

## **Plan d'action pour la réduction des émissions atmosphériques**

Mesures supplémentaires à court et long terme visant à réduire  
l'exposition à l'arsenic pour les résidents du quartier Notre-Dame  
de Rouyn-Noranda

Remis au Comité interministériel

Le 15 décembre 2019

## Sommaire

À la demande du ministre de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), la Fonderie Horne présente un plan d'action bonifiant les efforts de réductions atmosphériques actuellement en cours en proposant des mesures à court et long terme visant à réduire davantage l'exposition à l'arsenic pour les résidents du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda, localisés près des installations industrielles.

La Fonderie Horne produit des anodes de cuivre avec la transformation, entre autres, des matériaux recyclables tels que des produits électroniques en fin de vie, mais surtout du concentré « complexe » contenant un mélange de cuivre, de métaux précieux (or, argent, platine, palladium, etc.) et d'autres métaux dont le plomb, le cadmium et l'arsenic. L'utilisation de ces concentrés complexes est incontournable pour assurer la viabilité de la Fonderie et la poursuite de ses opérations depuis la fermeture de la mine Noranda en 1976. Les anodes de cuivre produites sont transportées en totalité à l'affinerie de cuivre CCR, située dans l'est de Montréal, pour y subir une dernière étape de transformation et ainsi séparer le cuivre des métaux précieux. La Fonderie Horne et l'affinerie CCR sont deux usines qui sont économiquement liées et qui ne pourraient continuer d'opérer l'une sans l'autre, la première fournissant la plus grande partie des intrants de la seconde.

La Fonderie Horne est un acteur économique considérable à Rouyn-Noranda, mais aussi à l'échelle de la province, soutenant près de 2 400 emplois au Québec dont 660 emplois directs permanents seulement à Rouyn-Noranda. Annuellement, l'entreprise génère près de 500 millions \$ en valeur ajoutée dans la province. Avec le traitement de matières recyclées, l'entreprise contribue à l'économie circulaire et est bien positionnée pour tirer profit du potentiel nord-américain de recyclage de cuivre.

En 2004, un avis interministériel constatait une augmentation importante des concentrations d'arsenic dans l'air ambiant à Rouyn-Noranda entre 1991 et 2000. Depuis la publication de l'avis, deux attestations d'assainissement ont été délivrées par le ministère responsable de l'environnement à la Fonderie Horne, exigeant chaque fois une réduction progressive de la concentration d'arsenic mesurée à la limite de propriété de la Fonderie :

- 1<sup>re</sup> attestation d'assainissement 2007-2017 : seuil maximal de 200 ng/m<sup>3</sup>
- 2<sup>e</sup> attestation d'assainissement 2017-2022 (en cours) : seuil maximal de 100 ng/m<sup>3</sup>
- 3<sup>e</sup> attestation d'assainissement à venir après 2022

La Fonderie a déposé deux plans d'action pour respecter ces seuils et plusieurs travaux ont été réalisés dans le cadre de ces plans. Des données ont ensuite été prises à différentes distances par rapport à la Fonderie, afin de vérifier l'efficacité des travaux réalisés. Ces données indiquent que :

- À la limite de la propriété de la Fonderie, la concentration d'arsenic a diminué, permettant d'atteindre les cibles fixées dans les attestations d'assainissement :
  - 2000 : 1 041 ng/m<sup>3</sup>
  - 2018 : 98 ng/m<sup>3</sup>
- Les concentrations d'arsenic dans l'air ambiant diminuent en s'éloignant de la Fonderie.

Par ailleurs, un dernier projet est en cours dans le cadre du 2<sup>e</sup> plan d'action : l'amélioration du captage des gaz dans le secteur des convertisseurs et des anodes. Ce projet aura un impact significatif sur les émissions atmosphériques réduisant à lui seul de 10 à 30 % les émissions d'arsenic de la Fonderie.

En 2018, une étude de biosurveillance, menée par la Direction de la Santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue (DSPAT), a mesuré pour la première fois la concentration en arsenic dans les ongles des enfants du quartier Notre-Dame. En 2005-2006, l'étude de biosurveillance avait plutôt utilisé l'urine comme biomarqueur et avait conclu qu'il n'y avait pas de surexposition à l'arsenic chez la population du quartier Notre-Dame. Les résultats de l'étude réalisée en 2018 suggèrent que la concentration en arsenic est en moyenne 3,7 fois plus élevée dans les ongles des enfants du quartier Notre-Dame comparativement à un autre groupe témoin. Bien qu'il ne soit pas possible de quantifier les risques à la santé à partir d'un niveau d'arsenic mesuré dans les ongles, comme souligné par le comité d'éthique de l'Institut National de Santé publique du Québec (INSPQ) dans un rapport<sup>1</sup> évaluant la méthodologie proposée par la DSPAT, ces résultats ont soulevé des inquiétudes et des questionnements dans la communauté.

À la suite de la publication de cette étude en septembre 2019, le ministre de l'Environnement a demandé à la Fonderie Horne de soumettre, avant le 15 décembre 2019, un nouveau plan contenant des actions supplémentaires à court et long terme afin de réduire davantage l'exposition à l'arsenic pour les résidents du quartier Notre-Dame.

Ce plan d'action, préparé par la Fonderie Horne entre octobre et décembre 2019, contient au total 10 nouvelles actions. Ce plan est déposé auprès du nouveau comité interministériel ayant pour mission d'évaluer les pistes de solutions proposées, de suivre la mise en œuvre des actions et de communiquer avec la population sur l'avancement du dossier. En parallèle, la Fonderie s'est engagée à déployer ce plan d'action en collaboration avec la communauté locale, notamment par l'implication du comité de liaison récemment formé.

Ce plan s'inscrit dans une démarche amorcée depuis le premier plan d'action convenu en 2006. Devant les questionnements et les préoccupations actuelles de la communauté de Rouyn-Noranda, et particulièrement les personnes résidant dans le quartier Notre-Dame, la Fonderie entend poursuivre ses efforts et trouver de nouveaux moyens à court et long terme pour réduire davantage ses émissions atmosphériques. La Fonderie Horne tient à appliquer le principe de précaution préconisé par la DSPAT et entend agir selon une approche axée sur la transparence et le dialogue avec la communauté avoisinante, l'objectif ultime étant de permettre la pérennité de la Fonderie Horne tout en assurant la santé, la sécurité et le bien-être des citoyens du quartier Notre-Dame.

---

<sup>1</sup> Comité d'éthique de santé publique, « Avis sur une étude de biosurveillance dans le quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda », juin 2018, [En ligne]  
[https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2427\\_avis\\_etude\\_biosurveillance\\_quartier\\_notre-dame\\_rouyn-noranda.pdf](https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2427_avis_etude_biosurveillance_quartier_notre-dame_rouyn-noranda.pdf)

Voici les 10 nouvelles actions contenues dans le présent plan :

Actions	Type de projet	Potentiel de réduction des émissions d'arsenic	Potentiel de réduction des poussières	Potentiel de réduction de l'exposition des citoyens du QND	Investissement*	Échéance	
						début	fin
Modernisation secteur des convertisseurs et anodes (VELOX / PHENIX)	Réduction des émissions, long terme	Plus de 20 %	Moyen	Élevé	170,7 M\$	déjà débuté	2024
Augmentation de l'espace d'entreposage intérieur des concentrés	Réduction des émissions, court terme	Entre 0,5 et 5 %	Moyen	Faible	1,5 M\$	2021	2022
Réduction des poussières lors du déplacement des wagons sur le site	Réduction des émissions, court terme	Entre 0,5 et 5 %	Moyen	Faible	1 M\$	2021	2021
Pavage des voies de circulations et de l'aire de déchargement des concentrés	Réduction des émissions, court terme	Entre 0,5 et 5 %	Moyen	Faible	3 M\$/3 ans	2020	2022
Réduction de la circulation des camions de livraison de concentré sur l'aire d'entreposage du déchargement.	Réduction des émissions, court terme	Entre 0,5 et 5 %	Moyen	Faible	1 M\$	2020	2020
Augmentation de la capacité de nettoyage des routes	Réduction des émissions, court terme	Entre 0,5 et 5 %	Moyen	Faible	100 000 \$	2020	récurrent
Amélioration des dépoussiéreurs	Réduction des émissions, court terme	Entre 0,5 et 5 %	Faible	Faible	1,5 M\$/4 ans	2020	2024
Optimisation du système de contrôle intermittent	Réduction des émissions, court terme	Entre 0,5 et 5 %	Faible	Faible	Nul	déjà débuté	récurrent
Projet de restauration des sols sur une base volontaire et programme de biosurveillance	Réduction de l'exposition des citoyens du QND, court terme	Nul	Nul	Moyen	ND	2020	récurrent
Zone de transition	Réduction de l'exposition des citoyens du QND, court terme	Nul	Moyen	Élevé	5 M\$ à 10 M\$/3 ans	déjà débuté	2022

\*Ces montants sont donnés à titre indicatif et approximatifs seulement.

## Table des matières

Introduction.....	1
Opérations de la Fonderie Horne.....	2
Évolution du plan d'affaires de la Fonderie.....	2
Explication sommaire du procédé de transformation de la Fonderie .....	3
Les retombées économiques de la filière cuivre au Québec .....	4
Les retombées économiques de la Fonderie Horne dans la communauté.....	4
Les relations avec le milieu.....	5
Historique des précédents plans d'amélioration de la Fonderie Horne .....	6
Premier plan d'amélioration (2006-2010) : ramener sous 200 ng/m <sup>3</sup> .....	6
Deuxième plan d'amélioration (2012-2021) : ramener sous 100 ng/m <sup>3</sup> .....	8
Troisième plan d'amélioration (à partir de 2022) .....	10
Protocole de réhabilitation des sols (2012-2020) .....	10
État de la situation actuelle sur l'arsenic.....	12
Données relevées par les stations d'échantillonnage.....	12
Résultats de la campagne de biosurveillance réalisée en 2018 .....	15
Seuils sur l'arsenic .....	17
Plan d'action : présentation des actions à court et long terme .....	19
Vue d'ensemble des actions proposées .....	20
Fiches individuelles des projets.....	21
Autres actions et démarches potentielles.....	38
Établissement d'une zone tampon près de la Fonderie.....	38
Réalisation d'une étude de biosurveillance intégrant plusieurs biomarqueurs (à valider) .....	38
Conclusion .....	39
ANNEXE .....	40

## Introduction

Une étude de biosurveillance, visant à mieux cerner l'exposition au plomb, au cadmium et à l'arsenic des enfants du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda (QDN), a été menée en 2018 par la Direction de la santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue (DSPAT). Malgré le fait que les résultats de l'exposition au plomb et au cadmium sont rassurants, cette étude souligne une concentration en arsenic en moyenne 3,7 fois plus élevée dans les ongles des enfants du QDN comparativement à un groupe témoin.

À la suite de la publication de cette étude en septembre 2019, le ministre de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) a demandé à la Fonderie Horne de soumettre, pour le 15 décembre 2019, un plan d'action contenant des mesures visant à réduire l'exposition à l'arsenic des résidents du QDN à court et à long terme.

Malgré le fait qu'il n'est pas possible de déterminer les effets à la santé en utilisant les ongles comme biomarqueur, comme souligné par le comité d'éthique de l'Institut National de Santé publique du Québec (INSPQ) dans un rapport<sup>2</sup> évaluant la méthodologie proposée par la DSPAT, la Fonderie Horne a confirmé son intention d'appliquer le principe de précaution préconisé par la DSPAT en produisant un nouveau plan d'action. Celui-ci est déposé auprès du comité interministériel ayant pour mission d'évaluer les pistes de solutions proposées, de suivre la mise en œuvre des actions par les divers acteurs impliqués et de communiquer avec la population sur l'avancement du dossier. La Fonderie Horne s'est également engagée à déployer ce plan d'action en collaboration avec la communauté locale, notamment via le comité de liaison formé dernièrement.

Ce plan d'action intervient en complémentarité avec deux plans d'amélioration mis en place depuis l'avis interministériel sur l'arsenic publié en 2004 et approuvés par les autorités gouvernementales dans le cadre des attestations d'assainissement de la Fonderie Horne :

- Plan 1 visant l'atteinte d'une cible de 200 ng/m<sup>3</sup> : 2006-2010 (terminé)
- Plan 2 visant l'atteinte d'une cible de 100 ng/m<sup>3</sup> : 2012-2021 (en cours)

Le présent plan d'action contient les sections suivantes :

1. Le contexte du fonctionnement de la Fonderie Horne
2. L'historique des précédents plans d'action déployés par la Fonderie Horne
3. Les bénéfices associés à la présence de la Fonderie Horne
4. Un rappel de la situation sur l'arsenic dans le QDN
5. Les actions à court et long terme visant à réduire davantage l'exposition à l'arsenic
6. Des recommandations en lien avec les prochaines actions

---

<sup>2</sup> Comité d'éthique de santé publique, « Avis sur une étude de biosurveillance dans le quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda », juin 2018, [https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2427\\_avis\\_etude\\_biosurveillance\\_quartier\\_notre-dame\\_rouyn-noranda.pdf](https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2427_avis_etude_biosurveillance_quartier_notre-dame_rouyn-noranda.pdf)

## Opérations de la Fonderie Horne

### Évolution du plan d'affaires de la Fonderie

De 1927 à 1976, la Fonderie Horne était alimentée par le minerai extrait du gisement de cuivre Horne, exploité au cœur de la ville de Rouyn-Noranda. Il s'agissait alors d'une opération dite intégrée. Lors de la fermeture de la mine Noranda en 1976, la Fonderie a dû changer son plan d'affaires de façon significative et faire preuve d'innovation pour passer d'une opération intégrée alimentant un concentré de cuivre homogène dans son procédé, à une fonderie dite « à façon » s'alimentant de concentrés de cuivre hétérogènes provenant de sources locales et mondiales. Il s'agit de l'unique fonderie de cuivre en Amérique du Nord n'étant plus alimentée par une mine connexe. Elle transforme maintenant une diversité de matériaux dans son procédé de fonte tels que :

- Des concentrés de cuivre provenant des mines :
  - Du concentré « vert » constitué essentiellement de cuivre et contenant peu d'impuretés ;
  - Du concentré « complexe » contenant un mélange de cuivre, de métaux précieux (or, argent, platine, palladium, etc.) et d'autres substances telles que le plomb, le cadmium et l'arsenic.
- Des matériaux recyclés, notamment le matériel électronique en fin de vie, qui contient du cuivre et d'autres métaux.

L'utilisation de concentrés complexes est nécessaire à la viabilité de la Fonderie Horne et à la poursuite de ses opérations, pour les raisons suivantes :

- Le procédé de fonderie et d'affinage permet de séparer et valoriser les métaux précieux comme l'or, l'argent, le platine et le palladium, pouvant être présents dans les concentrés complexes. La Fonderie Horne a su adapter son modèle d'affaires en tirant un revenu supplémentaire via la revente de ces métaux. Sans cette source de revenus non négligeable, le plan d'affaires de la Fonderie Horne n'atteindrait pas la rentabilité économique, étant donné :
  - L'éloignement géographique de l'entreprise avec les marchés, ce qui augmente les coûts de production ;
  - La diminution constante des sources de concentrés nord-américains ;
  - La compétition à l'échelle mondiale qui s'accroît avec la construction de nouvelles infrastructures majoritairement en Asie.
- La présence d'un minimum d'arsenic dans les anodes de cuivre est nécessaire pour le procédé d'affinage. En effet, la présence d'impuretés dans les anodes de cuivre (autres que l'arsenic) affecte l'efficacité du procédé. Ceci est cependant contré par la présence d'arsenic.
- La part maximale pouvant provenir des matériaux recyclés dans le procédé est limitée, en raison de la présence de carbone dans ces matériaux. La combustion des matériaux recyclés fait augmenter la chaleur dans les vaisseaux de fonte, affectant leur structure. La capacité de traitement de matériaux recyclés est actuellement maximisée et ne pourrait pas être augmentée sans changements technologiques majeurs.

La Fonderie Horne doit donc nécessairement utiliser des concentrés complexes pour opérer. Par ailleurs, peu de fonderies dans le monde ont la capacité de traiter du concentré complexe. C'est en innovant continuellement et en adaptant son modèle d'affaires et sa technologie que la Fonderie Horne, l'unique fonderie de cuivre au Canada, continue d'opérer encore aujourd'hui.

