



**Mémoire déposé au ministère de l'Environnement et de la Lutte
contre les changements climatiques (MELCC)**

dans le cadre de la consultation publique sur le

**Projet de renouvellement de l'autorisation ministérielle de
Glencore pour la Fonderie Horne**

20 octobre 2022

Présentation de l'Association québécoise des médecins pour l'environnement

Officiellement créée en 2018, l'Association québécoise des médecins pour l'environnement (AQME) regroupe des centaines des médecins québécois interpellés par les enjeux environnementaux. L'Association s'intéresse notamment aux impacts des changements climatiques sur la santé, aux transports actifs et en commun, aux pesticides, à la protection de la nature, et aux enjeux énergétiques.

L'AQME est la branche québécoise de l'Association canadienne des médecins pour l'environnement (ACME/CAPE), cette dernière ayant été fondée en 1993.

Le présent mémoire a été écrit par Dre Johanne Elsener et révisé par Dre Claudel Pétrin-Desrosiers.

Contact

Patricia Clermont
Coordonnatrice et directrice des communications
Association québécoise des médecins pour l'environnement
patricia@cape.ca

Introduction

L'Association québécoise des médecins pour l'environnement (AQME) est très préoccupée par les impacts sanitaires des émissions atmosphériques toxiques de la Fonderie Horne à Rouyn-Noranda. En effet, à la fois la littérature scientifique et les données sanitaires actuelles cautionnent une diminution significative des émissions atmosphériques actuelles.

Le contenu de ce mémoire se veut une démarche constructive pour mieux protéger la santé et la vie de population de Rouyn-Noranda. Nous espérons que les commentaires et recommandations que nous émettons dans ce document seront pris en compte dans la future autorisation ministérielle de Glencore pour la Fonderie Horne.

L'AQME souhaite souligner le travail des médecins de famille et des médecins spécialistes de l'Abitibi-Témiscamingue qui ont pris parole dans l'espace public au fil des derniers mois, et même des dernières années, afin de protéger la santé de leurs patients.

Portrait de la situation

Avant d'aborder les enjeux spécifiques à Rouyn-Noranda, nous présenterons sommairement les impacts sanitaires de la pollution atmosphérique au Québec en portant une attention particulière aux particules fines (PM), dont les métaux atmosphériques toxiques, comme l'arsenic, en sont une composante.

Impacts sanitaires de la pollution de l'air

D'entrée de jeu, il importe de rappeler que la pollution de l'air est un enjeu sanitaire majeur pour la population du Québec. Selon une étude récente de Santé Canada, la pollution de l'air est associée à 4 000 décès prématurés annuels au Québec¹, soit environ 30 fois plus que ceux liés aux accidents routiers en 2020 et même plus que le nombre de décès causés par la COVID en 2021.^{2 3 4} La valeur économique totale des impacts sanitaires liés à la pollution de l'air pour le Québec se chiffre autour de 30 milliards de dollars par année.

Dans les pays à revenu économique élevé comme le Canada, la pollution de l'air a été associée à environ 33% des maladies cardiovasculaires, 16% des maladies pulmonaires obstructives chroniques (MPOC), 12% des infections des voies respiratoires inférieures et 8% des cancers de la trachée, des bronches ou du poumon.⁵

¹ Santé Canada (2021). *Les impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada, Estimation de la morbidité et des décès prématurés*, Rapport 2021, Publ. : 200424, 62 pages.

² Société de l'assurance automobile du Québec [SAAQ] (2020). [Bilan routier - Faits saillants](#).

³ <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1922953/pandemie-covid-variants-omicron-coronavirus-vague>

⁴ Santé Canada (2021). op. cit.

⁵ Landrigan, Fuller et al., (9 octobre 2017). [The Lancet Commission on pollution and health](#). Voir le tableau 4 à la page 28.

Les résultats du rapport de Santé Canada publié en 2021 reposent sur les effets cardiaques et respiratoires des polluants atmosphériques. Les impacts sanitaires de ce rapport sont probablement sous-évalués car des études récentes associent la pollution de l'air à la démence^{6 7 8}, aux cancers du sein, de la prostate et du foie^{9 10 11}, à la leucémie infantile,¹² à l'autisme et à des retards cognitifs chez les enfants.^{13 14 15} Certains auteurs ont aussi rapporté dernièrement une augmentation de la mortalité de la COVID-19 en présence de pollution atmosphérique.^{16 17} Enfin, une grande étude publiée tout récemment et menée au Royaume-Uni a démontré que l'exposition à la pollution atmosphérique était associée à une augmentation de l'utilisation des services de santé pour les personnes atteintes de troubles psychotiques et de troubles de l'humeur, comme la dépression.¹⁸

Au Québec, le secteur des transports est responsable à lui seul de 62% de toutes les émissions de l'ensemble des contaminants atmosphériques.¹⁹ Cependant, les émissions associées aux industries viennent en deuxième lieu et représentent 25 % du total. Les polluants les plus préoccupants pour la santé publique sont les particules fines (PM), le monoxyde de carbone, l'ozone, le dioxyde d'azote et le dioxyde de soufre.²⁰ Les métaux toxiques émis par la Fonderie Horne sont catégorisés dans les PM.

Il n'y a pas de valeurs seuils pour les PM_{2.5} en deçà desquelles il n'y a pas d'impact sur la santé.²¹ Une exposition aiguë aux PM_{2.5} peut précipiter des maladies cardiaques ischémiques, des accidents cérébraux vasculaires, de l'insuffisance cardiaque, des thrombo-embolies veineuses, des arythmies, et augmenter les hospitalisations ainsi que la mortalité cardiaque.

⁶ Cheng et al., (2017). "[Living near major roads and the incidence of dementia, Parkinson's disease, and multiple sclerosis: a population-based cohort study](#)", *The Lancet*.

⁷ Juana Maria Delgado Saborita, Valentina Guercioe et al. (25 February 2021). "A critical review of the epidemiological evidence of effects of air pollution on dementia, cognitive function and cognitive decline in adult population", *Science of The Total Environment*, Volume 757, 143734.

⁸ Marion Mortamaisa, Laure-Anne Gutierrez et al. (March 2021). "Long-term exposure to ambient air pollution and risk of dementia: Results of the prospective Three-City Study", *Environment International*, Volume 148, 106376.

⁹ Villeneuve et al., Residential exposure to fine particulate matter air pollution and incident breast cancer in a cohort of Canadian women, *Environmental Epidemiology*: September 2018 - Volume 2 - Issue 3 - p e021

¹⁰ Parent M, Goldberg MS, Crouse DL, et al., Traffic-related air pollution and prostate cancer risk: a case-control study in Montreal, *Canada Occupational and Environmental Medicine* 2013;70:511-518.

¹¹ Long-term exposure to air pollution and liver cancer incidence in six European cohorts, Rina So, Jie Chen et al., *International journal of Cancer*, Volume 149, Issue 11, 1 December 2021, Pages 1887-1897.

¹² Residential Traffic Exposure and Childhood Leukemia A Systematic Review and Meta-analysis, Vickie L. Boothe et al., *Am J Prev Med* 2014;46(4):413-422.

¹³ Calderón-Garcidueñas L1,2, Mukherjee PS3, Kulesza RJ4, Torres-Jardón R5, Hernández-Luna J6, Ávila-Cervantes R6, Macías-Escobedo E7, González-González O8, González-Maciel A8, García-Hernández K5, Hernández-Castillo A5, Villarreal-Ríos R9 (2019), "Mild Cognitive Impairment and Dementia Involving Multiple Cognitive Domains in Mexican Urbanites", *Research Universidad del Valle de México UVM Group. J Alzheimers Dis.* 2019;68(3):1113-1123. doi: 10.3233/JAD-181208.

