire applicable à l'ensemble du Québec qui, dans le contexte, permettrait de protéger davantage la population que le seuil préalablement proposé à 100 ppm. En ce sens, la DSPu a recommandé le 25 juin 2019 à Glencore Fonderie Horne que les actions de restauration des sols dont la contamination provient des activités de la fonderie soient maintenant réalisées sur la base d'un seuil de 30 ppm.

RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

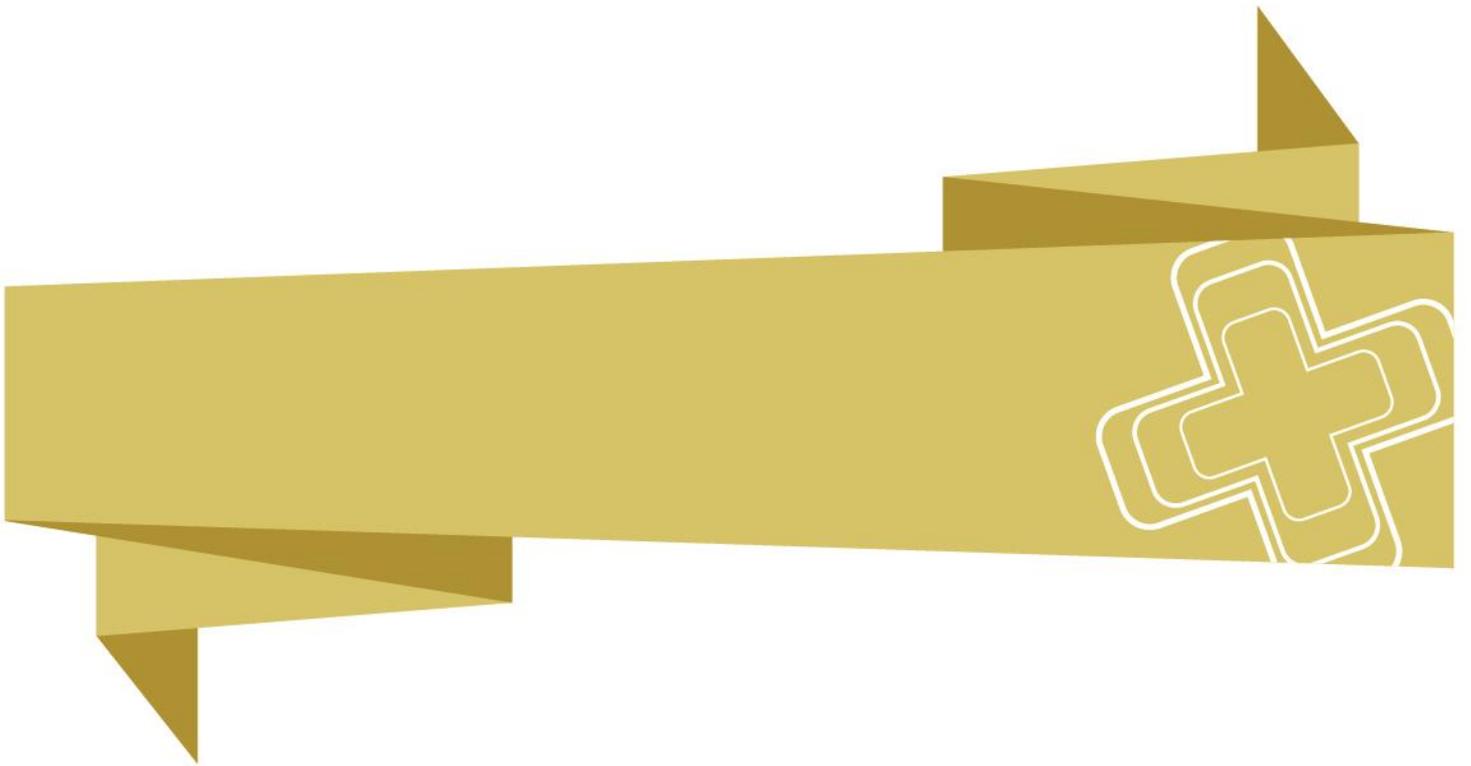
Bien entendu, les mesures permettant de diminuer les concentrations de métaux dans l'air ambiant du quartier Notre-Dame ne sont pas du ressort de la DSPu, mais de celui de Glencore Fonderie Horne et de celui du MELCC qui a le mandat de faire appliquer la *Loi sur la qualité de l'environnement*. Toutefois, tant que les concentrations atmosphériques de métaux lourds seront élevées dans le quartier, la DSPu recommande aux résidents et résidentes du QND d'appliquer les mesures permettant de réduire l'exposition des enfants³³. Bien que l'application de telles mesures peut ajouter une charge supplémentaire aux citoyens du QND, la DSPu réitère l'importance de les suivre afin de limiter au maximum l'exposition des enfants aux poussières métalliques d'arsenic, de plomb et de cadmium. De plus, compte tenu de la présence de cadmium et d'arsenic dans le tabac, ainsi que des effets potentialisateurs qu'entraîne le tabagisme sur le cancer du poumon, la DSPu recommande de ne pas fumer, et ce, particulièrement en présence d'enfants. La DSPu rappelle également que le maintien de

³² Le seuil où l'on pourrait théoriquement considérer le risque cancérigène comme négligeable se situerait à environ 0,4 ppm, mais en considérant que seulement le tiers de l'arsenic serait biodisponible, celui-ci augmenterait à 2,1 ppm (Teaf et al. 2010). Bien entendu, les concentrations d'arsenic naturellement présentes dans le sol peuvent être plus élevées que ces seuils. Au Canada, un seuil de 12 ppm est proposé par le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME, 2001). Le CCME juge que les données sont suffisantes et adéquates pour justifier l'établissement de ce seuil qui est fondé sur l'ingestion de sol chez les adultes. D'ailleurs au Canada, les concentrations moyennes d'arsenic dans les sols en milieux urbains et agricoles sont généralement sous les 10 ppm (CCME, 2001). Bien entendu, des concentrations plus élevées peuvent être retrouvées naturellement à certains endroits (MDDELCC, 2019), par contre, ceci n'implique pas qu'elles ne représentent aucun risque pour la santé.

³³ Ces mesures sont présentées à l'annexe 2 et peuvent également être consultées au <https://www.cisss-at.gouv.qc.ca/biosurveillance/>.

saines habitudes de vie, telles la pratique régulière d'activité physique et une diète équilibrée, contribue à réduire le risque de développer un cancer (Kushi et al., 2012).

D'autres solutions pourraient être jumelées aux efforts de Glencore Fonderie Horne. Par exemple, des gains environnementaux pourraient être faits à l'aide de diverses stratégies d'aménagement, telles que le verdissement du quartier, le pavage des ruelles ou l'établissement d'une zone tampon. Cependant l'élaboration de telles solutions devrait être menée de concertation avec les différents acteurs du milieu, notamment les citoyens et la Ville de Rouyn-Noranda. Dans le contexte où des enfants sont plus exposés à l'arsenic, toute diminution des sources contributives à l'imprégnation des enfants entraînerait des gains au niveau de la santé, et cela, ne serait-ce qu'en contribuant à l'assainissement général du quartier.



**Centre intégré
de santé et de services
sociaux de l'Abitibi-
Témiscamingue**

Québec 