### Explication sommaire du procédé de transformation de la Fonderie

À leur arrivée à la Fonderie Horne, les concentrés utilisés ont une teneur moyenne de 26 % de cuivre. Le procédé prévoit plusieurs étapes de transformation visant à accroître la pureté du matériel afin de fabriquer des anodes de cuivre pures à 99,1 %. Les étapes du procédé peuvent être résumées ainsi :

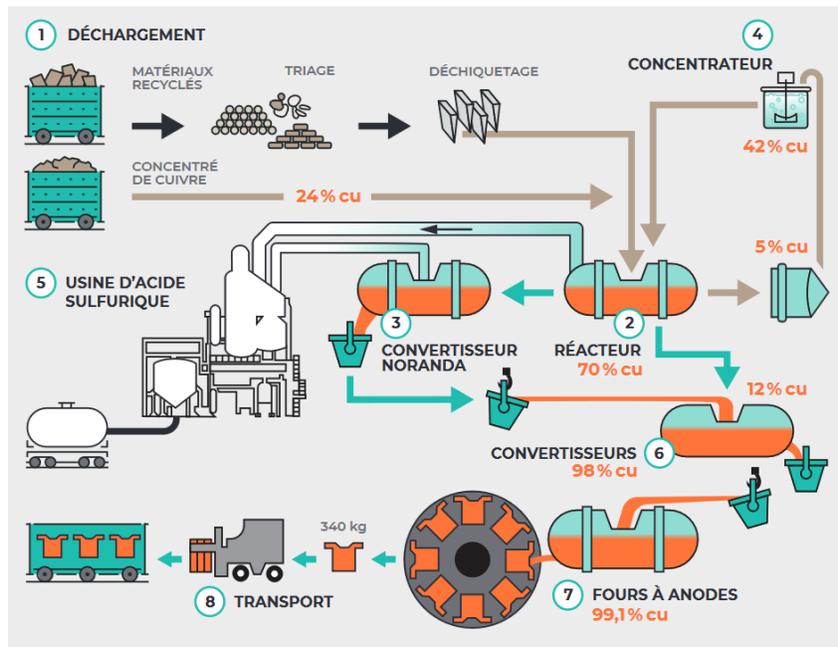
1. Les concentrés et les matériaux recyclés sont transportés par camions et wagons puis triés à leur arrivée à la Fonderie, avant d'être acheminés principalement au réacteur Noranda ;
2. Au réacteur, le concentré et le fondant sont chauffés à une température de 1 200 °C, puis la matte<sup>3</sup> ayant atteint une teneur de 70 % de cuivre est transférée dans le convertisseur Noranda ;
3. Le convertisseur transforme la matte pour atteindre une teneur en cuivre de 98 %, puis le cuivre est transféré dans les convertisseurs pour une autre étape de transformation ;
4. Le concentrateur reçoit la scorie<sup>4</sup> produite par le réacteur et le convertisseur Noranda, où la scorie est concassée, réduite en fines particules et pompée vers les cellules de flottations, afin de récupérer le cuivre en le séparant physiquement de ses impuretés ;
5. L'usine d'acide sulfurique produit chaque année 640 000 tonnes d'acide sulfurique en traitant les gaz humides générés par le procédé, permettant du même coup de diminuer les émanations de SO<sub>2</sub> ;
6. Le cuivre est transféré dans des fours appelés convertisseurs, où les impuretés restantes sont éliminées par oxydation et scorification ;
7. Aux fours à anode, du gaz naturel est utilisé pour enlever l'excès d'oxygène dans le cuivre, permettant alors d'atteindre une pureté de 99,1 % de cuivre et de mouler les anodes de 340 kg ;
8. Les anodes de cuivre sont transportées par wagons ou par camions jusqu'à l'Affinerie CCR de Montréal-Est pour une dernière étape de transformation, afin d'atteindre une pureté de 99,99 %.

---

<sup>3</sup> Produit obtenu lors du chauffage de la recette métallurgique contenant du concentré de cuivre et des matériaux recyclés.

<sup>4</sup> Produit obtenu lors du chauffage de la recette métallurgique contenant du concentré de cuivre et des matériaux recyclés. La scorie, qui se retrouve au-dessus de la matte dans lors du chauffage dans le convertisseur contient environ 4 % de cuivre.

Figure 1 : Les étapes du procédé de transformation du cuivre



### Les retombées économiques de la filière cuivre au Québec

Au Québec, la Fonderie Horne et l'Affinerie CCR sont les deux principaux acteurs de la filière de transformation du cuivre. Mises ensemble, les deux usines apportent une contribution économique non négligeable pour la province.

- Au niveau de l'emploi
  - Près de 3 800 emplois supportés au Québec ;
  - Masse salariale de 355 millions \$ ;
  - Salaires moyens annuels variant entre 94 103 \$ et 106 607 \$.
- Au niveau des retombées économiques
  - 690 millions \$ de valeur ajoutée générée au Québec ;
  - 345 millions \$ en achats de biens et services annuellement ;
  - 72 millions \$ en revenus fiscaux annuels.

### Les retombées économiques de la Fonderie Horne dans la communauté

Encore à ce jour, la Fonderie Horne demeure un acteur de grande importance dans l'économie de Rouyn-Noranda, étant l'un des employeurs les plus importants de la municipalité et de la région, générant plusieurs retombées économiques :

- Au niveau de l'emploi
  - Plus de 660 emplois directs permanents à Rouyn-Noranda ;
  - 141 entrepreneurs externes qui travaillent à temps plein sur le site de la Fonderie Horne ;

- 1,8 % des emplois de l’Abitibi-Témiscamingue soutenus par les activités de l’entreprise ;
- Un salaire annuel moyen de 106 000 \$.
- Au niveau des retombées économiques
  - 368 millions \$ de valeur ajoutée générée en Abitibi-Témiscamingue ;
  - 2,1 millions \$ versés en taxes municipales ;
  - 180 millions \$ en achats de biens et services annuellement, dont plus de la moitié demeure dans la région de l’Abitibi-Témiscamingue.

De plus, la Fonderie Horne distribue chaque année près de 500 000 \$ grâce à son Programme de partenariat communautaire (PPC), mais aussi en dons et commandites pour divers projets, événements et organismes du milieu. La distribution des fonds du PPC est gérée par un comité composé de représentants du milieu et de la Fonderie Horne afin d’assurer la maximisation de l’impact et des retombées de ces contributions communautaires à Rouyn-Noranda.

Une autre initiative, le Programme de reconnaissance de l’engagement communautaire (PREC), permet aussi de redonner à la communauté, via l’implication bénévole des employés de la Fonderie Horne. Plusieurs milliers de dollars sont ainsi remis à divers organismes dans lesquels s’impliquent les employés grâce à ce programme. Annuellement, les employés de la Fonderie effectuent près de 1 000 heures de bénévolat dans la communauté.

### Les relations avec le milieu

Le principal canal d’échanges de la Fonderie Horne avec la communauté de Rouyn-Noranda est le comité de liaison. En septembre 2019, une séance publique d’information a été tenue pour la création du comité de liaison, remplaçant le précédent comité de citoyens du QND qui a œuvré de 1989 à 2019.

Le mandat du comité de liaison est de servir de lieu d’échanges, de partage d’information et de questionnement sur les activités et opérations de la Fonderie Horne, ainsi que sur leurs impacts et retombées. Le comité est formé en majorité de citoyens, notamment les personnes vivant à proximité des installations de la Fonderie Horne, ainsi que de représentants de divers secteurs concernés.

Plus spécifiquement, la séance publique d’information tenue le 25 septembre 2019 a été l’occasion pour la Fonderie Horne de partager son intention de travailler en collaboration avec le comité de liaison dans le cadre de l’élaboration du prochain plan d’action visant à réduire les émissions atmosphériques. L’objectif est d’impliquer le comité dans la recherche de solutions et dans le suivi des mesures. Ainsi, lors de la rencontre du comité de liaison tenue le 9 décembre 2019, les grandes lignes du présent plan d’action ont été présentées aux membres, pour information et discussions.

## Historique des précédents plans d'amélioration de la Fonderie Horne

Le présent plan d'action s'inscrit dans un historique de deux précédents plans d'assainissement, le deuxième plan étant en vigueur jusqu'en 2021.

### Premier plan d'amélioration (2006-2010) : ramener sous 200 ng/m<sup>3</sup>

À la suite de l'observation, par le ministère responsable de l'environnement de l'époque, d'une augmentation des concentrations d'arsenic dans l'air ambiant à ses stations d'échantillonnage entre 1991 et 2002, la moyenne annuelle culminant à 1 041 ng/m<sup>3</sup> (nanogrammes par mètre cube) en 2000, un groupe de travail interministériel a rédigé un avis sur l'arsenic dans l'air ambiant à Rouyn-Noranda.

Les principales actions recommandées par l'avis de 2004 pour la Fonderie Horne étaient :

1. De caractériser la qualité de l'air en tenant compte de la dispersion atmosphérique de l'ensemble des sources d'émissions d'arsenic de la Fonderie Horne ;
2. De présenter au ministère un plan d'action visant à diminuer les émissions de telle sorte que les concentrations d'arsenic dans le QND atteignent une concentration moyenne sous 10 ng/m<sup>3</sup> dans les dix-huit mois suivant l'avis ;
3. De présenter un plan d'intervention au ministère dans les deux mois suivant l'avis, comprenant les moyens qui seront mis en œuvre pour atteindre un objectif de 3 ng/m<sup>3</sup> dans le QND.

En janvier 2005, la Fonderie Horne a soumis au ministère une proposition de plan d'action afin de répondre à l'avis sur la base de l'information déjà disponible, ciblant l'allée des convertisseurs et anodes comme étant la principale source contribuant à la concentration d'arsenic dans l'air du QND. À ce moment, la Fonderie Horne a annoncé des mesures pour obtenir un gain à court terme grâce à une optimisation du procédé, comprenant entre autres :

- Le nettoyage et la réparation des bouches des vaisseaux ;
- L'optimisation de la tire des gaz ;
- L'optimisation au niveau des jeux de volets et de ventilateurs au moment de l'ajout de matériaux dans les vaisseaux ;
- La révision des procédures opérationnelles et communication aux opérateurs ;
- La révision de l'horaire de l'entretien préventif sur les vaisseaux.

La Fonderie Horne a aussi proposé un plan d'action qui prévoyait cinq grandes étapes, en commençant par l'identification et la caractérisation des sources d'émissions d'arsenic dans l'air ambiant du QND. Des campagnes d'échantillonnage ont alors été réalisées.

En 2006, après avoir caractérisé les émissions atmosphériques de la Fonderie, et à la suite de plusieurs rencontres et discussions avec le ministère, ce dernier a déterminé que l'attestation d'assainissement serait l'outil légal désigné pour suivre la progression des travaux et la réduction de la concentration d'arsenic provenant de la Fonderie Horne.

L'attestation d'assainissement représentait alors une nouvelle approche pour déterminer les seuils environnementaux auxquels les industries sont assujetties. Il s'agit d'un permis d'exploitation remis à un établissement industriel, renouvelable tous les cinq ans, qui établit les conditions environnementales sous lesquelles l'établissement doit exercer ses activités. Il s'agit d'une approche intégrée et évolutive qui permet un resserrement progressif des exigences environnementales. En 2002, le gouvernement du Québec a assujetti l'industrie minérale et de la première transformation des métaux aux attestations d'assainissement. Dès lors, la Fonderie Horne devenait assujettie, dans une période correspondant à l'avis de 2004.

Dans le cadre de cette attestation, le ministère a demandé à la Fonderie Horne de :

- Déposer un plan d'assainissement visant à atteindre le seuil de 200 ng/m<sup>3</sup> (moyenne annuelle) à la station de référence 8006 en trois ans ;
- Réaliser une nouvelle caractérisation des émissions après avoir réalisé les travaux du plan d'assainissement, pour vérifier les résultats obtenus ;
- Par la suite, soumettre un deuxième plan pour réduire les émissions diffuses d'arsenic à 100 ng/m<sup>3</sup> (moyenne annuelle) à la station de référence 8006.

C'est ainsi qu'en 2006, la Fonderie Horne a déposé son premier plan d'amélioration afin de réduire les émissions d'arsenic dans l'air ambiant et atteindre le seuil de 200 ng/m<sup>3</sup>. Ce plan a été intégré à l'intérieur de l'attestation d'assainissement de la Fonderie Horne.

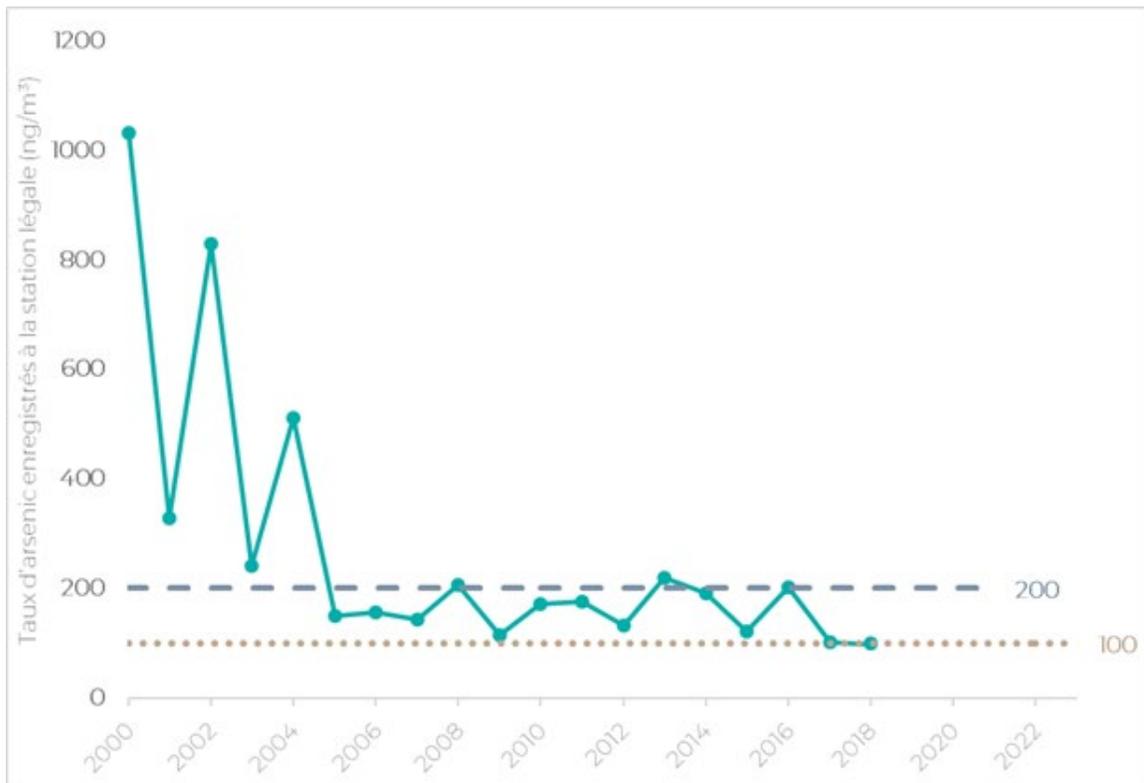
La première attestation d'assainissement de la Fonderie Horne a donc déterminé que l'entreprise serait assujettie à un seuil maximal de 200 ng/m<sup>3</sup> d'arsenic (moyenne annuelle) à la station de référence 8006. Pour atteindre ce seuil au plus tard en 2010, le plan d'amélioration prévoyait les travaux suivants :

Travaux	Date	Investissement (M\$)
<i>Secteur : allée des convertisseurs et anodes</i>		
Installation de hottes secondaires au-dessus des fours à anodes ou des convertisseurs	2006-2010	9,368
<i>Secteur : entreposage des concentrés</i>		
Construction d'un dôme d'entreposage aux concentrés	2006	0,790
Installation d'une station de nettoyage des pneus de camions	2006	0,455
Achat d'un camion d'aspiration pour l'entretien des routes	2007	0,273
<i>Autres initiatives volontaires</i>		
Pavage des routes	2007	0,538
Investissement total		11 M\$ (environ)

Tel qu'exigé, le plan d'action prévoyait également une nouvelle caractérisation des sources d'émission touchées par les travaux d'amélioration, afin de constater les résultats obtenus. Le rapport de caractérisation réalisé en 2010 a fourni la base de l'élaboration du deuxième plan d'amélioration visant à atteindre le seuil de 100 ng/m<sup>3</sup>.

La figure ci-dessous montre l'évolution des concentrations d'arsenic mesurées à la station 8006. Même si les actions réalisées visaient spécifiquement à diminuer les concentrations d'arsenic, elles ont également permis de réduire la concentration d'autres métaux tels que le plomb.

**Figure 2 : Évolution des concentrations en arsenic enregistrées à la station légale depuis 2000**



### Deuxième plan d'amélioration (2012-2021) : ramener sous 100 ng/m<sup>3</sup>

Comme exigé, la Fonderie Horne a déposé en 2012 son deuxième plan d'amélioration au ministère responsable de l'environnement, sur la base d'échantillonnages réalisés en 2010 et 2011. À la suite d'échanges avec le ministère et la DSPAT, ce deuxième plan a été approuvé en 2013.

En parallèle, entre 2013 et 2016, plusieurs échanges et rencontres ont eu lieu afin de permettre la rédaction de la deuxième attestation d'assainissement de la Fonderie Horne, laquelle a été reçue par la Fonderie en novembre 2017. Celle-ci fixe le seuil à respecter à 100 ng/m<sup>3</sup> d'ici la fin

de l'année 2021, et prévoit une caractérisation cette même année pour vérifier le résultat des travaux réalisés.

Les travaux du deuxième plan d'action visant à atteindre le seuil de 100 ng/m<sup>3</sup> d'ici la fin de l'année 2021 incluent :

Travaux	Date	Investissement (M\$)
<i>Secteur : aire de refroidissement</i>		
Pavage du chemin d'accès à l'aire de refroidissement des scories	2015	1,056
Construction d'une barrière brise-vent	2017	2,077
<i>Secteur : entreposage des concentrés</i>		
Construction de deux dômes d'entreposage	2016	3,822
Construction d'un abri à trois façades dans le secteur de préparation de l'alimentation des matériaux (communément appelé « l'église »)	Novembre 2019	2,3
<i>Secteur : allée des convertisseurs et anodes</i>		
Installation d'un système de collecte des gaz, augmentation de la capacité du dépoussiéreur existant et installation d'une nouvelle cheminée pour ces gaz	2014-2020	6,044
<i>Autres initiatives volontaires</i>		
Construction d'un 3 <sup>e</sup> dôme d'entreposage	2017	1,229
Optimisation de la capacité de la maison des concentrés	2014-2015	1,036
Optimisation de la capacité des dômes existants	2015-2017	0,655
Ajout d'un dôme aux recyclés	2017	0,729
Investissement total		19 M\$ (environ)

La majorité des projets ont déjà été réalisés, mais un projet de ce plan d'action est encore en cours : l'amélioration du captage des gaz dans le secteur des convertisseurs et des anodes. Ce projet aura un impact significatif sur les émissions de poussières, réduisant à lui seul de 10 à 30 % les émissions d'arsenic à la limite de la propriété de la Fonderie Horne :

1. Le réseau de captage sera prolongé et la hotte sera modifiée pour maximiser la capture des gaz émis au-dessus de la roue de coulée, permettant de capter la quasi-totalité de ces gaz à la source et de les diriger vers un dépoussiéreur.
2. Une nouvelle conduite sera installée pour augmenter le débit et améliorer l'efficacité du dépoussiéreur.