¹⁴ Schraufnagel DE, Balmes JR, et al. *Chest.* (2019, Feb). "Air Pollution and Noncommunicable Diseases: A Review by the Forum of International Respiratory Societies' Environmental Committee", Part 2: Air Pollution and Organ Systems, 155(2):417-426. doi: 10.1016/j.chest.2018.10.041.

¹⁵ Sram RJ1, Veleminsky M Jr2, Veleminsky M Sr2, Stejskalová J2 (2017 Dec.). "The impact of air pollution to central nervous system in children and adults", *Neuro Endocrinol Lett.*, 38(6):389-396.

¹⁶ Wu, Nethery and al. (2020). "Exposure to air pollution and COVID-19 mortality in the United States", medRxiv, 2020.04.05.20054502.

¹⁷ Andrea Pozzer et al. Cardiovascular Research (2020). *Regional and global contributions of air pollution to risk of death from COVID-19*, doi:10.1093/cvr/cvaa288

¹⁸ Newbury, J B et al. (2021). "Association between air pollution exposure and mental health service use among individuals with first presentations of psychotic and mood disorders: retrospective cohort study", *British Journal of Psychiatry*, pp 1-8.

¹⁹ Ministère du développement durable, de l'environnement et de la lutte aux changements climatiques (2011). *Inventaire des émissions des principaux contaminants atmosphériques au Québec en 2008 et évolution depuis 1990*, Direction des politiques de la qualité de l'atmosphère, 30 p.

²⁰ https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1

²¹ Rapport provisoire d'évaluation environnementale – Projet Laurentia : Quai en eau profonde dans le Port de Québec, 2020, 311 pages.

Une exposition chronique aux PM_{2.5} augmente le risque de développer de l'hypertension, du diabète, l'athérosclérose, le syndrome métabolique et la mortalité cardiovasculaire généralisée. La pente de la courbe exposition-réponse pour la mortalité cardiovasculaire est élevée à des niveaux faibles de PM_{2.5} annuel et s'aplatit à des niveaux plus élevés, ce qui signifie que les plus grands bénéfices sanitaires résultent d'interventions qui réduisent l'exposition à des niveaux très bas.²²

Les expositions à court terme aux oxydes d'azote (NO_x) ont été systématiquement associées à des risques accrus d'hypertension et de déclenchement d'infarctus du myocarde (IM) et d'accident vasculaire cérébral (fatal et non fatal).²³ Une plus grande exposition aux NO_x est associée à un risque accru de démence.²⁴ De plus, l'exposition aux NO_x pendant la grossesse est systématiquement associée à un risque accru de développement de l'asthme.²⁵

En raison de ces impacts sanitaires à des concentrations très basses, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a abaissé en 2021 ses lignes directrices pour les PM_{2.5} annuelle à 5 µg/m³ et pour les PM_{2.5} 24-heures à 15 µg/m³. Ces nouvelles lignes directrices sont beaucoup plus basses que la norme du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA) du MELCC (PM_{2.5} 24-heures à 30 µg/m³) ou les Normes canadiennes de la qualité de l'air ambiant (NCQAA) du Conseil canadien des Ministres de l'environnement (PM_{2.5} annuelle à 8.8 µg/m³ et PM_{2.5} 24-heures à 27 µg/m³).

En plus des mesures de réduction à la source des polluants atmosphériques, d'autres mesures peuvent être mises en place pour capter les polluants atmosphériques en milieu urbain comme la conservation et la plantation d'arbres urbains et d'espaces verts de qualité. En effet, les arbres urbains captent environ 24% des polluants de l'air en moyenne.²⁶ La simple présence d'arbres sur une rue peut diminuer de 50 à 75% les matières particulaires, le principal polluant atmosphérique, pour les résidents et piétons à proximité immédiate.²⁷

²² Developing a clinical approach to air pollution and cardiovascular health, Hadley, Baumgartner and Vedanthan, *Circulation*, 2018, 137 : 725-742.

²³ Bont, Jaganathan et al., Ambient air pollution and cardiovascular diseases: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses, *J Intern Med.* 2022 Jun;291(6):779-800. doi: 10.1111/joim.13467.

²⁴ Peters and Ee, Air Pollution and Dementia: A Systematic Review, *J Alzheimers Dis.* 2019;70(s1):S145-S163. doi: 10.3233/JAD-180631.

²⁵ Bettioli, Gelain et al., The first 1000 days of life: traffic-related air pollution and development of wheezing and asthma in childhood. A systematic review of birth cohort studies, *Environ Health.* 2021 Apr 17;20(1):46. doi: 10.1186/s12940-021-00728-9.

²⁶ Planting Healthy Air, The Nature Conservancy, 2017, 128 pages. https://thought-leadership-production.s3.amazonaws.com/2016/10/28/17/17/50/0615788b-8eaf-4b4f-a02a-8819c68278ef/20160825_PHA_Report_FINAL.pdf

²⁷ Air pollution abatement performances of green infrastructure in open road and built-up street canyon environments – A review, Abhijith, Kumar et al., *Atmospheric Environment*, Volume 162, August 2017, Pages 71-86

Enjeux sanitaires à Rouyn-Noranda

Pollution atmosphérique

La Fonderie Horne est reconnue pour un long historique de pollution à Rouyn-Noranda.²⁸ En 2017, celle-ci était le plus grand émissaire de plomb et d'arsenic au Canada.²⁹ L'Inventaire national des rejets de polluants du Gouvernement du Canada démontre une augmentation marquée des rejets, élimination et transferts ainsi que du nombre de substances au cours des années 2020 et 2021 (voir Figure 1).³⁰

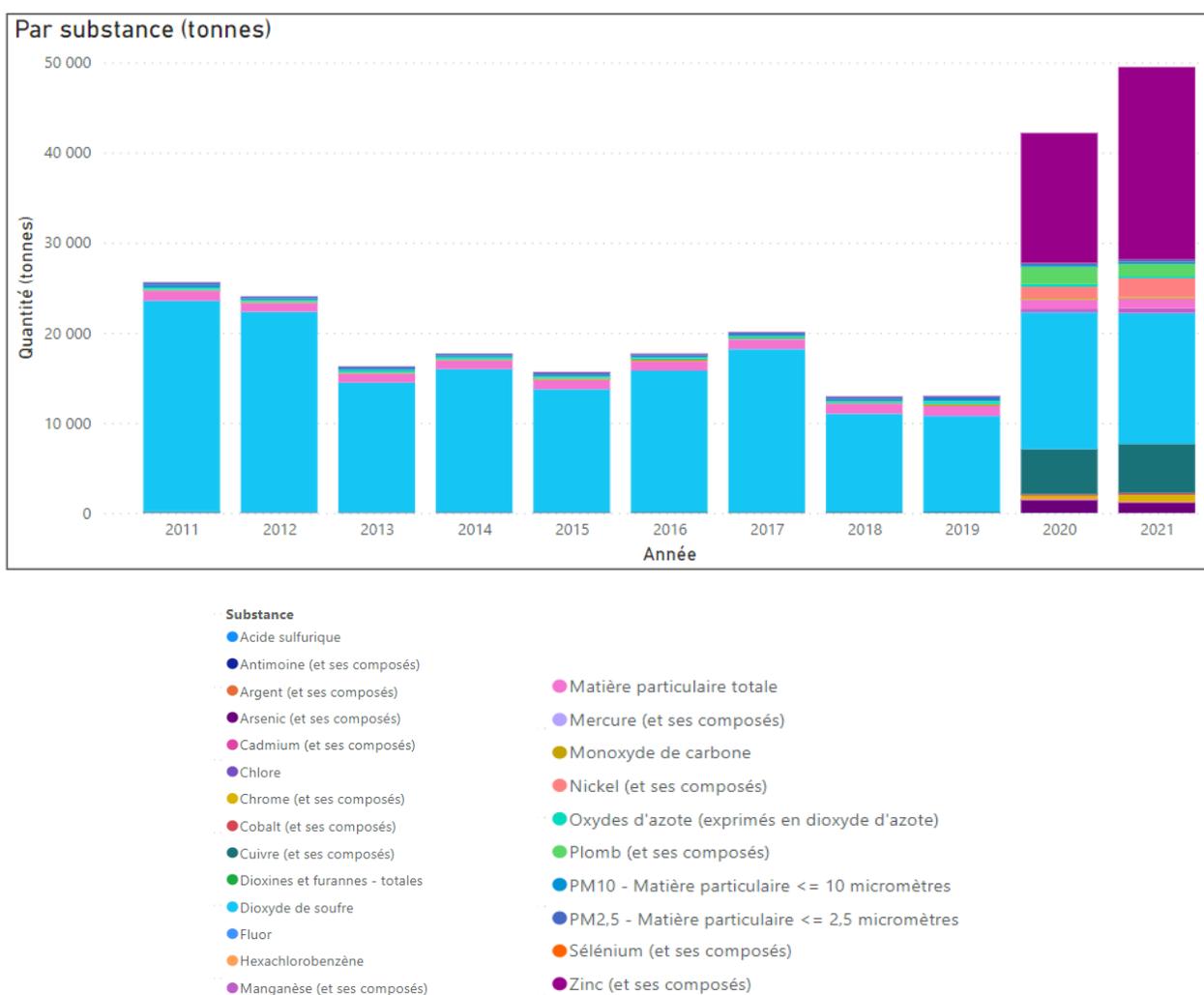


Figure 1. Émissions par type de substances de l'Inventaire national de rejets de polluants

²⁸ <https://ici.radio-canada.ca/ohdio/premiere/emissions/region-zero-8/segments/chronique/117804/fonderie-horne-arsenic-historique>

²⁹ <https://www.lecitoyenrouynlasarre.com/article/2019/09/17/la-fonderie-horne-demeure-le-principal-pollueur-au-canada>

³⁰ <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/inventaire-national-rejets-polluants/outils-ressources-donnees/tableau-de-bord-toute-lannee.html>

Dans un rapport publié en 2019, Santé Canada rapporte 8 décès prématurés par an à Rouyn-Noranda en raison de la pollution de l'air.³¹ Au prorata de la population du Québec, la valeur estimée des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique actuelle serait d'environ 150 millions de dollars par an à Rouyn-Noranda.³² Au prorata des décès prématurés, la valeur estimée des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique actuelle serait d'environ 60 millions de dollars par an à Rouyn-Noranda.³³

Le réseau de surveillance du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques répertorie cinq stations de mesures des polluants atmosphériques.³⁴ Cependant, aucune de ces stations ne monitore les PM₁₀ et une seule station monitore les PM_{2.5}. La seule station qui monitore les PM_{2.5} rapporte une concentration annuelle moyenne de 6.9 µg/m³, soit un niveau en deçà des normes du NCQAA mais au-dessus des lignes directrices de l'OMS. Cette station est située dans le Parc Tremblay, à la distance la plus grande de la Fonderie Horne par rapport aux autres stations, ce qui peut sous-évaluer les niveaux de PM_{2.5} auxquels sont exposés les quartiers adjacents à la Fonderie Horne. De plus, cette station est située dans un parc. Or, il est démontré que les arbres urbains peuvent capter les particules fines et ainsi diminuer les niveaux mesurés ce qui sous-estimerait les niveaux d'exposition de la population.

La norme du RAA et la valeur guide de l'OMS pour le nickel sont exprimées dans les PM₁₀. Or, aucune station répertoriée sur le site du réseau de surveillance du MELCC ne mesure les PM₁₀, ce qui rend impossible l'évaluation des niveaux de nickel ambiant par rapport à la norme du RAA et à la valeur guide de l'OMS.

Il est à noter qu'aucune station du réseau de surveillance du MELCC à Rouyn-Noranda ne mesure les NO_x dans l'air ambiant.

Plusieurs polluants atmosphériques apparaissent dans la Demande de renouvellement pour l'autorisation ministérielle de la Fonderie Horne.³⁵ Outre les particules fines et le dioxyde d'azote, de nombreux métaux toxiques sont inscrits dans cette demande. Les plus préoccupants pour la santé humaine sont l'arsenic, le plomb, le mercure, le nickel, le cadmium et le chrome.

Nous passerons en revue chacun des six métaux les préoccupants pour la santé humaine ainsi que les HAPs.

³¹ Santé Canada (2019). Banque de données du rapport «Les impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada : estimation de la morbidité et des décès prématurés», rapport 2019, Publ. : 190084.

³² Santé Canada (2021). *Les impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada, Estimation de la morbidité et des décès prématurés*, Rapport 2021, Publ. : 200424, 62 pages.

³³ Santé Canada (2021). *Les impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada, Estimation de la morbidité et des décès prématurés*, Rapport 2021, Publ. : 200424, 62 pages.

³⁴ <https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/reseau-surveillance/Carte.asp>

³⁵ https://www.environnement.gouv.qc.ca/ministere/consultation-fonderie-horne/Documents/Enjeux%20environnementaux/Renouvellement%20autorisation%20minist%C3%A9rielle%202022-2027/2022-05-20_GFH_Demande_de_renouvellement.pdf

Nickel

Le CIRC (Centre international de recherche sur le cancer) a classé les composés solubles et insolubles du nickel dans le groupe 1 (cancérogène pour l'homme), et les alliages de nickel dans le groupe 2B (peut-être cancérogène pour l'homme).³⁶ Il existe toutefois des variations dans le pouvoir cancérogène des différents composés, le sous-sulfure insoluble de nickel sous sa forme Ni₃S₂ étant reconnu comme le plus puissant. Les composés insolubles du nickel restent plus longtemps dans les poumons et sont associés à un pouvoir cancérogène plus élevé que le sulfate de nickel. Le nickel peut pénétrer dans l'organisme par inhalation, ingestion avec des aliments et absorption cutanée ; toutefois, la voie la plus risquée d'exposition au nickel est l'inhalation.

Comme d'autres métaux lourds, une exposition excessive au nickel accélérerait le processus de stress oxydatif et la génération de radicaux libres qui causent des dommages à l'ADN.^{37 38} En outre, en raison de sa capacité à pénétrer dans le noyau, le nickel peut affecter l'expression des gènes, d'où les effets négatifs du nickel, notamment l'effet tumorigène, abortif et tératogène.

Dans une revue de littérature publiée en 2020, les auteurs rapportent que, selon la dose et la durée d'exposition, en tant qu'agent immunotoxique et cancérogène, le nickel peut provoquer divers effets sanitaires, tels que des dermatites de contact, des maladies cardiovasculaires, de l'asthme, la fibrose pulmonaire et des cancers des voies respiratoires.³⁹ Outre ces effets, des études ont démontré que le nickel atmosphérique pouvait pénétrer dans le cerveau⁴⁰ et être associé à la production de précurseurs de la maladie d'Alzheimer.⁴¹

Finalement, une étude canadienne réalisée en 2000 a évalué l'impact de différentes composantes des particules fines de la pollution de l'air dans 8 villes canadiennes.⁴² Le niveau moyen de nickel observé dans les PM_{2.5} de ces villes était de 1.6 ng/m³. Les chercheurs ont trouvé une association positive statistiquement significative entre une augmentation de la concentration de nickel dans les PM et la mortalité non-accidentelle.