3. La capacité de traitement du dépoussiéreur sera augmentée en modifiant la longueur et la composition des sacs filtrants.

La dernière étape de ce deuxième plan d'action est prévue en 2021 : une caractérisation et modélisation qui permettra d'identifier à nouveau les principales sources d'émissions d'arsenic afin de déterminer et prioriser les prochaines actions à entreprendre dans le troisième plan.

### Troisième plan d'amélioration (à partir de 2022)

La Fonderie Horne prévoit soumettre son troisième plan pour la réduction des émissions atmosphériques en 2022.

Le 25 septembre 2019, lors de la séance d'information publique sur la création du comité de liaison, la Fonderie Horne a d'ailleurs partagé son intention d'impliquer le comité dans l'élaboration de ce troisième plan. Cependant, étant donné la demande du MELCC de déposer un plan d'action au 15 décembre 2019, le comité de liaison sera plutôt impliqué dans l'élaboration et le suivi du présent plan d'action, avant de commencer les travaux sur celui prévu en 2022. Une version préliminaire du présent plan d'action a d'ailleurs été présentée au comité de liaison lors de la rencontre du 9 décembre 2019, pour fins d'information et de discussions.

### Protocole de réhabilitation des sols (2012-2020)

Depuis les années 1980, la Fonderie Horne et la DSPAT réalisent un suivi de la qualité des sols du QND. Initialement, le programme était lié à la présence de plomb dans les sols. Depuis 1999, le suivi intègre également l'analyse de l'arsenic dans les sols.

La réhabilitation des sols est une mesure qui vise notamment à limiter l'exposition des jeunes enfants qui jouent davantage au sol et qui ont tendance à mettre volontairement ou non des sols et poussières à leur bouche.

Le protocole actuellement en cours a commencé en 2012 et se terminera en 2020. Le processus prévoit :

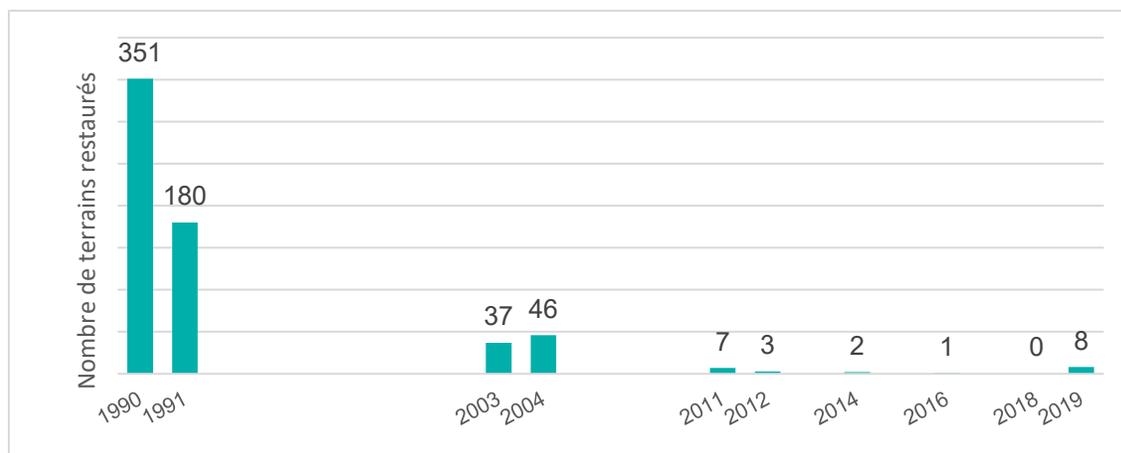
1. L'échantillonnage des sols pour évaluer la concentration en plomb et en arsenic dans les sols du QND, avec un suivi plus fréquent pour les terrains situés plus près de la Fonderie Horne.
2. La comparaison des concentrations obtenues avec des seuils de restauration préventifs définis.
3. La proposition auprès du propriétaire concerné de restaurer les sols de son terrain, lorsque la concentration mesurée en arsenic ou en plomb dépasse le seuil défini, en excavant les premiers 20 cm de sols en surface et en les remplaçant par des sols propres.

Le seuil actuel de restauration pour l'arsenic est fixé à 100 ppm (parties par million). À titre comparatif, le critère de réhabilitation pour les terrains résidentiels prévu dans le Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains est de 30 ppm : ce critère n'est obligatoire que dans des situations très limitées comme à la fermeture de certains sites industriels lourds ou encore lors d'un changement d'usage d'un terrain où une activité sensible a été opérée dans le passé.

Aucune de ces situations n'étant applicable dans le QND, le seuil de 100 ppm a été établi en 2004 en collaboration avec les autorités et sur la base d'expériences passées ailleurs au Canada. Ce seuil à 100 ppm a été conservé dans le protocole de 2012-2020, la DSPAT indiquant que l'aspect préventif de ce seuil a pu être validé par des mesures chez les enfants du quartier lors de l'étude de biosurveillance de 2005-2006.

Dans le cadre du présent plan d'action, Glencore a demandé à des experts d'évaluer l'information scientifique disponible et à jour afin d'établir le seuil de restauration qu'ils jugeaient adéquat à la situation du QND. Ces experts ont recommandé le maintien du seuil de 100 ppm étant donné leurs conclusions, basées sur plusieurs précédents, que la réhabilitation des terrains présentant des concentrations de 100 ppm ou moins d'arsenic était peu susceptible d'avoir un impact sur les taux d'arsenic mesurés chez les résidents du QND. Les experts ont également noté que la concentration moyenne en arsenic dans les sols des propriétés des enfants visés par l'étude de biosurveillance de 2018 était de 23 µg/kg (microgramme par kilogramme), un indicateur additionnel qu'un seuil de réhabilitation à 30 ppm aurait peu d'impact sur les niveaux d'exposition des résidents. Ils ont également conclu ne pas craindre que des concentrations d'arsenic dans les sols d'environ 100 ppm ou moins puissent conduire à une exposition à l'arsenic significativement élevée. Néanmoins, les experts indiquent dans leur rapport que par excès de prudence, ils recommandent de viser un seuil de 30 ppm pour les garderies, les écoles et les parcs. Ils mentionnent également que dans l'éventualité où Glencore considérerait appliquer le seuil de 30 ppm à des résidences privées, il pourrait être pertinent de viser les propriétés habitées par des enfants de 6 ans et moins et de mettre en place un protocole de biosurveillance visant à déterminer si les travaux de réhabilitation ont effectivement permis de réduire les taux d'exposition à l'arsenic. L'avis technique de ces experts est présenté à l'annexe 1 du présent plan d'action.

**Figure 3 : Nombre de terrains restaurés annuellement dans le quartier Notre-Dame depuis 1990**



Depuis la grande phase de restauration des terrains en 1990-1991, la quasi-totalité des restaurations a été réalisée sur des terrains situés à proximité de la Fonderie Horne. Tel qu'expliqué plus en détail dans la prochaine section, ce constat concorde avec les résultats de la

qualité de l'air ambiant et des jarres à poussières, qui indiquent que les concentrations d'arsenic diminuent en s'éloignant de la Fonderie Horne.

## État de la situation actuelle sur l'arsenic

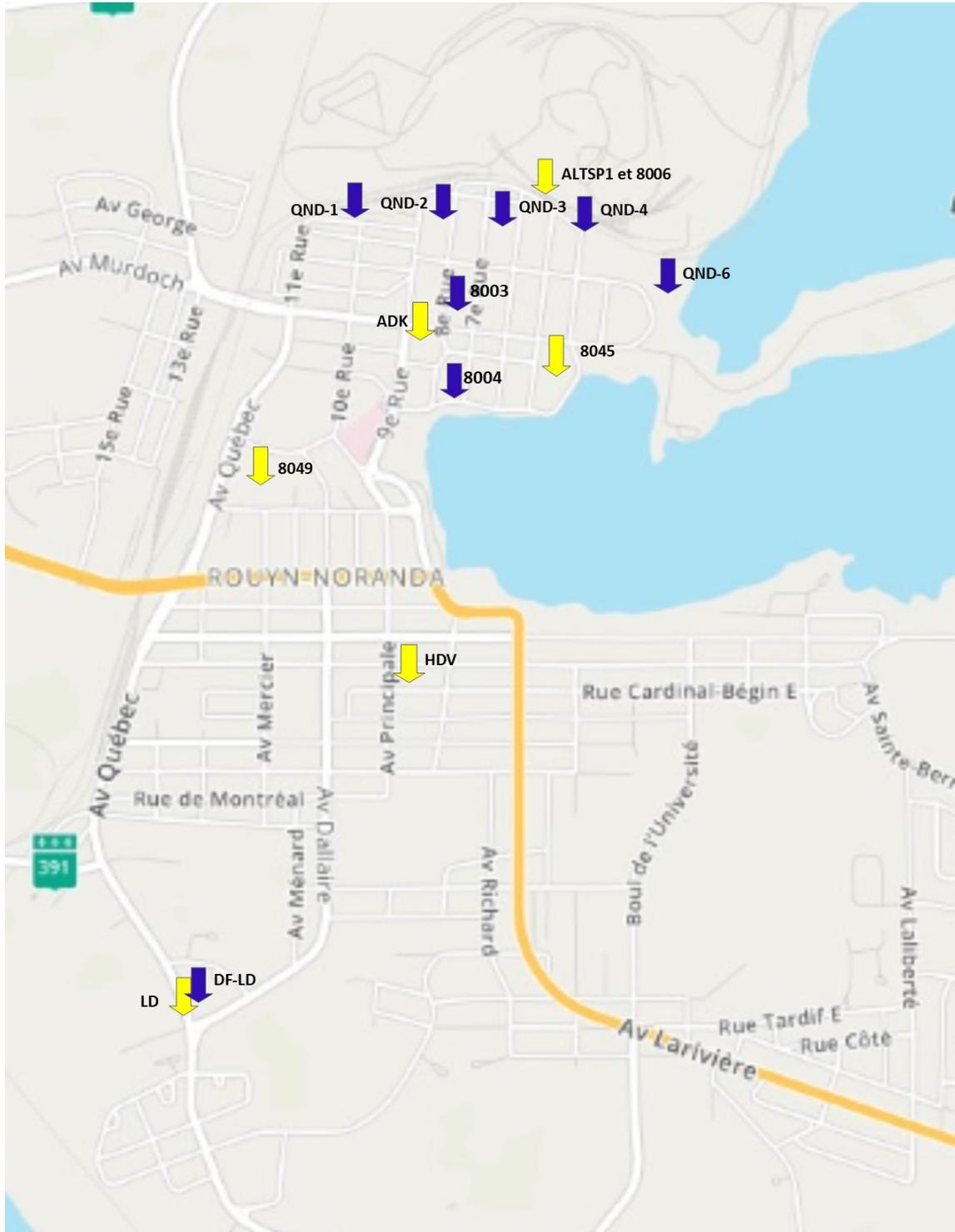
### Données relevées par les stations d'échantillonnage

La Fonderie Horne possède deux principaux types d'équipements de suivi des émissions atmosphériques dans l'air ambiant :

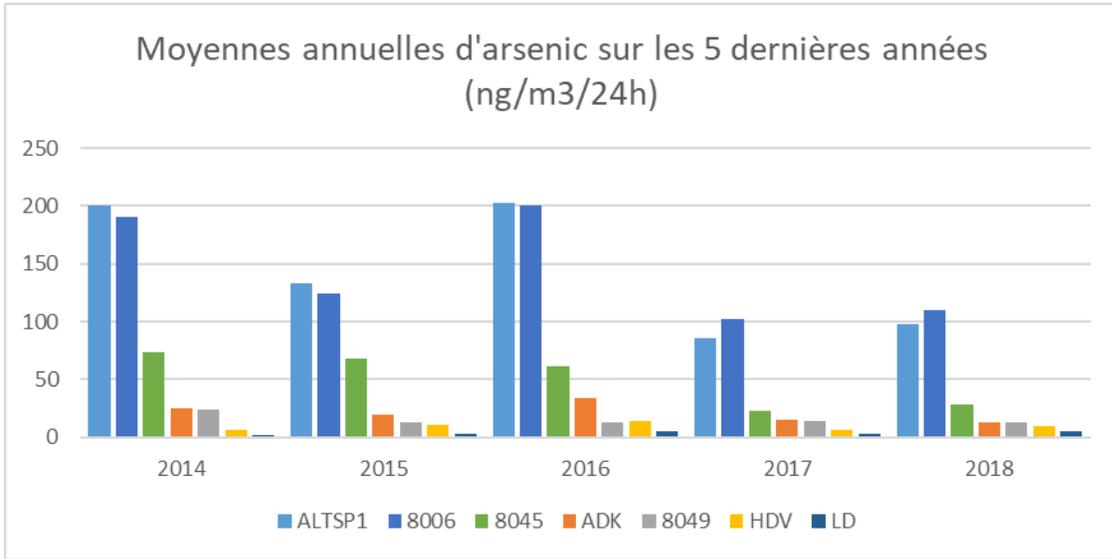
- Les échantillonneurs haut-volume, qui mesurent les particules en suspension et la concentration des métaux dans l'air ambiant
  - En place depuis 1990 ;
  - Quatre échantillonneurs appartenant à la Fonderie Horne, et trois au ministère responsable de l'environnement (MELCC) ;
  - Positionnés dans l'axe nord-sud selon les vents dominants, permettant de suivre l'évolution de la qualité de l'air selon la distance par rapport à la Fonderie Horne ;
  - Échantillons collectés sur une période continue de 24 heures tous les trois jours.
- Les jarres à poussières, qui suivent le dépôt naturel des particules au sol
  - En place depuis 2000 ;
  - Huit équipements appartenant à la Fonderie Horne ;
  - Positionnés dans l'axe nord-sud et est-ouest ;
  - Échantillons collectés sur une base mensuelle.

Type d'équipement	Nom de l'équipement	Distance par rapport à la Fonderie Horne
Échantillonneurs haut-volume appartenant à la Fonderie Horne	ALTSP1 (station légale)	0 km (Située à la limite de propriété de la Fonderie Horne)
	Aréna Dave Keon (ADK)	0,8 km (800 mètres)
	Hôtel de Ville (HDV)	1,7 km
	Laiterie Dallaire (LD)	2,5 km
Stations haut-volume appartenant au MELCC	8006	Située à côté de la station ALTSP1
	8045	Située plus au sud
	8049	Située plus au sud
Jarres à poussières appartenant à la Fonderie Horne	QND-3, 8003 et 8004	Trois jarres placées dans un axe nord-sud
	QND-1, 2, 3, 4 et 6	Cinq jarres placées dans un axe est-ouest

Depuis 2018, la station légale, c'est-à-dire l'endroit où sont prises les mesures pour vérifier si l'attestation d'assainissement est respectée, est la station ALTSP1 située à la limite de la propriété de la Fonderie Horne. La station 8006, située juste à côté et appartenant au ministère, permet une contre-validation des données par le ministère. La carte suivante localise les équipements de suivi (les échantillonneurs hauts-volume sont en jaune et les jarres à poussières sont en violet) :

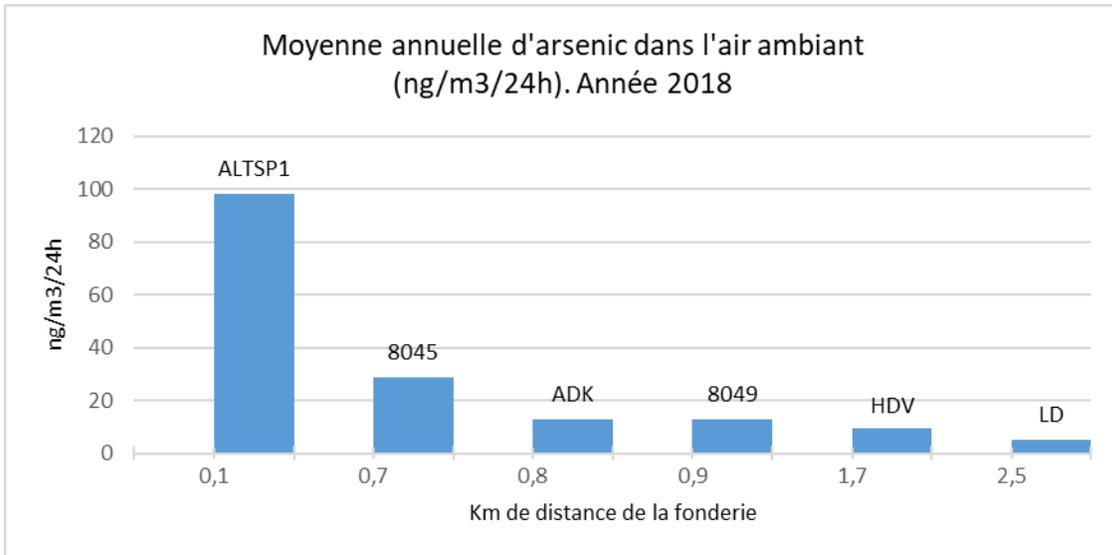


**Figure 4 : Résultats des échantillonneurs hauts-volume de 2014 à 2018**



Rappelons que les stations ALTSP1 et 8006 sont situées l'une à côté de l'autre, ce qui explique le fait que les données soient similaires pour ces deux stations.

**Figure 5 : Moyennes annuelles d'arsenic aux stations d'échantillonnage en 2018**

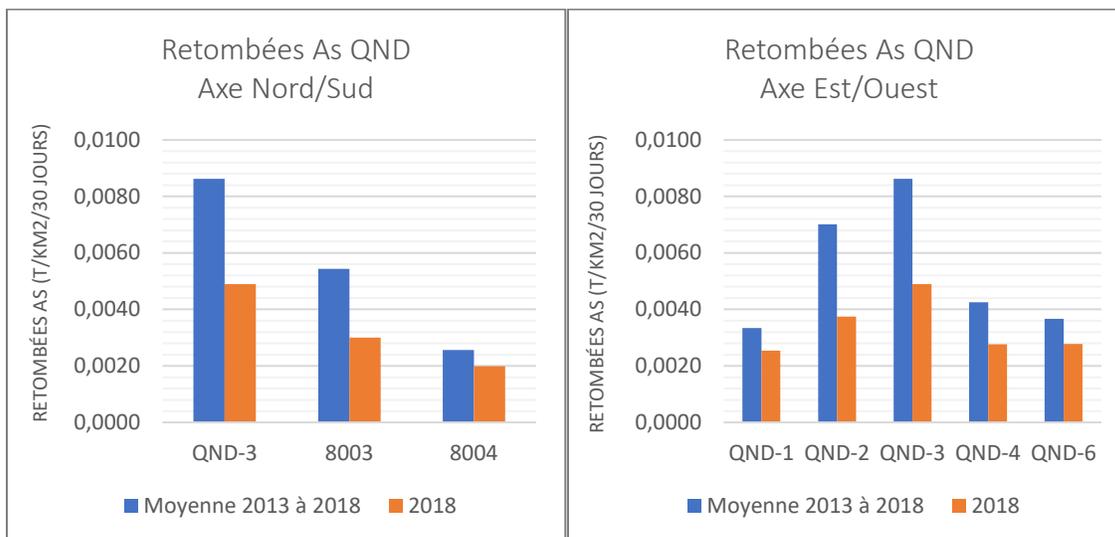


Ces données montrent que :

- Les concentrations d'arsenic dans l'air ambiant diminuent en s'éloignant de la Fonderie Horne.
- Les concentrations sont plus basses en 2018 qu'en 2014, passant de 200 ng/m<sup>3</sup> en 2014 à 98 ng/m<sup>3</sup> en 2018 à la station ALTSP1.

Ces mêmes constats sont observés dans les données recueillies par les jarres à poussières, tel qu'illustré par les graphiques suivants :

**Figure 6 : Moyenne annuelle 2018 des retombées enregistrées dans les jarres à poussières**



Ces données indiquent elles aussi que la présence d'arsenic tend à diminuer dans le temps, étant moins élevée en 2018 que la moyenne 2013-2018. Par ailleurs, la présence d'arsenic diminue en s'éloignant de la Fonderie Horne :

- Dans l'axe nord-sud, où la station QND-3 est la plus près de la Fonderie Horne et la station 8004 la plus éloignée.
- Ainsi que dans l'axe est-ouest, où la station QND-3 est la plus près et les stations QND-1 et QND-6 les plus éloignées vers l'est et l'ouest.

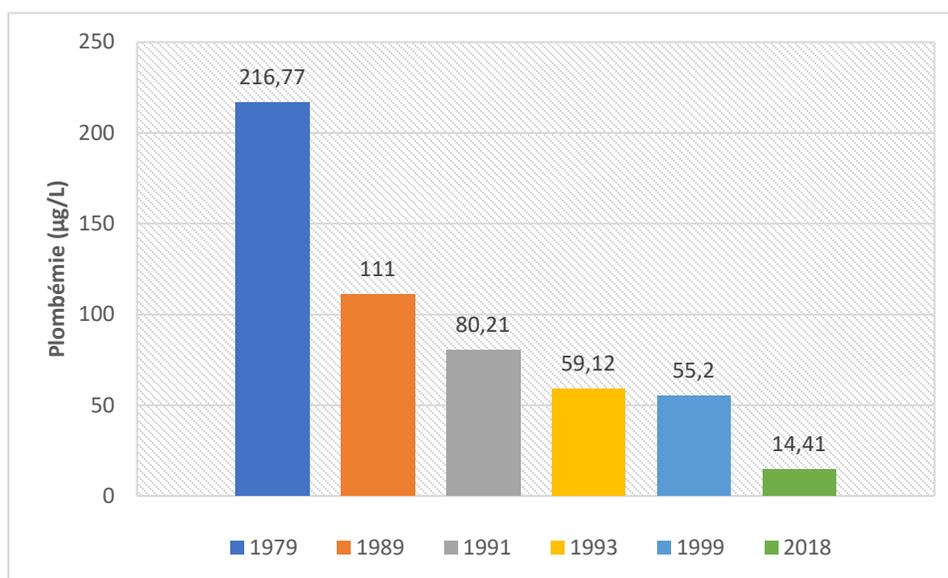
### Résultats de la campagne de biosurveillance réalisée en 2018

L'étude de biosurveillance réalisée en 2018 par la DSPAT visait notamment à :

- Évaluer si les concentrations en plomb et cadmium dans le sang représentaient un risque pour la santé des enfants.
- Déterminer si les concentrations en arsenic dans les ongles des enfants étaient significativement plus élevées qu'un groupe témoin non exposé à des sources industrielles en Abitibi-Témiscamingue.

Concernant le plomb, la figure suivante montre l'évolution de la moyenne arithmétique du taux de plomb présent dans le sang, mesuré lors des différentes campagnes de biosurveillance dans le QND entre 1979 et 2018 :

**Figure 7 : Évolution de la moyenne arithmétique du taux de plomb dans le sang**



Les résultats de l'étude montrent que le taux de plomb dans le sang chez les enfants du QND est en baisse significative, atteignant une moyenne arithmétique de 14,41 µg/L en 2018. Ce résultat est sous le seuil de prévention de la Direction de santé publique fixé à 20 µg/L et aussi sous le seuil de maladie à déclaration obligatoire (MADO) du gouvernement du Québec fixé à 50 µg/L. Ce résultat démontre que les mesures prises par le passé ont entraîné une baisse de l'exposition au plomb chez les enfants du QND.

Concernant le cadmium, celui-ci n'a pas fait l'objet d'une étude de biosurveillance avant 2018, et il n'est donc pas possible d'observer la tendance dans le temps. Cela dit, la moyenne géométrique du taux de cadmium sanguin mesuré chez les enfants du QND lors de la campagne de biosurveillance en 2018 est de 0,064 µg/L, ce qui est sous la moyenne canadienne de 0,082 µg/L chez les enfants de 3 à 5 ans, et largement sous le seuil de maladie à déclaration obligatoire (MADO) fixé à 5 µg/L.

Élément	Taux mesuré dans le sang en 2018 (moyenne)	Seuil préventif
Plomb	14,41 µg/L	20 µg/L (Direction de santé publique) 50 µg/L (MADO)
Cadmium	0,064 µg/L	5 µg/L (MADO)

Enfin, concernant l'arsenic, c'était la première fois en 2018, qu'on en mesurait la concentration dans les ongles des enfants du QND. En 2005-2006, étude menée auprès de centaines de résidents du QDN, cinq campagnes de prélèvements d'urine ont été réalisées à différents moments de l'année sur une période de deux ans, moments sélectionnés pour assurer une bonne représentativité des résultats et bien mesurer l'imprégnation à l'arsenic qui est de relativement

courte durée dans l'urine. Cette étude a mené à la publication d'un rapport<sup>5</sup> daté de mai 2007 qui conclut qu'aucune différence significative n'a été notée entre les taux d'arsenic des résidents du QND et ceux du groupe témoin jugé non exposé aux activités de la Fonderie. L'étude révèle que la moyenne arithmétique des taux d'arsenic des résidents du QND était de 4,19 µg/L (microgrammes par litre) alors que le seuil normal établi par le laboratoire de toxicologie humaine de l'INSPQ est de 19 µg/L. L'étude note que les jeunes enfants sont plus imprégnés que les autres groupes d'âge, mais que leurs niveaux urinaires sont « loin d'être inquiétants, se situant confortablement sous la barre de 19 µg/L » (p. 76). L'étude conclut également que la comparaison entre les résultats des résidents du QND, le groupe témoin et la limite de la normale de 19 µg/L « montre bien à elle seule que notre échantillon de la population du QND en 2006 ne subit aucune imprégnation à l'arsenic dans son environnement, air extérieur, air intérieur et sols combinés » (page 87). Sur la base des conclusions de cette étude, la DSPAT a recommandé en 2007 de maintenir les émissions atmosphériques du QND sous la moyenne arithmétique de 250 ng/m<sup>3</sup> ou une médiane de 100 ng/m<sup>3</sup>.

Quant à l'étude de biosurveillance de 2018, celle-ci a indiqué que la concentration moyenne géométrique d'arsenic présent dans les ongles des enfants du QND (à 420 ng/g) est 3,7 fois plus élevée que le groupe témoin non exposé (à 110 ng/g).

Élément	Taux mesuré dans les ongles des enfants du QND en 2018 (moyenne)	Taux mesuré dans les ongles des enfants du groupe témoin non exposé en 2018 (moyenne)
Arsenic	420 ng/g	110 ng/g

L'étude indique aussi une faible corrélation entre la concentration en arsenic dans les sols et les poussières intérieures, et les concentrations en arsenic dans les ongles des enfants. À l'inverse, ce lien n'a pas été observé entre les concentrations dans l'air ambiant et dans les ongles. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les jeunes enfants jouent au sol et ont tendance à mettre, volontairement ou non, des sols et poussières à leur bouche, faisant en sorte que leur exposition proviendrait davantage des sols et poussières, que de l'air ambiant.

### Seuils sur l'arsenic

L'élaboration de seuils préventifs, à partir desquels un risque sur la santé est observable, est une science en développement. L'absence de seuils reconnus et acceptés rend donc difficile l'interprétation des données, l'évaluation des risques associés à la santé et ne permettent pas d'établir le niveau de risque ou l'absence de risque à la santé.

À titre comparatif seulement, la Fonderie Horne a recherché d'autres seuils rapportés par d'autres organisations pour l'arsenic :

<sup>5</sup> Agence de la Santé et des Services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue, « Rapport final : Surveillance de l'imprégnation à l'arsenic chez la population du quartier Notre-Dame », mai 2007.

Organisation	Seuil rapporté pour l'arsenic dans les ongles	Contexte
Groupe scientifique de l'eau de l'INSPQ (2016) Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2007) Valeur utilisée comme seuil d'intervention dans une étude biologique sur la consommation d'eau de puits en Abitibi-Témiscamingue (2012)	1000 ng/g	Selon ces groupes, les concentrations inférieures à 1 000 ng/g dans les ongles seraient « normales ».
Étude de biosurveillance dans la Ville de Yellowknife et les communautés situées à proximité de l'ancienne mine d'or Giant (en cours)	1 350 ng/g	La concentration d'arsenic dans les ongles, mesurée chez les enfants de 3 à 5 ans participant à cette étude en 2018, était de 600 ng/g.

Rappelons qu'en l'absence de seuils reconnus et acceptés sur les concentrations d'arsenic dans les ongles, ces exemples permettent uniquement de mettre en perspective les résultats obtenus dans l'étude de biosurveillance sur le QDN. Ces exemples ne renseignent pas sur le niveau de risque ou l'absence de risque à la santé.

La Fonderie Horne s'est déjà engagée à répondre à la demande du ministère et à participer à l'approche préventive en préparant un plan d'action au 15 décembre 2019, avec des mesures à court et long terme visant à réduire les émissions atmosphériques. Ces mesures sont présentées dans la section qui suit.

## Plan d'action : présentation des actions à court et long terme

La section suivante présente les actions constituant le cœur du plan proposé par la Fonderie Horne. Ces dernières sont catégorisées selon deux grands axes, soit des actions visant la réduction des émissions d'arsenic à la source ou des actions visant la réduction de l'exposition des citoyens du QND à l'arsenic. Ces actions sont ensuite classées en fonction du délai de l'impact attendu, donc court terme lorsqu'il s'agit d'action dont l'effet sera perçu à l'intérieur d'un délai de 1 à 2 ans de la date de dépôt du plan, ou long terme lorsque les résultats sont attendus dans plus de 2 ans.

Chaque projet est présenté sous la forme d'une fiche comportant les informations suivantes : le titre du projet, la catégorie du projet, une description du projet, l'impact anticipé, l'investissement estimé ainsi que l'échéancier de mise en œuvre. Il est important de noter qu'en raison du court délai donné aux représentants de la Fonderie pour le dépôt du plan (2 mois), ce dernier comporte encore certaines incertitudes associées aux réductions des émissions d'arsenic anticipées, telles que mesurées à la station légale, ainsi qu'aux investissements requis pour la mise en œuvre de ces actions. Aussi, malgré le fait que ce ne soit pas l'objet principal de ce plan, une appréciation des réductions anticipées au niveau des émissions de poussières totales est présentée dans le tableau synthétisant les actions proposées.

## Vue d'ensemble des actions proposées

Actions	Type de projet	Potentiel de réduction des émissions d'arsenic	Potentiel de réduction des poussières	Potentiel de réduction de l'exposition des citoyens du QND	Investissement*	Échéance	
						début	fin
Modernisation secteur des convertisseurs et anodes (VELOX / PHENIX)	Réduction des émissions, long terme	Plus de 20 %	Moyen	Élevé	170,7 M\$	déjà débuté	2024
Augmentation de l'espace d'entreposage intérieur des concentrés	Réduction des émissions, court terme	Entre 0,5 et 5 %	Moyen	Faible	1,5 M\$	2021	2022
Réduction des poussières lors du déplacement des wagons sur le site	Réduction des émissions, court terme	Entre 0,5 et 5 %	Moyen	Faible	1 M\$	2021	2021
Pavage des voies de circulations et de l'aire de déchargement des concentrés	Réduction des émissions, court terme	Entre 0,5 et 5 %	Moyen	Faible	3 M\$/3 ans	2020	2022
Réduction de la circulation des camions de livraison de concentré sur l'aire d'entreposage du déchargement.	Réduction des émissions, court terme	Entre 0,5 et 5 %	Moyen	Faible	1 M\$	2020	2020
Augmentation de la capacité de nettoyage des routes	Réduction des émissions, court terme	Entre 0,5 et 5 %	Moyen	Faible	100 000 \$	2020	récurrent
Amélioration des dépoussiéreurs	Réduction des émissions, court terme	Entre 0,5 et 5 %	Faible	Faible	1,5 M\$/4 ans	2020	2024
Optimisation du système de contrôle intermittent	Réduction des émissions, court terme	Entre 0,5 et 5 %	Faible	Faible	Nul	déjà débuté	récurrent
Projet de restauration des sols sur une base volontaire et programme de biosurveillance	Réduction de l'exposition des citoyens du QND, court terme	Nul	Nul	Moyen	ND	2020	récurrent
Zone de transition	Réduction de l'exposition des citoyens du QND, court terme	Nul	Moyen	Élevé	5 M\$ à 10 M\$/3 ans	déjà débuté	2022

\*Ces montants sont donnés à titre indicatif et approximatifs seulement.



# FICHE DE PROJET

## VELOX/PHENIX

- **Catégorie de projet**

- Réduction des émissions
- Projet long terme

- **Description**

- Les secteurs des convertisseurs et fournaies à anodes sont d'importants contributeurs au niveau des émissions fugitives de la Fonderie Horne.
- Ces émissions fugitives (les émissions non canalisées) sont les principales contributrices aux teneurs dans l'air ambiant mesurées dans le quartier Notre-Dame.
- Une technologie innovante développée progressivement depuis quelques années vise à remplacer plusieurs vaisseaux métallurgiques présentement opérés dans les secteurs des convertisseurs et fournaies à anodes. Le projet nommé VELOX vise à effectuer le pilotage de cette technologie afin de démontrer sa faisabilité pour le traitement du cuivre.
- Si la faisabilité technique et économique est démontrée, cette technologie a le potentiel de diminuer substantiellement l'empreinte environnementale de la Fonderie Horne en :
  - Réduisant le nombre de vaisseaux métallurgiques requis pour la production du cuivre;
  - Améliorant la capture des gaz de désulfuration et d'affinage par l'implantation d'équipements de capture des gaz à haute étanchéité, réduisant ainsi les émissions fugitives;
  - Réduisant les nombreuses manipulations présentement nécessaires pour la production de cuivre anodique, autre source d'émissions fugitives;
  - Réduisant la production de gaz à effet de serre en diminuant la consommation de gaz naturel (procédé hautement efficace);
  - Améliorant le taux de fixation global du soufre.
- Un programme d'essais à l'échelle de laboratoire a été effectué en 2018 et a généré des résultats encourageants. Par contre, étant donné le risque technologique inhérent au projet, la performance

# FICHE DE PROJET

## VELOX/PHENIX

environnementale et financière de cette technologie ne peut être démontrée qu'à l'aide d'un programme de pilotage à grande échelle.

- Pour effectuer ce pilotage, la Fonderie Horne a entrepris la construction d'une usine pilote en Q4 2019. Celle-ci sera localisée à l'intérieur même du site. Si les résultats de l'évaluation des performances opérationnelles, environnementales et financières sont positifs, l'implantation à grande échelle de ce procédé, projet nommé PHENIX, prendrait quelques années pour sa mise en activité.