La valeur guide pour les effets cancérogènes émise par l'OMS a été estimée à partir d'études humaines

³⁶ Genchi, Carocci et al., 2020, Nickel : Human Health and Environmental Toxicology, International journal of Environmental Research and Public Health, 17, 679.

³⁷ Saghazadeh et Rezaei, Systematic review and meta-analysis links autism and toxic metals and highlights the impact of country development status: Higher blood and erythrocyte levels for mercury and lead, and higher hair antimony, cadmium, lead, and mercury, Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry. Volume 79, Part B, 3 October 2017, Pages 340-368.

³⁸ Cameron, Buchner et Tchounwou, Exploring the Molecular Mechanisms of Nickel-Induced Genotoxicity and Carcinogenicity: A Literature Review, Rev Environ Health. 2011 ; 26(2): 81-92.

³⁹ Genchi, Carocci et al., 2020, Nickel : Human Health and Environmental Toxicology, International journal of Environmental Research and Public Health, 17, 679.

⁴⁰ Sutunkova, Solovyeva et al., Toxic Effects of Low-Level Long-Term Inhalation Exposures of Rats to Nickel Oxide Nanoparticles, Int. J. Mol. Sci. 2019, 20, 1778; doi:10.3390/ijms20071778.

⁴¹ Kim SH, Knight EM, Saunders EL et al. (2012) Rapid doubling of Alzheimer's amyloid-β40 and 42 levels in brains of mice exposed to a nickel nanoparticle model of air pollution [v1; ref status: indexed, <http://f1000r.es/T5Rxeo>] F1000Research 2012, 1:70 (doi: 10.12688/f1000research.1-70.v1)

⁴² Burnett, Brook et al, 2000. Association between particulate- and gas-phase components of urban air pollution and daily mortality in eight Canadian cities, Inhalation Toxicology, 12 (Supp. 4): 15-39.

et animales et se base principalement sur le sous-sulfure de nickel de type Ni₃S₂.⁴³ Cette valeur guide déterminée au début des années 2000 a été établie à 3 ng/m³ par année dans les PM₁₀. Elle représente une concentration à laquelle une personne exposée pendant 70 ans n'a pas plus d'une chance sur un million de développer un cancer ce qui correspond au niveau de risque jugé négligeable du MELCC pour une substance sans seuil.⁴⁴

En Europe, un comité scientifique de la Commission européenne a évalué qu'une norme annuelle de 20 ng/m³ dans les PM₁₀ permettrait de minimiser les effets respiratoires du nickel. Ce comité a également estimé que cette concentration protégerait contre les effets cancérigènes du nickel, car le composé le plus cancérigène, le sous-sulfure de nickel de type Ni₃S₂, ne représentait qu'au plus 10 % de l'ensemble des composés de nickel présents dans l'air européen.⁴⁵

Il en est autrement de la composition de l'air québécois où une étude de spéciation faite en 2013 sur l'air ambiant de la Basse-ville de Québec a démontré qu'un sulfure de nickel et de fer (Ni₅Fe₅S₈), aux propriétés cancérigènes démontrées,⁴⁶ ⁴⁷ représente pratiquement 100% du nickel ambiant.⁴⁸

C'est pourquoi l'AQME a recommandé une norme de 3 ng/m³ pour le Québec dans son mémoire déposé en février 2022 dans le cadre de la consultation publique sur les Normes de qualité de l'atmosphère relatives au nickel, Projet de règlement modifiant le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère. À notre connaissance, il n'existe aucune étude de spéciation pour le nickel présent dans l'atmosphère de Rouyn-Noranda alors que la Fonderie Horne était responsable en 2020 de plus de la moitié des émissions de nickel au Québec (voir Figure 2).⁴⁹

Année	Ni FH	Ni Qc	% émis par la Fonderie Horne
2020	2 422	4 039	60,0 %
2019	1 590	3 817	41,7 %
2018	1 580	11 898	13,3 %
2017	1 230	3 004	40,9 %
2016	1 178	2 977	39,5 %
2015	1 107	2 594	42,7 %
2014	1 414	2 869	49,3 %
2013	1 089	2 443	44,6 %
2012	1 613	12 929	12,5 %
2011	1 149	2 475	46,4 %
2010	469	1 567	29,9 %
2009	412	2 308	17,9 %
2008	756	2 290	33,0 %
2007	387	1 961	19,7 %
2006	378	2 055	18,4 %
2005	99	1 334	7,4 %
Total	16 873	60 560	27,9 %

Figure 2 : Pourcentage des émissions de nickel provenant de la Fonderie Horne

⁴³ Ambient air pollution by AS, CD and NI compounds. Position Paper, 2000, European commission, 318 pages. https://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp_as_cd_ni.pdf

⁴⁴ MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2017). Normes et critères de qualité de l'atmosphère du Québec : Cadre de détermination et d'application, Québec, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, ISBN : 978-2-550-79483-7 (PDF), 18 p. [En ligne]. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/air/criteres/index.htm>

⁴⁵ Opinion on: Position Paper on Ambient Air Pollution by Nickel Compounds. Final Version October 2000. Opinion expressed at the 22nd CSTEE plenary meeting, Brussels, 6/7 March 2001.

⁴⁶ ICNCM, Report of the international committee on nickel carcinogenesis in man. Final report. 1990, Program Resources, Inc., Research Triangle Park, NC (USA). Scand J Work Environ Health 1990;16(1):1-82.

⁴⁷ Schaumlöffel, Nickel species: analysis and toxic effects, J. Trace Elem. Med. Biol., 26 (2012), pp. 1-6

⁴⁸ Walsh et Brière, Origine des concentrations élevées de nickel dans l'air ambiant à Limoilou, MELCC, 2013, 21 pages.

⁴⁹ Inventaire national de rejets de polluants du Gouvernement du Canada

Cadmium

Le CIRC a classé le cadmium et les composés du cadmium comme des substances cancérogènes pour l'homme du groupe 1, après avoir conclu qu'il y avait suffisamment de preuves que le cadmium pouvait provoquer des cancers du poumon chez les humains et les animaux exposés par inhalation.⁵⁰

Selon le Rapport de l'étude de biosurveillance menée à l'automne 2018 sur l'imprégnation au plomb, au cadmium et à l'arsenic des jeunes enfants du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda⁵¹ :

Le cadmium a la particularité d'avoir une longue demi-vie biologique variant entre 20 et 30 ans chez l'humain (Santé Canada, 2008). Il est donc possible d'être exposé graduellement à de faibles doses pour éventuellement accumuler d'importantes concentrations dans l'organisme, en particulier dans les reins et dans une moindre mesure dans le foie (Santé Canada, 2008)... dans le cas de mères exposées et/ou ayant été exposées au cadmium par le passé..., le cadmium peut se transférer au fœtus pendant la grossesse via le placenta (Osman et al., 2000; Kippler et al., 2010; Al-Saleh et al., 2011) et aux enfants allaités via le lait maternel (Radisch et al., 1987; Nishijo et al., 2002)... À long terme, le cadmium peut causer des dommages aux reins et pourrait entraîner une diminution de la minéralisation des os et donc augmenter le risque de fracture, et affecter les fonctions pulmonaires en causant par exemple un emphysème pulmonaire (Lauwers et al., 2007; ATSDR, 2012; Chunhabundit, 2016).

Les concentrations de cadmium sanguin mesurées chez les jeunes enfants du Quartier Notre-Dame sont similaires à la moyenne de 0,082 µg/L retrouvées dans la population canadienne (Santé Canada, 2017) et en deçà du seuil MADO de 5 µg/L. Cependant, bien que ceci soit rassurant... Rappelons que le cadmium est très persistant dans l'organisme (demi-vie entre 20 et 30 ans) et qu'en raison de sa tendance à s'accumuler dans les reins et le foie, le suivi du cadmium urinaire ou sanguin ne permet pas de mesurer adéquatement la charge corporelle accumulée depuis plusieurs années (Prozialeck et Edwards, 2012 ; Bernhoft, 2013).