	2019				2020				2021				2022				2023				2024			
Trimestre	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>VELOX</b>																								
Ingénierie préliminaire	■	■																						
Approbation du projet		■																						
Ingénierie de détails			■	■	■	■																		
Construction du pilote				■	■	■	■	■																
Essais de pilotage								■	■	■	■	■	■											
<b>PHENIX</b>																								
Ingénierie préliminaire					■	■	■	■	■	■														
Approbation du projet										■	■	■												
Ingénierie de détails										■	■	■	■	■	■									
Préparation du site														■	■									
Construction															■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mise en service																							■	■
Optimisation																								■

La mise en place de ces projets d'envergure engendre de nombreux impacts et répercussions sur l'ensemble des opérations du site. Pour gérer ces risques (opérationnels, environnementaux, financiers, sécurité), plusieurs étapes séquentielles sont nécessaires. Le déploiement des projets VELOX et PHENIX

# FICHE DE PROJET

## VELOX/PHENIX

s'échelonne ainsi sur quelques années. Il est à noter qu'un tel échéancier représente un scénario envisageable selon les informations présentement disponibles. Des délais pourraient ainsi s'insérer en cas, par exemple, de problème inattendus lors du pilotage VELOX.

- L'étape d'ingénierie préliminaire identifie les équipements requis ainsi que les travaux d'installation/modifications nécessaires au travers du site et évalue les performances opérationnelles, environnementales et financières.
- Dans le cadre du projet Phénix, l'étape d'approbation de projet ne pourra être entreprise que si des performances positives sont obtenues sur les volets opérationnels, environnementaux et financiers. Ainsi, l'approbation du projet PHENIX serait retardée si, entre autres, les essais seraient non concluants dans les premiers mois de pilotage.
- Une fois le projet approuvé, l'étape d'ingénierie de détails vise à préciser toutes les spécifications et devis nécessaires à l'achat des équipements et la réalisation de la construction au site. Cette étape est essentielle afin d'assurer la gestion des risques par la conformité aux nombreux codes, normes, lois, règlements, règles de l'art et meilleures pratiques de l'industrie.
- Les étapes de préparation du site et de construction sont fort complexes, particulièrement pour un chantier de construction situé au cœur d'un site industriel en activité. Plusieurs défis devront être relevés, notamment certaines contraintes liées à la disponibilité de la main d'œuvre qualifiée, la construction en saison hivernale, l'encombrement du site, l'interférence avec les opérations de la fonderie, etc.
- La mise en service d'un nouveau secteur d'usine prend plusieurs mois afin d'assurer une transition efficace et permettre les réglages d'ajustement. Ce n'est que lorsque la mise en service est pleinement complétée que des vaisseaux métallurgiques (2 convertisseurs et 1 fournaise à anodes) pourront être mis à l'arrêt. Les gains environnementaux seront alors pleinement matérialisés.

# FICHE DE PROJET

## VELOX/PHENIX

- Suite à la mise en service, la phase d'optimisation (amélioration continue) s'amorce tout en opérant les nouveaux systèmes afin de tenter d'obtenir des gains supplémentaires en performance.

- **Gains anticipés**

- VELOX (projet-pilote) : Aucun gain lié au programme de pilotage
- PHENIX (implantation à grande échelle) : Réduction des émissions d'arsenic de plus de 20 % à la station légale

- **Investissements anticipés**

- VELOX : 20,7 M\$
- PHENIX : 150 M\$

- **Échéancier de mise en œuvre**

- VELOX : Début du pilotage en 2020
- PHENIX : Implantation complétée en 2024-2026

# FICHE DE PROJET

## Augmentation de l'espace d'entreposage intérieur des concentrés

- **Catégorie de projet**

- Réduction des émissions
- Projet court terme

- **Description**

- L'augmentation de la capacité d'entreposage a pour objectif de réduire l'entraînement éolien de poussières provenant des concentrés entreposés à l'extérieur;
- Le projet peut être réalisé par l'ajout de dôme, d'abri ou d'entrepôt dans les zones d'entreposage définies dans notre attestation d'assainissement;
- Trois dômes d'une dimension de 80 pieds x 80 pieds, pour une capacité approximative de 5 000 tonnes métriques par dôme, ont été installés en 2016-2017. Ces derniers sont venus s'ajouter au méga-dôme mis en place en 2007.
- L'espace encore disponible permet l'ajout d'un dôme supplémentaire.

- **Gains anticipés**

- Réduction des émissions de poussières totales
- Réduction des émissions d'arsenic : entre 0,5 et 5 % à la station légale

- **Investissements anticipés**

- 1,5 M\$

- **Échéancier de mise en œuvre**

- 2021-2022

# FICHE DE PROJET

## Réduction des poussières lors du déplacement des wagons sur le site

- **Catégorie de projet**

- Réduction des émissions
- Projet court terme

- **Description**

- La Fonderie Horne doit retirer les couvercles rigides sur les wagons de concentrés qui sont reçus sur le site afin de pouvoir les entreposer dans les hangars de dégel. Les wagons de concentrés doivent être dégelés l'hiver afin de permettre leur déchargement. En été, ils sont aussi entreposés dans le hangar (sans chauffage), car ces voies ferrées sont le seul espace d'entreposage de wagon sur le site.
- La hauteur libre des hangars est restreinte et les wagons ne peuvent pas y entrer avec leur couvercle. Le retrait des couvercles et le déchargement s'effectuent dans deux endroits différents. Les wagons peuvent donc circuler sur plusieurs kilomètres sur le site sans couvercles, augmentant le potentiel d'emportement de concentré par le vent.
- Le projet vise à analyser le mouvement des wagons sur le site de l'usine et identifier des technologies qui permettraient de réduire l'émission de poussière lors du déplacement des wagons sans couvercle. Par exemple, nous considérons la pulvérisation d'agent liant, à la sortie du hangar ou lors du retrait du couvercle.

- **Gains anticipés**

- Réduction des émissions de poussières totales
- Réduction des émissions d'arsenic : entre 0,5 et 5 % à la station légale

- **Investissements anticipés**

- 1 M\$

- **Échéancier de mise en œuvre**

- 2021

# FICHE DE PROJET

## Pavage des voies de circulations et de l'aire de déchargement des concentrés

- **Catégorie de projet**

- Réduction des émissions
- Projet court terme

- **Description**

- Le projet consiste à effectuer le pavage des aires de circulation qui sont présentement non pavées. Dans les zones où la circulation est lourde, nous considérons le pavage avec du béton compacté roulé (BCR) qui offre une meilleure résistance que le pavage à base d'asphalte.
- Le projet consiste aussi à compléter le pavage du déchargement des concentrés avec du BCR afin d'améliorer l'efficacité du nettoyage et de la récupération du concentré sur le sol. Le projet a débuté à l'automne 2019 et est complété à 90 %. Les zones restantes seront complétées à l'été 2020.

- **Gains anticipés**

- Réduction des émissions de poussières totales
- Réduction des émissions d'arsenic : entre 0,5 et 5 % à la station légale

- **Investissements anticipés**

- 1 M\$/année sur 3 ans

- **Échéancier de mise en œuvre**

- 2020 - 2022

# FICHE DE PROJET

## Réduction de la circulation des camions de livraison de concentré sur l'aire d'entreposage du déchargement

- **Catégorie de projet**

- Réduction des émissions
- Projet court terme

- **Description**

- Les camions qui livrent les concentrés de cuivre à la fonderie Horne circulent sur l'aire d'entreposage des concentrés afin de se décharger près des piles. En circulant sur cette aire d'entreposage, les camions roulent dans leur matériel ce qui vient salir le dessous des équipements et peut entraîner le concentré hors du site de déchargement et sur les voies de circulation de la Fonderie. Ce matériel sur les routes contribue à l'entraînement éolien et nécessite un nettoyage fréquent avec le camion à eau et le camion aspirateur.
- Le projet vise à développer et construire des stations de déchargement de camion où le déchargement se fait d'un côté et la manutention de l'autre. Les camions de livraison ne circuleraient plus dans le concentré et les routes demeureraient plus propres.
- Une réduction importante des interactions entre les camions, les chargeurs et les piétons amènerait aussi une réduction des risques d'incident impliquant des équipements mobiles.

- **Gains anticipés**

- Réduction des émissions de poussières totales
- Réduction des émissions d'arsenic : entre 0,5 et 5 % à la station légale

- **Investissements anticipés**

- 1 M\$

- **Échéancier de mise en œuvre**

- 2020

# FICHE DE PROJET

## Augmentation de la capacité de nettoyage des route

- **Catégorie de projet**

- Réduction des émissions
- Projet court terme

- **Description**

- Le projet consiste à mettre en activité un second camion d'aspiration au site de la fonderie ;
- La fonderie utilise déjà, en période estivale, un camion-balai qui effectue le nettoyage des routes du site ;
- La mise en activité d'un second camion permettrait de nettoyer les nouvelles surfaces pavées (déchargement) et d'augmenter la fréquence de nettoyage des zones plus critiques (les zones à proximité de la communauté et celles ayant un achalandage important).

- **Gains anticipés**

- Réduction des émissions de poussières totales
- Réduction des émissions d'arsenic : entre 0,5 et 5 % à la station légale

- **Investissements anticipés**

- 100 000 \$/an, récurrent

- **Échéancier de mise en œuvre**

- 2020

# FICHE DE PROJET

## Amélioration des dépoussiéreurs

- **Catégorie de projet**

- Réduction des émissions
- Projet court terme

- **Description**

- Les opérations de fonte et de traitement des différents matériaux alimentés à la Fonderie Horne génèrent des gaz de composition variable selon l'étape dans le procédé, plus ou moins chargés en SO<sub>2</sub> et en poussières métalliques. Ces gaz sont captés et traités.
- Différents équipements et systèmes sont opérationnels pour assurer le traitement de gaz captés, dont les collecteurs de poussières. Il s'agit d'équipements épurateurs utilisant des barrières physiques (médium filtrant) pour la récupération de poussières.
- Différents types de médium sont disponibles sur le marché, offrant une large gamme de performance de filtration, mais comportant également plusieurs limitations d'opération.
- Un type de médium filtrant, visant à réduire l'arsenic dans le quartier Notre-Dame, a été mis à l'essai lors du redémarrage d'un collecteur de poussière (DCOL-57) a révélé une efficacité de plus de 99,5 % pour la filtration de l'arsenic.
- Ce type de médium comporte un médium filtrant standard à laquelle une membrane de polytétrafluoroéthylène (PTFE) est ajoutée. Cette combinaison permet une performance de filtration optimale.
- Les médiums filtrants de certains collecteurs de poussières (DCOL-20, DCOL-28, DCOL-72) seront remplacés par des sacs à très haute efficacité comportant une membrane de PTFE.

# FICHE DE PROJET

## Amélioration des dépoussiéreurs

- **Gains anticipés**

- Réduction des émissions de poussières totales
- Réduction des émissions d'arsenic : entre 0,5 et 5 % à la station légale

- **Investissements anticipés**

- 1,5 M\$

- **Échéancier de mise en œuvre**

- 2020 - 2023

# FICHE DE PROJET

## Optimisation du système de contrôle intermittent (SCI)

- **Catégorie de projet**

- Réduction des émissions
- Projet court terme

- **Description**

- Afin de limiter les nuisances dans la communauté et de respecter en tout temps les normes au niveau des émissions de SO<sub>2</sub> dans l'air ambiant, la Fonderie Horne a mis en place un système de contrôle intermittent de ses opérations. Ce système, en vigueur depuis 1976, possède 3 alarmes qui permettent d'adapter les opérations en fonction des conditions météorologiques en vigueur et des valeurs détectées aux stations d'échantillonnage de SO<sub>2</sub> réparties dans la ville. Lorsqu'une des 3 alarmes est enclenchée, le « mode SCI » est activé et les opérations sont modifiées afin de réduire les émissions de SO<sub>2</sub> aux cheminées.
- L'amélioration du système de contrôle intermittent consiste à y inclure des restrictions d'opération qui permettent de réduire d'autres types d'émissions, notamment d'arsenic.
- Ainsi, une autorisation du service de l'environnement est maintenant nécessaire avant de faire des ajouts de « nettoyage » dans le convertisseur Noranda lorsque le mode SCI est activé. En effet, le matériel dit « nettoyage » est très hétérogène et est plus à risque d'émettre des émissions de poussières de type fugitive. Une évaluation basée sur les conditions météorologiques ainsi que sur les valeurs de SO<sub>2</sub> dans la communauté permet depuis peu d'encadrer cette opération.
- Enfin, une autre action préventive a été posée même si elle n'est pas directement liée au mode SCI. Lorsque les vents se dirigent vers la communauté, il est maintenant interdit de vidanger des camions de poussières dans le bâtiment de service prévu puisque l'emplacement de ce dernier ainsi que la nature de cette activité favorisent les emportements éoliens.

# FICHE DE PROJET

## Optimisation du système de contrôle intermittent (SCI)

- **Gains anticipés**

- Réduction des émissions de poussières totales
- Réduction des émissions d'arsenic : entre 0,5 et 5 % à la station légale

- **Investissements anticipés**

- À déterminer

- **Échéancier de mise en œuvre**

- Immédiat

# FICHE DE PROJET

## Programme d'échantillonnage et de restauration des sols sur une base volontaire et biosurveillance

- **Catégorie de projet**

- Réduction de l'exposition
- Projet court terme

- **Description**

*Programme actuel d'échantillonnage et de réhabilitation des sols du quartier Notre-Dame :*

- Depuis la fin des années 1980, la fonderie Horne effectue une surveillance périodique des sols du quartier Notre-Dame, conjointement avec le Centre Intégré de Santé et de Services Sociaux et en collaboration avec le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). Le protocole actuel de restauration des sols établit les divers paramètres de suivi des sols du QND :
  - Zone, terrains, fréquence, devis et contrôle qualité;
  - Critères de restaurations (seuils et métaux);
  - Travaux de restauration.
- Selon le protocole établi, les terrains sont restaurés lorsqu'ils dépassent 100 ppm pour l'arsenic ou 500 ppm pour le plomb.

*Programme supplémentaire d'échantillonnage et de restauration des sols sur une base volontaire et biosurveillance :*

- Le projet proposé consiste en la mise en place, en plus du programme actuellement en vigueur, d'un programme d'échantillonnage des sols sur une base volontaire pour les familles du QND ayant des enfants de 6 ans et moins (seuil utilisé dans l'étude de la DSPAT de 2018). Ces familles, habitant actuellement le quartier ainsi que les nouveaux arrivants, pourront demander aux représentants de la Fonderie d'effectuer l'échantillonnage de leurs terrains;
- Les familles pour lesquelles les sols échantillonnés dépasseraient 30 ppm d'arsenic se verraient offrir la restauration de leur terrain.

# FICHE DE PROJET

## Programme d'échantillonnage et de restauration des sols sur une base volontaire et biosurveillance

- Dans le contexte où les experts consultés par la Fonderie Horne s'entendent sur le fait que la restauration des sols sous le seuil de 100 ppm n'apporterait pas de bénéfices à la santé, la Fonderie Horne propose d'accompagner cette mesure volontaire d'une démarche de biosurveillance utilisant l'approche méthodologique appropriée visant à en confirmer ou infirmer l'efficacité.
  
- **Gains anticipés**
  - Réduction potentielle de l'exposition des enfants sur les terrains restaurés.
  - Augmentation du niveau des connaissances scientifiques sur l'exposition des enfants du quartier Notre-Dame à l'arsenic.
  
- **Investissements anticipés**
  - Approximativement 600 000 \$
  
- **Échéancier de mise en œuvre**
  - 2020

# FICHE DE PROJET

## Aménagement d'une zone de transition entre la Fonderie Horne et le quartier Notre-Dame

- **Catégorie de projet**

- Réduction de l'exposition
- Projet long terme

- **Description**

- La Fonderie Horne est située en plein cœur du quartier Notre-Dame, un quartier résidentiel où la résidence la plus près est à moins de 100 mètres de l'usine.
- Cette situation entraîne des inconvénients et des nuisances pour les résidents et des défis importants pour la Fonderie Horne en matière de respect des normes environnementales et d'acceptabilité sociale.
- Le but du projet consiste à aménager une zone de transition entre la fonderie Horne et le quartier Notre-Dame, ce qui permettra de poursuivre l'amélioration de l'environnement physique entre la Fonderie Horne et le quartier Notre-Dame et de minimiser les nuisances pour la communauté.

- **Gains anticipés**

- Réduction de 10 à 15 % de la moyenne annuelle d'arsenic dans l'air ambiant mesuré à la station légale
- Réduction d'autres nuisances (bruit, circulation) pour les citoyens

- **Investissements anticipés**

- 5 à 10 M\$

- **Échéancier de mise en œuvre**

- Achat des maisons 2019-2020
- Ingénierie de détail et obtention des permis 2020
- Construction 2021-2022\*

\*L'échéancier de ce projet est dépendant des autorités concernées (Ville, ministères impliqués)

## Autres actions et démarches potentielles

La section précédente présente des engagements spécifiques à la Fonderie Horne visant à réduire les émissions d'arsenic provenant des activités industrielles ou à réduire l'exposition des citoyens du QND à ces dernières. La présente section vise à faire des propositions d'actions ciblant les mêmes objectifs, mais devant être réalisées de manière collaborative en impliquant divers partenaires.

### Établissement d'une zone tampon près de la Fonderie

Cette mesure, proposée par la DSPAT ainsi que certaines parties prenantes, pourrait aller au-delà des efforts de réduction de l'exposition des citoyens du QND déjà apporté par le projet de zone de transition présentée dans la section précédente du plan. Dans le contexte où les parties prenantes concernées désiraient aller de l'avant avec une telle mesure, l'implication de la Ville de Rouyn-Noranda, de différents ministères provinciaux ainsi que des citoyens et commerçants du quartier serait essentielle au succès de ce projet afin d'établir, entre autres choses :

1. La superficie de la zone tampon ;
2. L'approche de rachat des propriétés privées ;
3. L'approche de relocalisation de certains résidents, au besoin ;
4. Les mesures à mettre en œuvre pour minimiser l'impact sur le tissu social du quartier ;
5. La relocalisation des services publics ;
6. Les aménagements potentiels de la zone tampon.

Puisque ce projet de zone tampon pourrait affecter significativement le projet de zone de transition devant être réalisé dans un terme relativement court, les représentants de la Fonderie suggèrent, si ce projet fait l'objet d'un intérêt marqué de la part des diverses parties prenantes concernées, d'initier rapidement les discussions à cet effet.

### Réalisation d'une étude de biosurveillance intégrant plusieurs biomarqueurs (à valider)

Étant données les implications associées à l'interprétation des résultats de l'étude de biosurveillance de 2018, tant au niveau des risques à la santé des citoyens du QND, de l'effet anxiogène de la façon dont les résultats de l'étude ont été communiqués aux citoyens en lien avec leur santé et aussi des employés de la Fonderie Horne en lien avec leurs emplois, en plus de la menace à la pérennité des opérations de la Fonderie Horne, il pourrait s'avérer pertinent de faire réaliser une étude de biosurveillance plus exhaustive impliquant un ensemble de biomarqueurs, non seulement les ongles.

Il s'agit d'une avenue qui est présentement privilégiée par les représentants de la Fonderie Horne, qui seraient prêts à participer activement à une telle démarche.

## Conclusion

La Fonderie Horne est engagée activement dans un processus de réduction de ses émissions atmosphériques depuis plusieurs décennies, ciblant particulièrement les émissions d'arsenic. Malgré le fait qu'on ne soit en mesure de démontrer des effets à la santé des citoyens du quartier Notre-Dame en lien avec la situation actuelle, les représentants de la Fonderie Horne ont jugé pertinent d'appliquer le principe de précaution et ainsi déposer ce plan d'action complémentaire au plan déjà en vigueur et à celui à venir. Comme demandé par le MELCC, ce document comporte plusieurs actions visant la réduction des émissions d'arsenic à la source ainsi que la réduction de l'exposition des citoyens du QND à court et à plus long terme.

Ce plan est composé d'une dizaine d'actions proposant des solutions réfléchies et conséquentes aux enjeux actuels et à venir. La mise en œuvre de certaines de ces actions, notamment le projet VELOX/PHENIX, implique des investissements massifs qui devraient apporter une diminution significative des émissions d'arsenic tout en assurant le maintien de la compétitivité de la Fonderie, en plus de plusieurs actions de moindre envergure, mais qui attaquent des enjeux précis et apporteront assurément des bénéfices pour la communauté.

En dépit des courts délais prescrits, les représentants de la Fonderie ont été en mesure de consulter diverses parties prenantes, telles que les représentants du comité de liaison nouvellement formé, divers ministères ainsi que la Ville de Rouyn-Noranda, dans le cadre de cette démarche. Il est à noter que les membres du comité de liaison seront amenés à suivre la mise en œuvre et l'efficacité des mesures proposées. Somme toute, la Fonderie Horne souhaite que l'ensemble des intervenants interpellés par ce dossier se rallient à une cause commune, soit d'assurer la pérennité de la Fonderie tout en assurant la santé, la sécurité et le bien-être des citoyens du QND.

# ANNEXE

---

## NOTE TECHNIQUE

---

Date : Le 13 décembre 2019

Destinataires : Pierre-Philippe Dupont, Directeur du développement durable, Glencore Canada Corporation

Expéditeur : Christine Moore, scientifique principale, Elliot Sigal, vice-président et toxicologue principal, Intrinsic Corp.

Objet : **Seuil de réhabilitation des sols**

---

Glencore a effectué et continue d'effectuer la réhabilitation des propriétés qui présentent une concentration d'arsenic dans le sol supérieure à 100 mg/kg ( $\mu\text{g/g}$ ) en arsenic total. Ce niveau de réhabilitation des sols, basé sur les ententes conclues avec la Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue, est supérieur à celui de la norme générique actuelle pour les propriétés à usage résidentiel au Québec, qui est fixée à 30 mg/kg en arsenic total.

La présente note technique a pour but d'évaluer les données scientifiques disponibles sur les risques associés à l'arsenic dans les sols, et de formuler des conclusions sur le niveau acceptable de réhabilitation des sols en procédant à une analyse des données de biosurveillance des sites ayant des sources anthropogéniques de contamination du sol par l'arsenic.

### **Contexte**

L'arsenic est une substance cancérigène, et tout degré d'exposition comporte, par définition, un certain niveau de risque hypothétique. Le niveau de risque acceptable est considéré comme un risque additionnel de cancer qui est la probabilité de développer un cancer à la suite d'une exposition à une substance cancérigène particulière et se traduit par une augmentation du nombre de cas de cancer dans la population exposée par rapport au nombre de cas en l'absence d'exposition. La valeur de référence du taux de cancer au Canada et aux États-Unis est élevée, étant associée à un niveau de risque de 1 sur 100 000 ou de 1 sur 1 000 000. D'après un rapport de Santé Canada publié en 2010, la probabilité d'être atteint du cancer au cours d'une vie est d'environ 40 % ou de 0,4. Ainsi, un risque de cancer excédentaire ou incrémentiel de 1 sur

1 million fait passer le risque d'une personne d'être atteinte du cancer au cours de sa vie de 0,400000 à 0,4000001.

La valeur limite de concentration en arsenic total de 30 mg/kg fixée pour les terrains à usage résidentiel au Québec serait associée à un niveau de risque supérieur à 1 sur 1 million. Une évaluation théorique du risque, basée sur un niveau acceptable de risque de 1 sur 1 000 000 ou de 1 sur 100 000, peut souvent mener à une valeur de réhabilitation des sols exagérément conservatrice.

Dans une étude de 2010, Teaf et coll. ont évalué, en fonction du risque de cancer, les concentrations de réhabilitation d'arsenic dans les sols de zones résidentielles aux États-Unis, lesquelles concentrations se situaient entre 0,039 mg/kg et 6,7 mg/kg, selon les niveaux de risque utilisés. La possibilité que l'Agence des États-Unis pour la protection de l'environnement (USEPA) réévalue le facteur de pente par ingestion (voie orale) de l'arsenic a également été prise en compte. Teaf et coll. (2010) mentionnent que des évaluateurs techniques ont mis en doute ces faibles niveaux de réhabilitation du sol qu'ils qualifient d'irréalistes étant donné qu'ils sont généralement inférieurs aux niveaux de fond dans le sol. Selon Teaf et coll., 2010, la présence généralisée de concentrations élevées d'arsenic dans le sol (de sources naturelles et anthropogéniques) et l'absence évidente d'effets sur la santé associés à l'arsenic ne semble pas justifier le niveau de prudence appliqué dans le calcul des niveaux de réhabilitation du sol. Il est important de noter que la norme de qualité de l'eau potable en vigueur aux États-Unis et au Canada est fondée sur la faisabilité technique plutôt que sur un niveau théorique de risque calculé, ce qui donnerait des concentrations qu'il est impossible d'atteindre. Comme l'indique Santé Canada (2006), le risque à vie estimé du cancer associé à l'arsenic dans l'eau potable peut aller jusqu'à 39 personnes par tranche de 100 000, selon la norme de qualité de l'eau potable en vigueur de 10 µg/L. Par conséquent, l'établissement d'une norme nationale relative à l'arsenic à des niveaux de risque supérieurs au niveau de risque prescrit dans une juridiction donnée n'est pas sans précédent, encore moins dans le cas d'une norme propre à un site.

Comme l'indiquait le Dr R. Lacombe, directeur de la santé publique, dans sa lettre datée du 16 avril 2013 à M<sup>me</sup> Édith Van De Walle (directrice régionale, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs), « la principale faiblesse des évaluations du risque théorique réside dans le fait qu'elles considèrent que les résidents sont exposés à ces concentrations 24 heures par jour, 365 jours par années, pendant 70 ans. En réalité, l'exposition réelle de la population est plus faible que cela. L'étude réalisée par Gagné (2007) montrait que la majorité des résidents du quartier Notre-Dame ne passe pas plus de 16 heures par jour dans leur quartier (cela inclut le temps passé à l'intérieur de leur maison et le temps passé à l'extérieur dans le quartier) et que les déménagements y sont fréquents. » D'après ces faits et les renseignements propres au site disponibles, on a procédé à un réexamen de l'objectif de réhabilitation des sols de 100 mg/kg pour le quartier Notre-Dame en analysant les études actuelles qui ont dépassé les évaluations du risque théorique et pris des décisions associées à la nécessité d'une mesure de réhabilitation du sol fondée sur les données de biosurveillance. L'utilisation des données de biosurveillance dans la prise de décision

règlementaire associée aux sites contaminés à l'arsenic constitue une mesure nécessaire et courante qui découle du caractère conservateur des évaluations du risque théorique.

### **Évaluation de l'exposition au moyen des données de biosurveillance afin d'évaluer la nécessité de réhabiliter les sols**

Les évaluations de l'exposition ont pour but de quantifier l'exposition humaine à des contaminants et comportent généralement l'évaluation de la quantité de substances chimiques ou de composés chimiques dans les liquides ou les tissus organiques (p. ex., arsenic urinaire, plomb sanguin, etc.). Ces évaluations fournissent des renseignements sur l'exposition interne (c.-à-d. absorbée dans la circulation sanguine) des personnes à des substances chimiques sélectionnées, et elles prennent en compte toutes les sources et voies possibles d'exposition chez les personnes (comme l'inhalation de l'air, l'ingestion de sols et de poussières, l'ingestion d'aliments et d'eau).

Les évaluations de l'exposition permettent de répondre aux questions suivantes :

- Quel est le niveau actuel d'exposition interne à des substances chimiques préoccupantes dans la population qui habite dans la zone touchée?
- Les résidents présentent-ils des niveaux d'exposition supérieurs à ceux des résidents d'autres zones où il n'y a pas de source ou de contamination ponctuelle?
- D'après la documentation scientifique actuelle, quels risques pour la santé sont associés aux concentrations de substances chimiques préoccupantes dans le sang ou l'urine mesurées chez les personnes qui habitent dans la zone touchée?
- Quelles sont les caractéristiques personnelles associées au niveau d'exposition interne mesurée chez les résidents de la zone touchée (p. ex., le lieu de résidence, le lieu de travail, la concentration de substances chimiques dans le sol, l'âge, le sexe, l'alimentation, les habitudes de vie, etc.)?

L'arsenic est un élément naturellement présent dans la croûte terrestre et il est répandu dans l'environnement. On le retrouve habituellement combiné à d'autres éléments comme l'oxygène, le chlore et le soufre. L'arsenic combiné à ces éléments est connu sous le nom d'arsenic inorganique. Cependant, lorsque l'arsenic est combiné à des composés du carbone, on l'appelle arsenic organique. Bien que les substances contenant de l'arsenic, sous les formes organiques et inorganiques, se retrouvent à l'état naturel, certaines sont d'origine humaine. L'arsenic peut être diffusé naturellement par des corps minéralisés; cependant, l'activité humaine compte pour une quantité importante de la contamination à l'arsenic localisée dans l'environnement. Les aliments constituent la principale source d'exposition à l'arsenic organique (p. ex., les fruits de mer, les mollusques et les crustacés) qui n'est pas propre au milieu ambiant. L'exposition à l'arsenic inorganique provient plus souvent du milieu ambiant (p. ex., le sol, l'air et l'eau). Les effets sur la santé sont surtout associés

à une exposition à l'arsenic inorganique (ATSDR, 2007).

De nombreuses études sur l'exposition à l'arsenic ont été menées auprès de populations canadiennes touchées par la présence d'arsenic dans le sol associée à des rejets dans l'atmosphère antérieurs ou continus provenant de sources industrielles<sup>1</sup>. Toutes ces études ont utilisé l'arsenic urinaire comme biomarqueur d'une exposition à l'arsenic et ont examiné la relation entre l'arsenic dans le sol et l'arsenic urinaire pour déterminer si une augmentation de l'exposition à l'arsenic s'était produite chez les populations vivant dans des zones où une contamination à l'arsenic du sol était élevée. Les études menées par Loh et coll. (2016) et Chan et coll. (2019) ont également utilisé les ongles d'orteils comme outil de biosurveillance additionnel. Un résumé de ces études est fourni au tableau 1 (joint en annexe). Bien que la Direction de santé publique ait mis en doute l'utilité des études de biosurveillance de l'arsenic urinaire (Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue, unité de santé environnementale, 2019), cette forme de biosurveillance est largement utilisée dans des situations semblables à celles que vivent les habitants du quartier Notre-Dame.

Dans l'ensemble, on retrouve dans la littérature de nombreuses études évaluant la relation entre les concentrations d'arsenic dans le sol et l'exposition à l'arsenic, et utilisant les concentrations d'arsenic urinaire comme indicateur de l'exposition. Cette relation a été évaluée en fonction d'un large éventail de concentrations d'arsenic dans le sol. Les études canadiennes n'établissent pas une relation dose-effet entre les concentrations d'arsenic dans le sol et les concentrations d'arsenic urinaire. Des expositions à l'arsenic semblables ont été rapportées entre les collectivités ou populations « exposées » (c.-à-d. Deloro, Wawa, Falconbridge, Balmertown, Flin Flon, Yellowknife) et les collectivités ou populations « témoins » (c.-à-d. Hanmer, Havelock, Enquête canadienne sur les mesures de la santé (ECMS)). Dans ces études, la réhabilitation du sol où vivent les collectivités « exposées » n'était pas considéré comme étant utile pour limiter l'exposition à l'arsenic. Ces études concluaient que les concentrations d'arsenic urinaire inorganique chez les résidents (enfants et adultes) de ces zones n'appuyaient pas l'enlèvement des sols. Dans tous les cas, ces résultats ont été acceptés par les organismes de réglementation locaux, provinciaux et fédéraux. Ces résultats sont résumés dans le tableau 1 et dans les figures 1 à 5. De même, la plupart des études américaines, britanniques et australiennes n'ont établi aucune relation étroite

---

<sup>1</sup> Ces études comprennent celles qui suivent : Deloro, Ontario (ancienne mine d'or et raffinerie, Cantox Environmental, 1999); Wawa, Ontario (ancien atelier d'agglomération, Goss Gilroy Inc., 2001, Goss Gilroy Inc., 2002); Falconbridge, Ontario (fonderie de métaux communs en exploitation, Goss Gilroy Inc., 2005); Balmertown, Ontario (ancien parc de résidus miniers, Gradient, 1995); Flin Flon, Manitoba (ancienne fonderie de métaux communs et ancien site minier, Intrinsic, 2010), et Yellowknife, Territoires du-Nord-Ouest (ancien site minier, Chan et coll., 2019). Des études sur l'exposition à l'arsenic ont également été réalisées auprès de populations exposées à l'arsenic dans le sol à Anaconda, au Montana (collectivité vivant à proximité d'une fonderie de cuivre, Binder et coll., 1987; Hwang et coll., 1997); en Arizona (collectivité vivant à proximité de la mine Iron King et de la fonderie Humboldt, Loh et coll., 2016); Middleport, New York (pesticides contenant de l'arsenic, Tsuji et coll., 2005); Rushton, Washington (collectivité vivant à proximité d'une fonderie de cuivre, Polissar et coll., 1990); Devon, Royaume-Uni (zones d'une intense activité minière et de fonderie antérieure, Kavanagh et coll., 1998) et Australie (anciens districts aurifères, Hinwood et coll., 2004).

entre les concentrations d'arsenic dans le sol et les concentrations d'arsenic urinaire lorsque les concentrations d'arsenic dans le sol étaient inférieures à environ 100 mg/kg. Des concentrations élevées d'arsenic urinaire ont été associées à des concentrations élevées d'arsenic dans le sol, à des niveaux généralement supérieurs à 100 mg/kg (tableau 1).

Il convient de noter que certaines études, y compris celles menées à Falconbridge, à Anaconda et en Arizona, ont constaté une relation entre l'exposition à l'arsenic chez les jeunes enfants et la présence d'arsenic dans le sol. Cette tendance n'est pas observée dans l'ensemble des populations. Cette tendance chez les enfants n'est pas étonnante étant donné que les jeunes enfants sont connus pour avoir des expositions au sol élevées. Une telle tendance est préoccupante dans le cas des substances chimiques comme le plomb dont l'effet le plus sensible est constaté chez les enfants. Dans le cas de l'arsenic, bien que des effets sur le développement des enfants aient été constatés, ces effets se produisent à des niveaux beaucoup plus élevés que l'effet de cancer le plus sensible. Pour qu'un effet comme le cancer soit pris en considération, où les expositions doivent se produire sur une période de plusieurs années pour entraîner un effet, les expositions de l'ensemble de la population sont considérées comme plus pertinentes dans l'établissement de niveaux environnementaux acceptables.

Il est également important de noter que dans une étude de biosurveillance menée dans le quartier Notre-Dame en 2018, la concentration moyenne d'arsenic dans le sol des propriétés où vivaient les enfants dont les ongles ont été analysés était de 23 mg/kg d'arsenic (voir la diapositive 22 du projet d'exposé de la Santé publique du 4 mars 2019). Deux propriétés seulement affichaient des concentrations d'arsenic dans le sol supérieures à 100 mg/kg. Il est donc peu probable que la moyenne géométrique des concentrations d'arsenic unguéal de 0,420 mg/kg soit réduite si le niveau de réhabilitation des concentrations d'arsenic dans les sols passait de 100 mg/kg à 30 mg/kg, étant donné que la concentration moyenne d'arsenic dans le sol était déjà inférieure au critère provincial de réhabilitation des terrains à usage résidentiel de 30 mg/kg.