La norme du RAA pour le cadmium est de 3.6 ng/m³ par an. En 2018, à la station la plus près de la Fonderie (8006), la moyenne annuelle des concentrations atmosphériques de cadmium était de 0,0143 µg/m³, soit 4 fois la valeur du seuil du RAA.⁵²

⁵⁰ WHO, Air Quality Guidelines - Second Edition, Chapter 6.3 Cadmium, 2000, 11 pages.

⁵¹ Rapport de l'étude de biosurveillance menée à l'automne 2018 sur l'imprégnation au plomb, au cadmium et à l'arsenic des jeunes enfants du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda, Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue, 2019, 113 pages.

⁵² Rapport de l'étude de biosurveillance menée à l'automne 2018 sur l'imprégnation au plomb, au cadmium et à l'arsenic des jeunes enfants du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda, Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue, 2019, 113 pages.

Plomb

Selon le Rapport de l'étude de biosurveillance menée à l'automne 2018 sur l'imprégnation au plomb, au cadmium et à l'arsenic des jeunes enfants du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda⁵³ :

L'exposition au plomb peut affecter le développement du cerveau et du système nerveux central, peut occasionner des problèmes auditifs et cognitifs, tels qu'une diminution du quotient intellectuel et peut entraîner des changements comportementaux, un déficit de l'attention, de l'hyperactivité, de la dépression ou de l'anxiété (Needleman, 2004; ATSDR, 2007a; Lauwerys et al., 2007; NTP, 2012; Taylor et al., 2012). Bien que la demi-vie du plomb dans le sang soit d'environ 36 jours (Chamberlain et al., 1975; Rabinowitz et al., 1976), le plomb s'accumule également dans les os et les dents et peut être réintroduit dans le sang lors du vieillissement et la réduction de la masse osseuse. La demi-vie du plomb accumulé dans les os est d'environ 27 ans (Rabinowitz et al., 1976).

Le suivi des émissions atmosphériques de plomb se fait depuis octobre 1999. En 2018, la moyenne annuelle des concentrations atmosphériques de plomb mesurée était de 0,607 µg/m³, ce qui constitue une diminution comparée aux données du passé, mais demeure six fois plus élevée que le seuil provincial du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA) de 0,1 µg/m³.

La United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA, 2012) et Santé Canada (2013) estiment qu'il y a suffisamment de preuves démontrant des effets à la santé pour des plombémies en deçà de 50 µg/L et soulignent que des effets ont été associés à des plombémies aussi basses que 20 µg/L. À cela s'ajoute le fait que la littérature scientifique récente suggère que des effets à la santé sont observés à des niveaux de plombémie inférieurs à 20 µg/L (Taylor et al., 2012; Taylor, 2015).

À l'automne 2018, une moyenne arithmétique de plombémie de 14,4 µg/L (MG = 11,6 µg/L) a été mesurée chez les enfants du Quartier Notre-Dame, quatre résultats dépassaient le seuil de 20 µg/L (10 % des résultats). Pour trois de ces résultats, aucune source n'a pu être attribuée. Seules les émissions de Glencore Fonderie Horne sont suspectées.

Mercure

Le mercure étant persistant, bioaccumulable et toxique, il est classé parmi les produits chimiques dangereux par l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA).⁵⁴ L'empoisonnement au mercure dû à une exposition au mercure ou à des composés du mercure entraîne divers effets néfastes en fonction de sa forme chimique et de la voie d'exposition. Il existe trois espèces de mercure atmosphérique importantes : le mercure élémentaire gazeux (GEM), le mercure oxydé gazeux (GOM) et le mercure lié aux particules (PBM). Le GEM est l'espèce prédominante dans l'air ambiant (>95%).

⁵³ Rapport de l'étude de biosurveillance menée à l'automne 2018 sur l'imprégnation au plomb, au cadmium et à l'arsenic des jeunes enfants du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda, Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue, 2019, 113 pages.

⁵⁴ Zhou, Hopke et al, Ambient mercury source identification at a New York State urban site: Rochester, NY, Science of The Total Environment, Volume 650, Part 1, 10 February 2019, Pages 1327-1337

Le GEM est principalement absorbé dans les poumons (~ 80 %) et peut se propager dans tout le corps, traverser la barrière hémato-encéphalique et s'accumuler dans le système nerveux central.⁵⁵ L'exposition à des niveaux toxiques de composés de mercure est liée à des troubles neurologiques, un syndrome respiratoire, des complications cardiovasculaires et des dommages génétiques.

La norme du RAA pour le mercure est de 5 ng/m³ par an.

Chrome

Le CIRC a déclaré que pour le chrome et certains composés du chrome, il existe des preuves suffisantes de cancérogénicité pour l'homme (groupe 1).⁵⁶ L'inhalation de composés de chrome hexavalent a été associée à la perforation de la cloison nasale, la bronchite, l'asthme, la pneumonie, la pharyngite, des problèmes de foie et a été associée au cancer bronchique.⁵⁷

Du point de vue de la toxicité et de la cancérogénicité, les composés du chrome hexavalent sont beaucoup plus importants pour les travailleurs et la population en général que les composés trivalents et les autres composés.⁵⁸ Par conséquent, le chrome hexavalent et le chrome trivalent doivent être considérés séparément. Ceci est cependant difficile à faire lorsque seul le chrome total est mesuré comme c'est le cas actuellement à Rouyn-Noranda.

Les informations sur la spéciation du chrome dans l'air ambiant sont essentielles car, lorsqu'il est inhalé, seul le chrome hexavalent est cancérogène pour l'homme. Selon l'OMS, les concentrations de chrome hexavalent associées à un excès de risque à vie de 1:1 000 000 est de 0,025 ng/m³, soit beaucoup plus basse que la norme RAA pour le chrome (composés hexavalents) qui est de 4 ng/m³.

À notre connaissance, l'espèce de chrome présente dans l'air de Rouyn-Noranda est inconnue.

Arsenic

Selon le Rapport de l'étude de biosurveillance menée à l'automne 2018 sur l'imprégnation au plomb, au cadmium et à l'arsenic des jeunes enfants du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda⁵⁹ :

L'arsenic est un cancérogène reconnu (IARC, 2012) et une exposition chronique peut contribuer à long terme au développement de certains cancers, dont celui du poumon, du foie, de la vessie, du rein, de la peau et de la prostate (Enterline et al., 1995 ; Lubin et al., 2000 ; Englyst et al., 2001; Karagas et al., 2001; ATSDR, 2007b;

⁵⁵ Schiavo, Morton-Bermea et al., Health risk assessment of gaseous elemental mercury (GEM) in Mexico City, Environ Monit Assess. 2022; 194(7): 456. Published online 2022 May 25. doi: 10.1007/s10661-022-10107-7

⁵⁶ WHO, Air Quality Guidelines - Second Edition, Chapter 6.4 Chromium, 2000, 14 pages.

⁵⁷ Alvarez, Gomez et al., Hexavalent chromium: Regulation and health effects, Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, Volume 65, May 2021, 126729

⁵⁸ WHO, Air Quality Guidelines - Second Edition, Chapter 6.4 Chromium, 2000, 14 pages.

⁵⁹ Rapport de l'étude de biosurveillance menée à l'automne 2018 sur l'imprégnation au plomb, au cadmium et à l'arsenic des jeunes enfants du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda, Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue, 2019, 113 pages.

Cantor et Lubin, 2007; Jones et al., 2007; Lauwerys et al., 2007). De manière générale, plus l'exposition de la personne est importante et plus celle-ci est exposée longtemps à l'arsenic, plus cette personne augmentera sa probabilité de développer à long terme un cancer. Par ailleurs, plusieurs études suggèrent qu'une exposition à des concentrations très élevées d'arsenic en bas âge contribuerait de façon non négligeable au développement du cancer à l'âge adulte (NRC, 2013; ATSDR, 2016; FDA, 2016) et pourrait y contribuer de façon plus importante que l'exposition survenant plus tardivement au cours de la vie adulte (Marshall et al. 2007; Steinmaus et al. 2013).

Outre les effets cancérogènes, une exposition à l'arsenic peut entraîner d'autres effets néfastes sur la santé qui incluent le diabète, des maladies de la peau, des toux chroniques, des effets toxiques sur le foie, les reins, ainsi que sur les systèmes cardiovasculaires, nerveux périphérique et central (Tseng, 1977; Hsueh et al., 1995; Milton et al., 2001; Kapaj et al., 2006; ATSDR, 2007b; Lauwerys et al., 2007; Guha Mazumder, 2008; Kile et Christiani, 2008; Kim et Lee, 2011)...

En ce qui concerne plus précisément, les enfants, selon l'OEHHA (2008), ceux-ci sont plus vulnérables à la toxicité de l'arsenic que les adultes, principalement parce qu'une exposition chronique peut entraîner des troubles neurodéveloppementaux (Rosado et al., 2007 ; FDA, 2016). Il n'est cependant pas clair si ces effets sont persistants ou non. Ceci dit, même si les effets ne sont pas persistants, les troubles occasionnés sur une période donnée peuvent avoir une incidence à long terme. Afin de protéger les enfants d'effets nuisant à leur développement optimal, le Bureau d'évaluation des risques pour la santé liés à l'environnement de la Californie (OEHHA) recommande que lors d'exposition chronique, les concentrations d'arsenic dans l'air ambiant n'excèdent pas 15 ng/m³.

La Direction de santé publique du CIUSSS de l'Abitibi-Témiscamingue rapporte que les résultats d'arsenic unguéal « *diffèrent significativement entre les populations à l'étude ($F_{1,107} = 85,585, p < 0,001$), la moyenne géométrique dans le quartier Notre-Dame étant 3,7 fois plus élevée que celle mesurée à Amos. À noter qu'environ 20 % des concentrations d'arsenic unguéal mesurées dans le quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda sont considérées comme des données extrêmes (données dépassant 1,5 fois l'intervalle interquartile). Ces résultats représentent une valeur se situant entre 8 et 40 fois la moyenne géométrique de la population témoin (0,11 µg/g).* »

Une étude a rapporté une augmentation du risque de leucémie lymphoblastique aiguë chez les enfants de mères exposées à l'arsenic durant le troisième trimestre de grossesse.⁶⁰ Les cancers du poumon, de la vessie et du rein dus à l'exposition à l'arsenic ont des latences très longues, avec des risques accrus se manifestant 40 ans après la réduction de l'exposition à l'arsenic.⁶¹

La norme du RAA pour l'arsenic est de 3 ng/m³ par an. À la station du MELCC localisée le plus près de la fonderie (8006), une moyenne annuelle de 113 ng/m³ a été mesurée en 2018.⁶² Entre 2014 et 2018, des pics journaliers pouvant atteindre jusqu'à 2 060 ng/m³ ont été enregistrés.

⁶⁰ Heck, Park et al., Risk of leukemia in relation to exposure to ambient air toxics in pregnancy and early childhood, Int J Hyg Environ Health. 2014 July ; 217(6): 662–668. doi:10.1016/j.ijheh.2013.12.003.

⁶¹ Zhou and Xi, A review on arsenic carcinogenesis: Epidemiology, metabolism, genotoxicity and epigenetic changes, Regulatory Toxicology and Pharmacology 99 (2018) 78–88.

⁶² Rapport de l'étude de biosurveillance menée à l'automne 2018 sur l'imprégnation au plomb, au cadmium et à l'arsenic des jeunes enfants du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda, Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue, 2019, 113 pages.

Dans le compte-rendu de la rencontre entre le CRIC et la Fonderie Horne en date du 20 novembre 2019, il est écrit : « *Bien que les cheminées émettent les plus grands débits d'arsenic, les modèles de dispersion de la FH semblent indiquer que les sources d'arsenic au point de mesure légal proviendraient à ~98 % des émissions diffuses (événements, entreposage extérieur des scories chaudes, etc.) et à ~ 2 % des cheminées. Les émissions diffuses semblent donc être la principale source des émissions au point de mesure légal.* »⁶³

Plus loin dans le compte-rendu de la rencontre, le CRIC offre sa vaste expertise à la Fonderie Horne pour diminuer les émissions d'arsenic afin d'atteindre la cible de 3 ng/m³ d'arsenic atmosphérique. Il semble donc que les ingénieurs experts du CRIC jugent qu'il est possible de solutionner le problème d'émissions toxiques de la Fonderie Horne. Nous ne savons pas si la Fonderie Horne a retenu les services des experts du CRIC.

Dioxines, furanes et hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

À la liste de polluants apparaissant dans la Demande de renouvellement pour l'autorisation ministérielle de la Fonderie Horne⁶⁴ s'ajoutent les dioxines et furanes. En effet, le brûlage à basse température des retardateurs de flamme halogénés et la combustion incomplète des déchets d'équipement électriques et électroniques entraînent une exposition aérienne à des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) hautement toxiques et cancérigènes, tels que le benzo[a]pyrène, à des dioxines et à des furanes sous forme de particules.^{65 66} Or, la demande de renouvellement ne cite pas le benzo[a]pyrène.

L'effet des HAP sur la santé humaine repose principalement sur la durée et la voie d'exposition, le volume ou la concentration de HAP auxquels on est exposé, et la toxicité relative des HAP.⁶⁷ De nombreux HAP sont largement désignés comme cancérigènes, mutagènes et tératogènes et représentent donc un danger important pour la santé et le bien-être de l'homme. Un risque excessif de cancer du poumon est l'impact sanitaire le plus important à prévoir en cas d'exposition aux HAP par inhalation. Le benzo(a)pyrène est considéré comme l'un des HAP les plus oncogènes et est couramment utilisé comme marqueur d'exposition. Si l'exposition aux HAP atteint le seuil approprié (10-6), il existe une probabilité de 45 % de risque cancérigène. La lipophilie élevée des HAP entraîne un dépôt substantiel et une accessibilité dans les organes internes denses en adipocytes après l'exposition. La peau, le poumon, le pancréas, l'œsophage, la vessie, le côlon et le sein féminin sont de nombreux organes sujets au développement de tumeurs en raison d'une exposition aux HAP à long terme. L'exposition aux HAP peut augmenter le risque de cancer du poumon ainsi que de maladies cardiovasculaires (MCV), notamment l'athérosclérose, l'hypertension, la thrombose et l'infarctus du myocarde. Les HAP sont un composant de l'air, positivement corrélé avec les facteurs de risque cardio-métaboliques et l'athérosclérose. Des études précliniques ont révélé une relation entre l'exposition aux HAP, le stress oxydatif et l'athérosclérose.