**En conclusion, on ne s'attend pas à ce que des concentrations d'arsenic dans le sol pouvant aller jusqu'à environ 100 mg/kg donnent lieu à une exposition à l'arsenic significativement élevée, et il est recommandé qu'une concentration d'arsenic de 100 mg/kg soit confirmée comme le seuil de réhabilitation des sites résidentiels avoisinant la fonderie de Glencore.**

Néanmoins, par excès de prudence, il est recommandé que le seuil de réhabilitation des terrains des services de garderie et des écoles ainsi que des terrains de jeux corresponde au critère provincial relatif aux terrains à usage résidentiel (30 mg/kg).

Si Glencore décidait d'aller au-delà de cette recommandation et de réhabiliter à un niveau de 30 mg/kg certaines propriétés à usage résidentiel où se trouvent des enfants, elle pourrait se concentrer sur les propriétés où se trouvent des enfants âgés de 6 ans

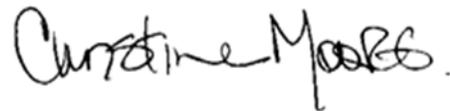
ou moins (suivant l'âge utilisé pour l'échantillonnage des ongles dans l'étude menée en 2018 par la Direction de la santé publique). De plus, si Glencore décidait de procéder à un tel niveau de réhabilitation des propriétés à usage résidentiel, elle pourrait envisager de recueillir des données de biosurveillance auprès des enfants qui habitent dans les maisons faisant l'objet de travaux de réhabilitation, afin d'examiner si l'exécution de ces travaux a entraîné une réduction des niveaux d'exposition.

**Intrinsic Corp.**



---

Elliot Sigal, B. Sc. (avec distinction), PCER  
(personne compétente pour effectuer  
l'évaluation des risques), UKRT, ERT  
Toxicologue principal



---

Christine Moore, B. Sc. M. Sc.  
Scientifique principale

**Tableau 1 : Comparaison des concentrations d'arsenic dans le sol, non associées ou associées à des concentrations élevées d'arsenic urinaire, données sur l'arsenic urinaire et conclusions notables tirées de diverses études relatives à l'exposition de collectivités à l'arsenic provenant des activités de fonderies et de mines**

Collectivité	Concentration moyenne d'arsenic dans le sol (mg/kg) non associée à des concentrations élevées d'arsenic urinaire	Concentration moyenne d'arsenic dans le sol (mg/kg) associée à des concentrations élevées d'arsenic urinaire	Concentration moyenne d'arsenic urinaire inorganique <sup>a</sup> (zone étudiée)	Concentration moyenne d'arsenic urinaire inorganique <sup>a</sup> (zone témoin)	Les sols ont-ils été réhabilités (oui ou non)	Organisme de réglementation	Conclusions notables	Référence
Deloro, Ontario (collectivité exposée); Havelock, Ontario (collectivité témoin)	De 50 à 216 par zone; 111 pour la ville entière de Delorob	Aucune	MA : 5,34 µg/L (≤ 12 ans, n = 26)	MA : 7,01 µg/L (≤ 12 ans, n = 8)	Non	Ministère de l'Environnement de l'Ontario	Le niveau d'exposition des résidents de Deloro n'était pas supérieur à celui des autres résidents de l'Ontario	Cantox Environmental (1999)
Wawa, Ontario (collectivité exposée) Havelock, Ontario (collectivité témoin)	3 zones de sols : zone 1 : < 20 zone 2 : entre 20 et 100 zone 3 : > 100	Aucune	MA de la zone 1 : 6,21 µg/L (< 13 ans, n = 38) MA de la zone 2 : 5,97 µg/L (< 13 ans, n = 48) MA de la zone 3 : 7,29 µg/L (< 13 ans, n = 11) MA de toutes les zones : 6,21 µg/L (< 13 ans, n = 97)	MA : 6,57 µg/L <sup>c</sup> (≤ 12 ans, n = 8)	Non	Ministère de l'Environnement de l'Ontario	Aucune relation dose-effet ou différence significative par rapport à la collectivité témoin. On a conclu que les concentrations élevées d'arsenic dans le sol à Wawa n'étaient pas attribuables à une augmentation de l'exposition à l'arsenic	Goss Gilroy (2001 et 2002)

Collectivité	Concentration moyenne d'arsenic dans le sol (mg/kg) non associée à des concentrations élevées d'arsenic urinaire	Concentration moyenne d'arsenic dans le sol (mg/kg) associée à des concentrations élevées d'arsenic urinaire	Concentration moyenne d'arsenic urinaire inorganique <sup>a</sup> (zone étudiée)	Concentration moyenne d'arsenic urinaire inorganique <sup>a</sup> (zone témoin)	Les sols ont-ils été réhabilités (oui ou non)	Organisme de réglementation	Conclusions notables	Référence
Falconbridge, Ontario (collectivité exposée) Hanmer, Ontario (collectivité témoin)	Falconbridge : 78 Hanmer : 3,70	Aucune	MG : 7,5 µg/L (de 0 à 5 ans, n = 18); MG : 8,04 µg/L (de 6 à 12 ans, n = 53); MG : 7,03 µg/L (de 13 à 17 ans, n = 29)	MG : 6,64 µg/L (de 0 à 5 ans, n = 17); MG : 7,94 µg/L (de 6 à 12 ans, n = 61); MG : 6,99 µg/L (de 13 à 17 ans, n = 17)	Non	Ministère de l'Environnement de l'Ontario et Santé Canada	Les résidents de Falconbridge n'ont pas été considérés comme présentant un risque accru d'exposition à l'arsenic par rapport aux autres Canadiens.	Goss Gilroy (2005)
Balmertown, Ontario (collectivité exposée)	58 (terre de jardin) 214 (terre dans la cour) 239 (aires de jeu)	s.o.	MA : 6,84 µg/L (47 adultes et 1 enfant)	NP	Non	Ministère de l'Environnement de l'Ontario	Si on procédait à l'enlèvement des sols de la ville, le pourcentage total de réduction de l'exposition à vie serait de 3 %.	Gradient (1995)

Collectivité	Concentration moyenne d'arsenic dans le sol (mg/kg) non associée à des concentrations élevées d'arsenic urinaire	Concentration moyenne d'arsenic dans le sol (mg/kg) associée à des concentrations élevées d'arsenic urinaire	Concentration moyenne d'arsenic urinaire inorganique <sup>a</sup> (zone étudiée)	Concentration moyenne d'arsenic urinaire inorganique <sup>a</sup> (zone témoin)	Les sols ont-ils été réhabilités (oui ou non)	Organisme de réglementation	Conclusions notables	Référence
Flin Flon, au Manitoba (4 collectivités exposées) – Fonderie de cuivre	De 16 à 67	Aucune	MG : de 5,87 à 6,98 µg/L (entre 2 ans et demi et 14 ans)	Les concentrations d'arsenic urinaire inorganique mesurées chez les enfants de Flin Flon étaient semblables à celles observées chez les collectivités canadiennes exposées à l'arsenic dans le sol (p. ex., Falconbridge, Wawa, Deloro) et se comparaient à celles observées chez les collectivités dont les sols n'étaient pas contaminés par l'arsenic. (p. ex., Hanmer et Havelock).	Non	Ministère de la Conservation du Manitoba, ministère de la Santé du Manitoba, ministère de l'Environnement de la Saskatchewan, ministère de la Santé de la Saskatchewan, Santé Canada	Les concentrations d'arsenic urinaire inorganique mesurées dans les quatre collectivités étaient semblables et la réhabilitation des sols n'était pas justifiée pour limiter l'exposition à l'arsenic.	Intrinsic (2010)

Collectivité	Concentration moyenne d'arsenic dans le sol (mg/kg) non associée à des concentrations élevées d'arsenic urinaire	Concentration moyenne d'arsenic dans le sol (mg/kg) associée à des concentrations élevées d'arsenic urinaire	Concentration moyenne d'arsenic urinaire inorganique <sup>a</sup> (zone étudiée)	Concentration moyenne d'arsenic urinaire inorganique <sup>a</sup> (zone témoin)	Les sols ont-ils été réhabilités (oui ou non)	Organisme de réglementation	Conclusions notables	Référence
Ville de Yellowknife, Ndilo et Dettah, T.N.-O. (collectivités exposées près de la mine Giant)	De 44 à 194	Aucune	MG : 6,5 µg/L, (de 3 à 5 ans, n = 39)	MG dans l'ECMS : de 5,0 à 5,2 µg/L (de 3 à 5 ans, n = entre 500 et 516)	Non	Office d'examen des répercussions environnementales de la vallée du Mackenzie	Il n'y avait pas de différence significative entre les concentrations d'arsenic urinaire inorganique mesurées chez les enfants de 3 à 5 ans et celles présentées dans l'ECMS.	Chan et coll. (2019)
Mill Creek, Anaconda et Opportunity, Montana (collectivités exposées) Livingston, Montana (collectivité témoin)	De 136 à 144	De 144 à 398	MG pour Mill Creek : 54,0 µg/L <sup>d</sup> (de 2 à 6 ans, n = 8) MG pour Anaconda : 17,7 µg/L <sup>d</sup> (de 2 à 6 ans, n = 61) MG pour Opportunity : 15,3 µg/L <sup>d</sup> (de 2 à 6 ans, n = 21)	MG pour Livingston : 16,6 µg/L <sup>d</sup> (de 2 à 6 ans, n = 33)	NP	NP	Les concentrations élevées d'arsenic dans le sol pourraient être associées à l'arsenic urinaire; les auteurs ont conclu que les concentrations d'arsenic dans le sol d'environ 100 mg/kg n'étaient pas associées à une augmentation de l'arsenic urinaire total.	Binder et coll. (1987)

Collectivité	Concentration moyenne d'arsenic dans le sol (mg/kg) non associée à des concentrations élevées d'arsenic urinaire	Concentration moyenne d'arsenic dans le sol (mg/kg) associée à des concentrations élevées d'arsenic urinaire	Concentration moyenne d'arsenic urinaire inorganique <sup>a</sup> (zone étudiée)	Concentration moyenne d'arsenic urinaire inorganique <sup>a</sup> (zone témoin)	Les sols ont-ils été réhabilités (oui ou non)	Organisme de réglementation	Conclusions notables	Référence
Anaconda, Montana (collectivité exposée)	De 105 à 166 <sup>e</sup>	De 166 à 320 <sup>e</sup>	MG à proximité <sup>f</sup> : 9,5 µg/L (< 72 mois, n = 177) MG intermédiaire <sup>f</sup> : 7,5 µg/L (< 72 mois, n = 62) MG éloignée <sup>f</sup> : 7,1 µg/L (< 72 mois, n = 42)	s.o.	NP	NP	Il existait une relation dose-effet entre les concentrations d'arsenic dans le sol et les concentrations d'arsenic urinaire inorganique; cependant, cette tendance était plus évidente entre 166 et 320 mg/kg. Les auteurs ont conclu que les concentrations d'arsenic urinaire étaient élevées et justifiaient une attention des parents afin qu'ils réduisent l'exposition ambiante de leurs enfants à l'arsenic.	Hwang et coll. (1997)

Collectivité	Concentration moyenne d'arsenic dans le sol (mg/kg) non associée à des concentrations élevées d'arsenic urinaire	Concentration moyenne d'arsenic dans le sol (mg/kg) associée à des concentrations élevées d'arsenic urinaire	Concentration moyenne d'arsenic urinaire inorganique <sup>a</sup> (zone étudiée)	Concentration moyenne d'arsenic urinaire inorganique <sup>a</sup> (zone témoin)	Les sols ont-ils été réhabilités (oui ou non)	Organisme de réglementation	Conclusions notables	Référence
Arizona, dans un rayon de huit kilomètres autour de la médiane géographique entre la mine Iron King et la fonderie Humboldt (collectivité exposée)	NP	NP	MG = 14 µg/L (de 1 à 11 ans, n = 68)	s.o.	NP	NP	La moyenne géométrique de la concentration d'arsenic dans le sol dans les sites était de 22,1 µg/g avec des variations de 3,13 à 432 µg/g. La concentration d'arsenic dans le sol était corrélée de façon significative avec l'arsenic urinaire inorganique ( $p = 0,49$ ; $p < 0,001$ ), suggérant que l'ingestion de sol constitue une voie d'exposition importante chez les enfants. Il convient de noter que les niveaux d'exposition à l'eau potable observés dans cette étude étaient élevés (moyenne de 7 µg/L), et que la concentration de plus de la moitié des échantillons était supérieure à celle indiquée dans les lignes directrices sur la qualité de l'eau potable.	Loh et coll. (2016)
Ruston et Vashon, Washington (collectivités exposées) Bellingham, Washington (collectivité témoin)	30 (Vashon)	353 (Ruston)	Ruston : MG = 19,4 µg/L (enfants et adultes, n = 649) Vashon : MG = 11,7 µg/L (enfants et adultes, n = 351)	Bellingham : MG = 10,1 µg/L (enfants et adultes, n = 61)	NP	Washington (État)	Les enfants (de 0 à 6 ans) qui vivent à Ruston (dans un périmètre de 0,80 km de la fonderie) affichaient des concentrations élevées d'arsenic urinaire. Les activités comportant le fait de porter les mains à la bouche étaient la principale source d'exposition.	Polissar et coll. (1990)

Collectivité	Concentration moyenne d'arsenic dans le sol (mg/kg) non associée à des concentrations élevées d'arsenic urinaire	Concentration moyenne d'arsenic dans le sol (mg/kg) associée à des concentrations élevées d'arsenic urinaire	Concentration moyenne d'arsenic urinaire inorganique <sup>a</sup> (zone étudiée)	Concentration moyenne d'arsenic urinaire inorganique <sup>a</sup> (zone témoin)	Les sols ont-ils été réhabilités (oui ou non)	Organisme de réglementation	Conclusions notables	Référence
Gunnislake et Devon Great Consols, Royaume-Uni (collectivités exposées) Cargreen, Royaume-Uni (collectivité témoin)	37 (Cargreen)	365 et 4 499 (Gunnislake et Devon Great Consols)	MA pour Gunnislake : 14,4 µg/g <sup>g</sup> (enfants et adultes, n = 17) MA pour Devon Great Consols : 11,02 µg/g <sup>g</sup> (enfants et adultes, n = 7)	MA pour Cargreen : 8,26 µg/g <sup>g</sup> (enfants et adultes, n = 7)	NP	NP	Les concentrations élevées d'arsenic dans le sol étaient associées à des concentrations élevées d'arsenic urinaire.	Kavanagh et coll. (1998)

<sup>a</sup> Sauf indication contraire.

<sup>b</sup> La concentration dans le sol relative à la collectivité témoin n'est pas précisée (c.-à-d. Havelock).

<sup>c</sup> Aux fins de détermination de la concentration moyenne d'arsenic inorganique chez la collectivité témoin (c.-à-d. Havelock), on a supposé que la concentration des échantillons dans lesquels la présence d'arsenic n'avait pas été détectée correspondait à la moitié de la limite de détection (3 µg/L).

<sup>d</sup> La valeur correspond à la concentration d'arsenic urinaire total.

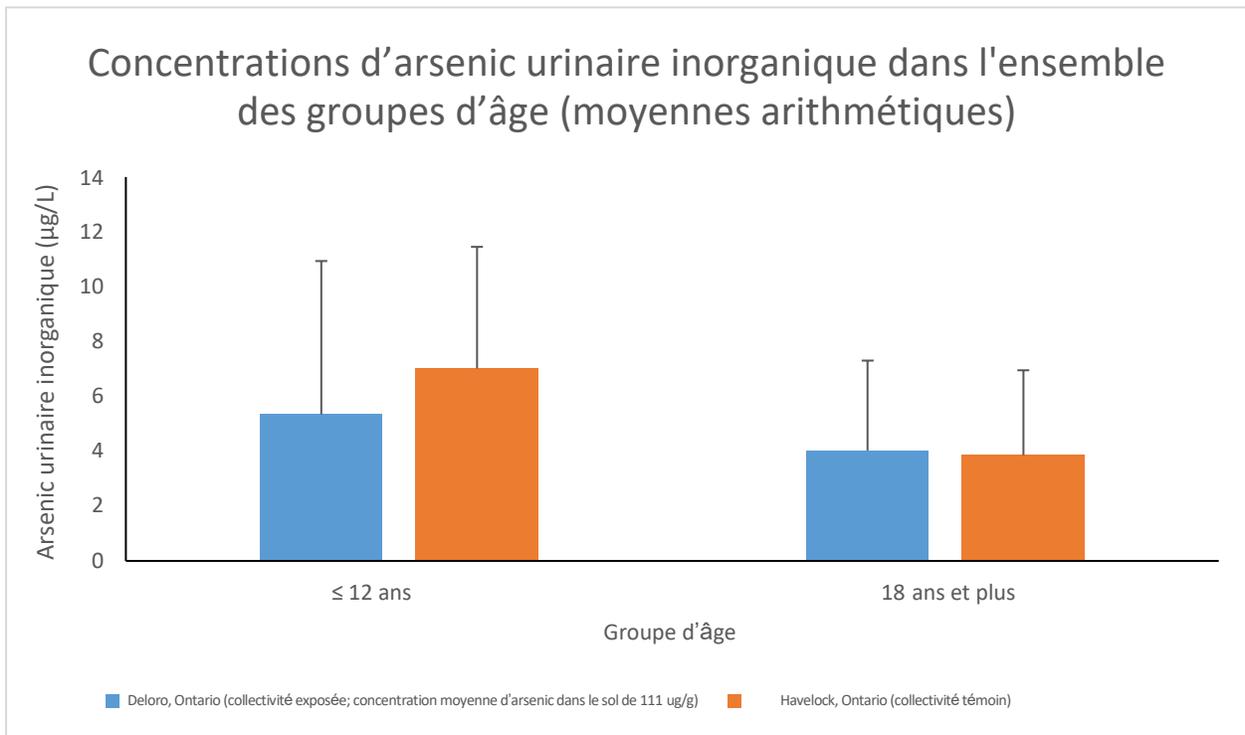
<sup>e</sup> La concentration d'arsenic dans le sol dans les zones de sol dénudé dans les cours.