⁶³ https://www.environnement.gouv.qc.ca/ministere/consultation-fonderie-horne/documents//Enjeux%20C3%A9conomiques/2019-11-20_CRIQ_Compte_rendu_rencontre_Fonderie_Horne.pdf

⁶⁴ https://www.environnement.gouv.qc.ca/ministere/consultation-fonderie-horne/Documents/Enjeux%20environnementaux/Renouvellement%20autorisation%20minist%C3%A9rielle%202022-2027/2022-05-20_GFH_Demande_de_renouvellement.pdf

⁶⁵ Yu XZ, Gao Y, Zhang HB. Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in soils at Guiyu area of China, affected by recycling of electronic waste using primitive technologies. *Chemosphere* 2006;65(9):1500-9

⁶⁶ Cui and Zhang, Metallurgical recovery of metals from electronic waste: a review, *J Hazard Mater* . 2008 Oct 30;158(2-3):228-56. doi: 10.1016/j.jhazmat.2008.02.001

⁶⁷ Mallah, Changxing, et al., Polycyclic aromatic hydrocarbon and its effects on human health: An overview, *Chemosphere*, Volume 296, June 2022, 133948

Selon l'OMS, les dioxines et les furanes sont hautement toxiques et peuvent causer des problèmes de reproduction et de développement, endommager le système immunitaire, interférer avec les hormones et provoquer des cancers.⁶⁸ Il est à noter qu'aucune station du réseau de surveillance du MELCC à Rouyn-Noranda ne mesure les dioxines, les furanes et le benzo[a]pyrène dans l'air ambiant.

À cette liste potentielle d'émissions toxiques s'ajoutent des éléments de terres rares présents dans les équipements électroniques. Il est rapporté dans la littérature que l'utilisation intensive des éléments de terres rares (ETR) dans un certain nombre de technologies devrait avoir un impact sur la santé humaine, notamment sur l'exposition professionnelle et environnementale aux ETR.⁶⁹ Un ensemble de preuves expérimentales sur la toxicité associée aux terres rares a été accumulé au cours des dernières décennies, fournissant ainsi de nombreuses informations de base sur les effets néfastes des expositions aux terres rares. Contrairement aux études expérimentales, les conséquences des expositions aux REE sur la santé humaine ont fait l'objet de relativement peu d'investigations.

Exigences de suivi de l'air ambiant pour les milieux récepteurs

Dans les exigences de suivi de l'air ambiant pour les milieux récepteurs de la Demande de renouvellement pour l'autorisation ministérielle de la Fonderie Horne⁷⁰, aucune norme n'est spécifiée pour aucun polluant atmosphérique à part une norme dérogatoire de 100 ng/m³ de moyenne annuelle pour l'arsenic.

Synergie entre les polluants

Plusieurs études rapportent des synergies entre les polluants atmosphériques. Ainsi, une étude américaine rapporte des effets synergétiques entre le plomb, le mercure et l'arsenic atmosphériques dans une évaluation de la prévalence de l'autisme chez des enfants. Une autre étude rapporte une synergie entre le nickel et le vanadium atmosphériques⁷¹ alors qu'une autre rapporte une synergie entre le mercure et l'aluminium pour des effets neurotoxiques.⁷² Une étude publiée en 2021 suggère que l'exposition combinée au plomb avec l'arsenic, le cadmium et le mercure au cours des premières et dernières semaines de gestation était associée à une augmentation de l'incidence de l'asthme pédiatrique.⁷³

⁶⁸ <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dioxins-and-their-effects-on-human-health>

⁶⁹ Pagano, Thomas et al., Review article Human exposures to rare earth elements: Present knowledge and research prospects, *Environmental Research*, Volume 171, April 2019, Pages 493-500.

⁷⁰ https://www.environnement.gouv.qc.ca/ministere/consultation-fonderie-horne/Documents/Enjeux%20environnementaux/Renouvellement%20autorisation%20minist%C3%A9rielle%202022-2027/2022-05-20_GFH_Demande_de_renouvellement.pdf

⁷¹ Campen, Nolan et al., Cardiovascular and Thermoregulatory Effects of Inhaled PM-Associated Transition Metals: A Potential Interaction between Nickel and Vanadium Sulfate, *TOXICOLOGICAL SCIENCES* 64, 243–252 (2001).

⁷² Alexandrow, Pogue et Lukiw, Synergism in aluminum and mercury neurotoxicity, *Integr Food Nutr Metab*, 2018 May;5(3):10.15761/IFNM.1000214. doi: 10.15761/IFNM.1000214

⁷³ Hsieh, Jung et al., Combined exposure to heavy metals in PM2.5 and pediatric asthma, *J Allergy Clin Immunol* 2021;147:2171-80.

Le Rapport de l'étude de biosurveillance menée à l'automne 2018 sur l'imprégnation au plomb, au cadmium et à l'arsenic des jeunes enfants du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda⁷⁴ mentionne que:

« Les études de biosurveillance menées jusqu'à ce jour dans le QND ont toujours considéré les effets à la santé des contaminants pris individuellement. La population de ce quartier est par contre exposée simultanément à de multiples métaux qui peuvent agir de façon synergique et augmenter leur toxicité dans l'organisme (ATSDR, 2004; Cobbina et al., 2015; Wu et al., 2016). L'exposition concomitante à une combinaison de plomb, de cadmium et d'arsenic peut faire augmenter les précurseurs du stress oxydatif (Whittaker et al., 2011) et même induire un stress oxydatif (ATSDR, 2004; Jadhav et al., 2007; Wang et Fowler, 2008; Silva-Aguilar et al., 2011; Sánchez-Valle et al., 2013). Cette réaction induite peut participer au développement d'effets dommageables à la santé, tel que le cancer (Rodríguez-Sastre et al., 2014). L'Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR, 2004) des États-Unis a associé l'exposition combinée au plomb, au cadmium et à l'arsenic à des effets hématologiques, hépatiques, rénaux, neurologiques, reproductifs et immunologiques. La combinaison de l'arsenic et du plomb aurait d'ailleurs des effets plus qu'additifs sur le développement de troubles neurologiques (ATSDR, 2004), c'est-à-dire que ces derniers seraient plus toxiques lorsqu'ils sont combinés que lorsqu'ils sont seuls. Ceci illustre l'importance de réduire au minimum l'exposition des enfants à l'arsenic, mais aussi à l'ensemble des contaminants pouvant provenir des émissions de la fonderie, notamment le plomb et le cadmium. »

Ces considérations sur les effets synergétiques des polluants métalliques toxiques dans l'air de Rouyn-Noranda nous incitent à émettre l'hypothèse qu'il est fort peu probable qu'un niveau de 15 ng/m³ par an d'arsenic dans l'air puisse protéger les enfants exposés contre les effets neurotoxiques pouvant être induits par l'arsenic en raison de la présence simultanée de plomb et autres métaux.

Sources additives de polluants

Des doses orales peuvent s'ajouter aux doses par inhalation et augmenter les effets délétères d'un polluant. Plusieurs terrains de Rouyn-Noranda sont contaminés par les métaux lourds. Ils peuvent contribuer à l'augmentation de la dose d'une substance toxique par ingestion, et ce particulièrement chez les enfants. Il a été rapporté à l'été 2022 que la Fonderie Horne a déclaré l'« élimination sur le site » de près de 2500 tonnes d'arsenic depuis deux ans, une pratique de longue date que l'entreprise a omis de déclarer par le passé.⁷⁵ Une contamination de la nappe phréatique et des sources d'eau potable par ces dépôts d'arsenic pourrait augmenter la dose orale de ce métal toxique parmi la population.

⁷⁴ Rapport de l'étude de biosurveillance menée à l'automne 2018 sur l'imprégnation au plomb, au cadmium et à l'arsenic des jeunes enfants du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda, Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue, 2019, 113 pages.