<sup>f</sup> La proximité de la collectivité de la fonderie.

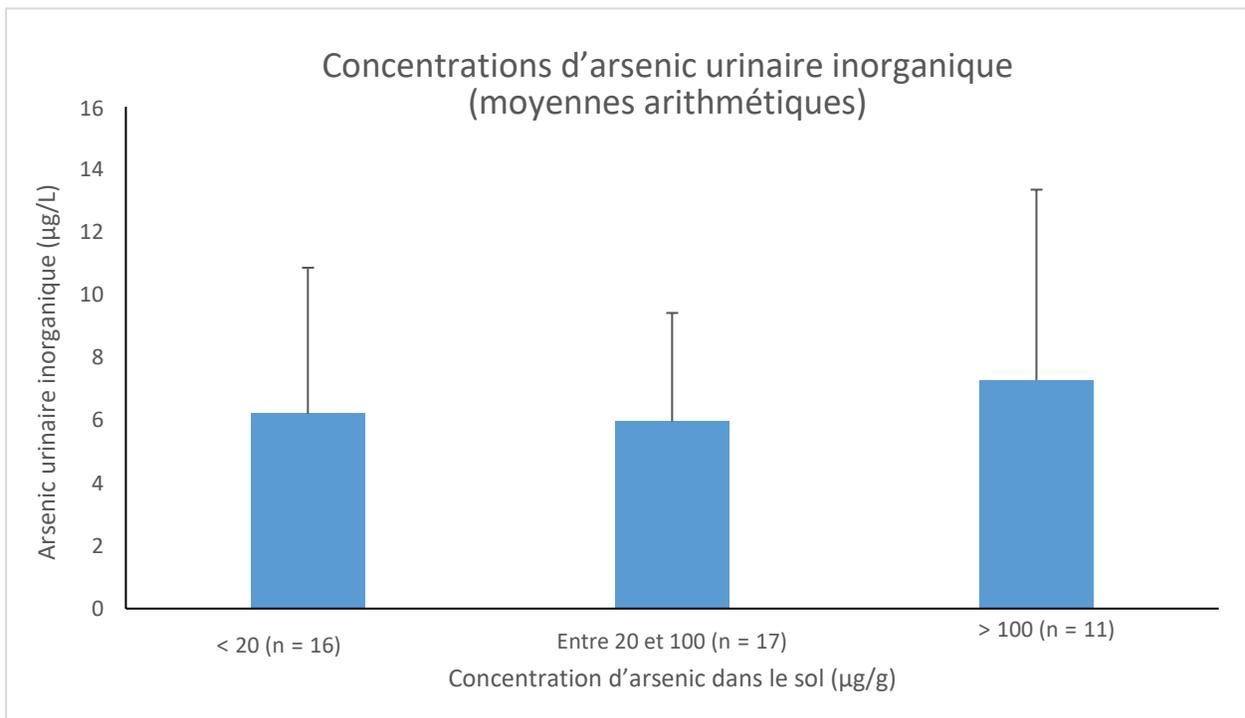
<sup>g</sup> Les valeurs correspondent à l'arsenic ou la créatinine total (µg/g).

MA = moyenne arithmétique; MG : moyenne géométrique; s.o. = sans objet; NP = non précisé

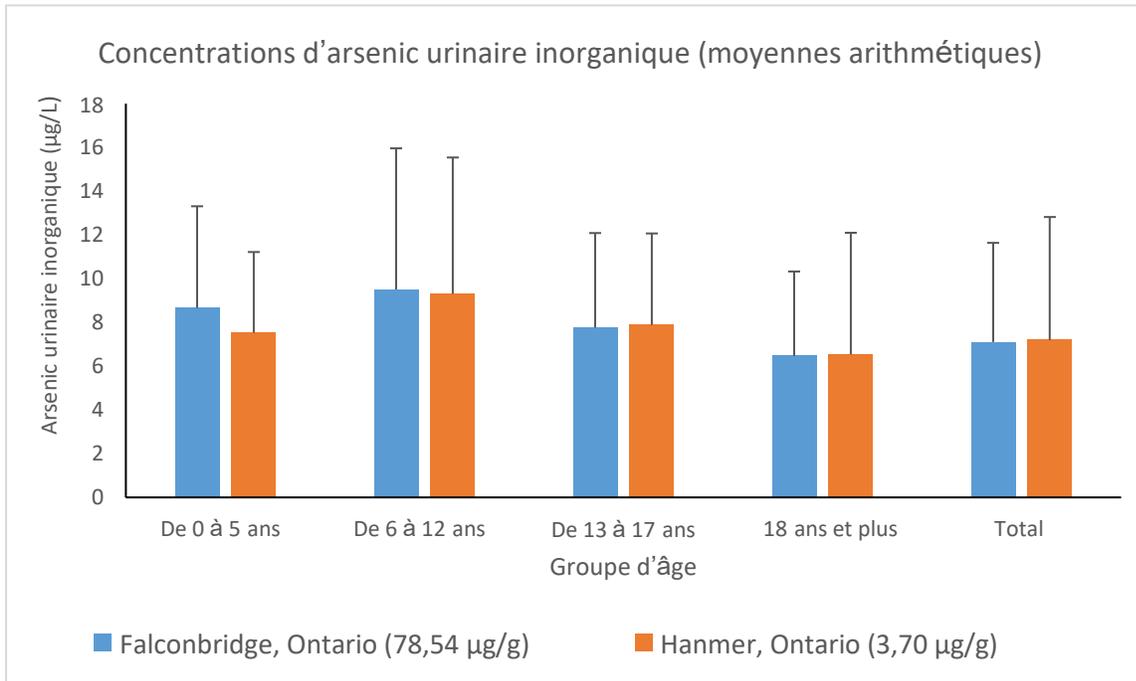
**Figure 1 : DELORO**



**Figure 2 : WAWA**



**Figure 3 : FALCONBRIDGE**



**Figure 4 : FLIN FLON**

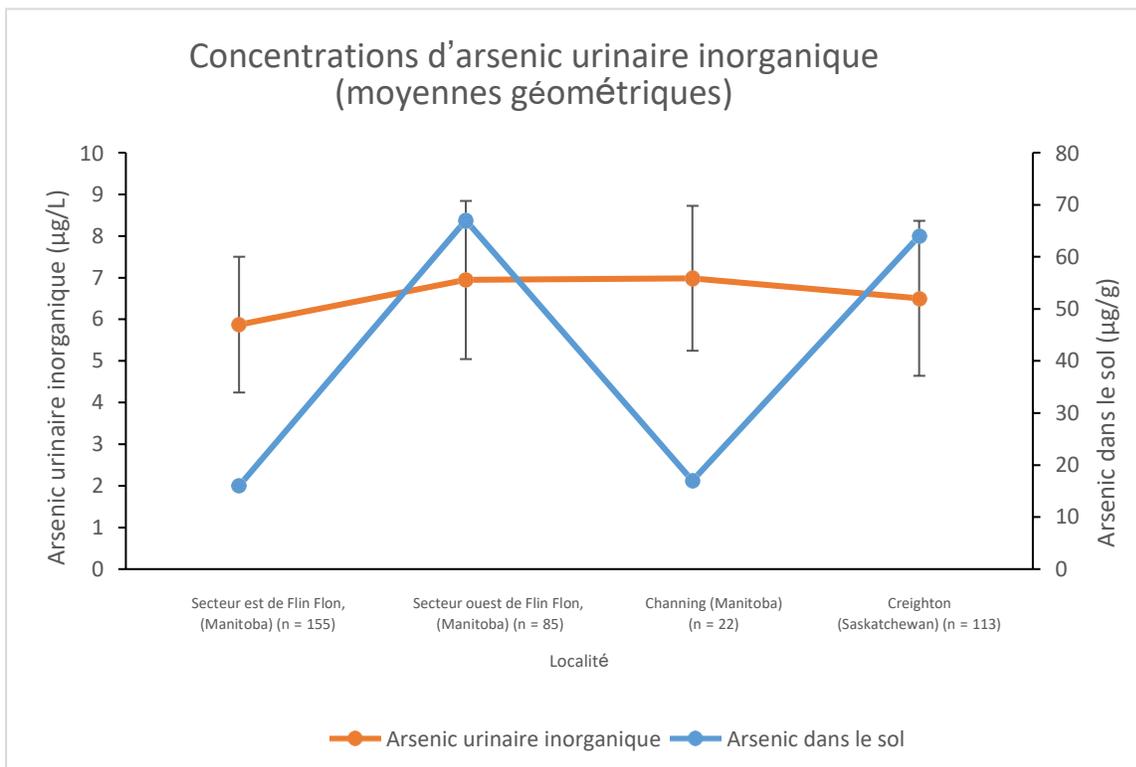
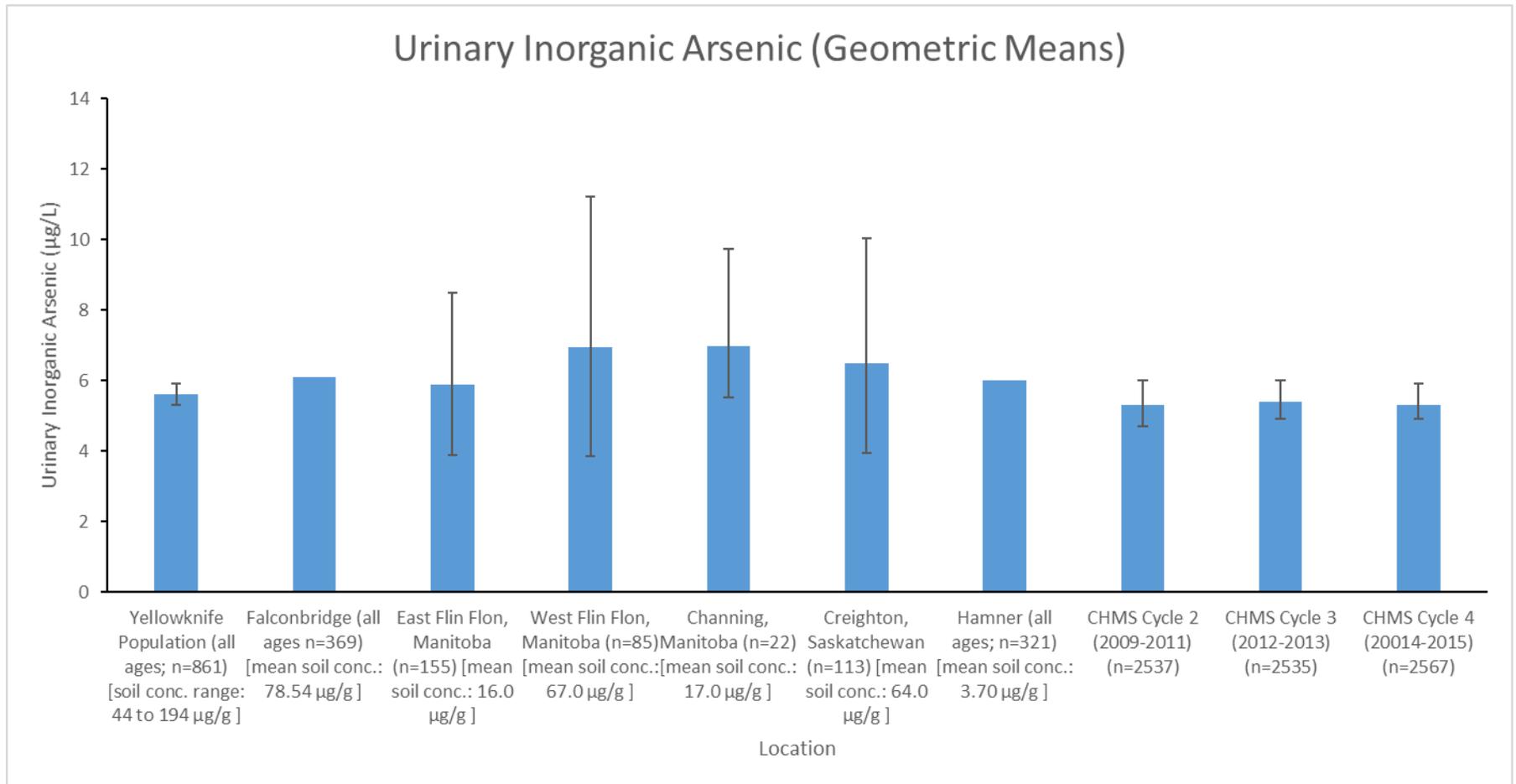


Figure 5 : YELLOWKNIFE, FLIN FLON, FALCONBRIDGE ET ECMS



## References:

- ATSDR. (2007). Toxicological Profile for Arsenic. U.S. Department of Health and Human Services, Atlantic GA.
- Binder, S., Forney, D., Kaye, W., and Paschal, D. (1987). Arsenic exposure in children living near a former copper smelter. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 39, 114-121.
- Cantox Environmental. (1999). Deloro Village Exposure Assessment and Health Risk Characterization for Arsenic and Other Metals, Final Report.  
<https://archive.org/details/cantoxenvironmen00ontauoft/page/n1>
- CCME. (2001). Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health. Arsenic. 1997 (Updated 2001). <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/en/257>
- Chan, L., Rosol, R., Cheung, J., Parajuli, R., Hu, X., & 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. May 24, 2019.
- Gagné, D. (2007). Monitoring of Arsenic Contamination in the population of Notre-Dame (December 2005 to October 2006). Final Report. Agence de la santé et des services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue, Government of Quebec. May, 2007.
- Goss Gilroy Inc. (2002). Follow-up Survey of Urinary Arsenic for Residents of Wawa, Ontario.
- Goss Gilroy Inc. (2001). Survey of Urinary Arsenic for Residents of Wawa, Ontario.
- Goss Gilroy Inc., Cantox Environmental, and C. Wren and Associates Inc. (2005). Urinary Arsenic Study for the Residents of Falconbridge.
- Gradient. (1995). Exposure Assessment - Placer Dome, Balmertown, Ontario, Canada. Gradient Corporation.
- Health Canada. (2006). Guidelines for Canadian Drinking Water Quality Guideline Technical Document Arsenic. Prepared by the Federal-Provincial-Territorial Committee on Drinking Water. May 2006. <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/healthy-living/guidelines-canadian-drinking-water-quality-guideline-technical-document-arsenic.html>
- Health Canada. (2010). Guidance on Human Health Preliminary Quantitative Risk Assessment. Appendix C Essentially Negligible Cancer Risk for Contaminated Site Risk Assessment.
- Health Canada. (2019). Fifth Report on Human Biomonitoring of Environmental Chemicals in Canada. November 2019. [Canada.ca/biomonitoring](http://Canada.ca/biomonitoring)

Intrinsic (2010). Evaluation of Environmental Contaminant Exposure in Children (under 15) in Flin Flon, Manitoba and Creighton, Saskatchewan. June, 2010.

<http://flinflonsoilsstudy.com/wp-content/uploads/2013/07/FFSS-ExposureStudy-TechnicalReport-June2010.pdf>

Hinwood, A.L., Sim, M.R., Jolley, D., de Klerk, N., Bastone, E.B., Gerostamoulos, J., and Drummer, O.H. (2004). Exposure to inorganic arsenic in soil increases urinary inorganic arsenic concentrations of residents living in old mining areas. *Environmental Geochemistry and Health*. 26: 27–36.

Hughes, M.F. (2006). Biomarkers of Exposure: A Case Study with Inorganic Arsenic. *Environmental Health Perspectives*, 114 (11), 1790-1796.

Hwang, Y.-H., Bornschein, R. L., Grote, J., Menrath, W., and Roda, S. (1997). Environmental arsenic exposure of children around a former copper smelter site. *Environ. Res.* 72, 72–81.

Kavanagh, P., Farago, M.E., Thornton, I., Goessler, W., Kuehnelt, D., Schlagenhaufen, C., and Irgolic, K.J. (1998). Urinary arsenic species in Devon and Cornwall residents, UK. A pilot study. *Analyst*, 123(1), 27-29.

Loh, M.M., Sungeng, A., Lothrop, N., Klimecki, W., Cox, M., Wilkinson, S.T., Lu, Z., & Beamer, P.I. (2016). Multimedia Exposures to Arsenic and Lead for Children Near an Inactive Mine Tailings and Smelter Site. *Environ Res.*, 146: 331–339.

Polissar, L., Lowry-Coble, K., Kalman, D. A., Hughes, J. P., van Belle, G., Covert, D. S., Burbacher, T. M., Bolgiano, D., and Mottet, N. K. (1990). Pathways of human exposure to arsenic in a community surrounding a copper smelter. *Environ. Res.* 53, 29–47.

Saravanabhavan, G., Werry, K., Walker, M., haines, D., Malowany, M., and Khoury, C. (2017). Human biomonitoring reference values for metals and trace elements in blood and urine derived from the Canadian Health Measures Survey 2007–2013. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 220:189–200.

Teaf, C.M., D. Covert, P. Teaf, E. Page, and M.J. Starks. (2010). Arsenic cleanup Criteria for Soils in the US and Abroad: Comparing Guidelines and Understanding Inconsistencies. *Proceedings of the Annual International Conference on Soils, Sediments, Water and Energy*. Vol 15, Article 10.

Tsuji, J.S., Van Kerkhove, M.D., Kaetzel, R.S., Scrafford, C.G., Mink, P.J., Barraj, L.M., Crecelius, E.A., Goodman, M. (2005). Evaluation of Exposure to Arsenic in Residential Soil. *Environmental Health Perspectives*. 113(12), 1735-1740.

WHO (2001). World Health Organization. Environmental Health Criteria 224: Arsenic and Arsenic Compounds. WHO, Geneva.