⁷⁵ <https://www.lapresse.ca/actualites/environnement/2022-07-20/fonderie-horne-a-rouyn-noranda/2500-tonnes-d-arsenic-enfouies-depuis-2-ans.php>

État sanitaire de la population de Rouyn-Noranda

Les données de surveillance de l'état de santé de la population de Rouyn-Noranda présentées en mai 2022 démontrent une espérance de vie moindre, une proportion plus élevée de naissances de faible poids, un pourcentage plus élevé de la population atteinte de maladie pulmonaire obstructive chronique et une incidence plus élevée du cancer du poumon que la moyenne du Québec.⁷⁶ En regard de la nature et des niveaux de polluants présents dans l'air ambiant de Rouyn-Noranda ainsi que de leurs impacts connus sur la santé, il est à notre avis fort plausible que les émissions toxiques de la Fonderie Horne soient responsables d'une portion significative de ces écarts de santé défavorables.

Sachant les effets connus sur la santé des différents polluants présents dans l'air de Rouyn-Noranda, Il est aussi à notre avis fort plausible que les impacts toxiques des émissions de la Fonderie Horne soient sous-estimés. En effet, il est rapporté dans la littérature scientifique que l'arsenic, par exemple, peut contribuer au développement de cancers autres que celui du poumon tels que ceux du foie, de la vessie, du rein, de la peau et de la prostate⁷⁷ ainsi que la leucémie infantile⁷⁸ alors que le nickel peut causer des maladies cardiovasculaires.⁷⁹ À long terme, le cadmium peut causer des dommages aux reins et pourrait entraîner une diminution de la minéralisation des os⁸⁰ et l'exposition au chrome hexavalent a été associée à l'asthme.⁸¹ Quant à l'exposition au plomb, elle peut affecter le développement du cerveau et du système nerveux central, peut occasionner des problèmes auditifs et cognitifs, tels qu'une diminution du quotient intellectuel et peut entraîner des changements comportementaux, un déficit de l'attention, de l'hyperactivité, de la dépression ou de l'anxiété.⁸² Or, les données comparatives pour ces différentes pathologies n'apparaissent pas dans les données de surveillance présentées jusqu'à maintenant.

Justice environnementale

Nous tenons à rappeler les principes de développement durables du MELCC que nous jugeons pertinents dans le cadre de la Demande de renouvellement de l'autorisation ministérielle de la Fonderie Horne :⁸³

- a) «santé et qualité de vie»: les personnes, la protection de leur santé et l'amélioration de leur qualité de vie sont au centre des préoccupations relatives au développement durable. Les personnes ont droit à une vie saine et productive, en harmonie avec la nature;

⁷⁶ Données de surveillance de l'état de santé de la population Rouyn-Noranda, Comité consultatif de suivi de l'étude de biosurveillance, CISSS de l'Abitibi-Témiscamingue, 11 mai 2022, 18 pages.

⁷⁷ Rapport de l'étude de biosurveillance menée à l'automne 2018 sur l'imprégnation au plomb, au cadmium et à l'arsenic des jeunes enfants du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda, Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue, 2019, 113 pages.

⁷⁸ Heck, Park et al., Risk of leukemia in relation to exposure to ambient air toxics in pregnancy and early childhood, *Int J Hyg Environ Health*. 2014 July ; 217(6): 662–668. doi:10.1016/j.ijheh.2013.12.003.

⁷⁹ Genchi, Carocci et al., 2020, Nickel : Human Health and Environmental Toxicology, *International journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 679.

⁸⁰ WHO, Air Quality Guidelines - Second Edition, Chapter 6.3 Cadmium, 2000, 11 pages.

⁸¹ Alvarez, Gomez et al., Hexavalent chromium: Regulation and health effects, *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, Volume 65, May 2021, 126729

⁸² Rapport de l'étude de biosurveillance menée à l'automne 2018 sur l'imprégnation au plomb, au cadmium et à l'arsenic des jeunes enfants du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda, Direction de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue, 2019, 113 pages.

⁸³ Loi sur le développement durable <https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/D-8.1.1>

- c) «protection de l'environnement»: pour parvenir à un développement durable, la protection de l'environnement doit faire partie intégrante du processus de développement;
- i) «prévention»: en présence d'un risque connu, des actions de prévention, d'atténuation et de correction doivent être mises en place, en priorité à la source;
- j) «précaution»: lorsqu'il y a un risque de dommage grave ou irréversible, l'absence de certitude scientifique complète ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir une dégradation de l'environnement;
- n) «production et consommation responsables»: des changements doivent être apportés dans les modes de production et de consommation en vue de rendre ces dernières plus viables et plus responsables sur les plans social et environnemental, entre autres par l'adoption d'une approche d'écocoefficience, qui évite le gaspillage et qui optimise l'utilisation des ressources;
- o) «pollueur payeur»: les personnes qui génèrent de la pollution ou dont les actions dégradent autrement l'environnement doivent assumer leur part des coûts des mesures de prévention, de réduction et de contrôle des atteintes à la qualité de l'environnement et de la lutte contre celles-ci;
- p) «internalisation des coûts»: la valeur des biens et des services doit refléter l'ensemble des coûts qu'ils occasionnent à la société durant tout leur cycle de vie, de leur conception jusqu'à leur consommation et leur disposition finale.

L'article 19.1 de la Loi sur la qualité de l'environnement du Québec précise que « toute personne a droit à la qualité de l'environnement, à sa protection et à la sauvegarde des espèces vivantes qui y habitent, dans la mesure prévue par la présente loi, les règlements, les ordonnances, les approbations et les autorisations délivrées en vertu de l'un ou l'autre des articles de la présente loi. » Quant à la Charte des droits et libertés de la personne, l'article 46.1 indique que « toute personne a droit, dans la mesure et suivant les normes prévues par la loi, de vivre dans un environnement sain et respectueux de la biodiversité. »

Selon le *Cadre de détermination et d'application des Normes et critères de qualité de l'atmosphère du Québec* du MELCC publiée en 2017, le niveau de risque négligeable pour un contaminant présentant un effet sur la santé humaine peut être interprété de la façon suivante pour des substances cancérigènes sans seuil comme l'arsenic :⁸⁴

Substance sans seuil : pour certaines substances causant un effet majeur (p. ex., certains composés cancérigènes), il est supposé que la probabilité d'occurrence d'un effet augmente à partir de la dose d'exposition « zéro ». Il n'est donc pas possible de déterminer une concentration ne causant pas d'effet. Dans ces cas, le niveau de risque négligeable d'apparition de l'effet est établi à un cas additionnel par million de personnes exposées durant toute une vie.

Afin d'assurer une justice environnementale, les habitants de Rouyn-Noranda ne devraient pas être exposés à des risques unitaires plus élevés que le reste des Québécois. Il est de plus, à notre avis, fallacieux, de transformer un risque unitaire en statistique populationnelle afin de minimiser la perception du risque sanitaire. Ainsi, si la concentration d'une substance toxique pour un risque unitaire de 1 cancer additionnel par 1 000 000 est de 3 ng/m³, il nous apparaît inacceptable de présenter une hausse de 10 fois la concentration du risque d'unitaire (30 ng/m³) pour une population

⁸⁴ MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2017). Normes et critères de qualité de l'atmosphère du Québec : Cadre de détermination et d'application, Québec, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, ISBN : 978-2-550-79483-7 (PDF), 18 p. [En ligne]. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/air/criteres/index.htm>

10 fois moindre (100 000 habitants) comme étant peu significative car elle équivaut à un cancer additionnel dans cette population réduite. En suivant cette logique, une population de 10 000 pourrait être exposée à des concentrations 100 fois plus élevées puisque cela équivaut à un cancer additionnel dans cette population encore plus réduite.

Acceptabilité sociale

Selon le gouvernement du Québec, l'acceptabilité sociale se définit comme : « le résultat d'un jugement collectif, d'une opinion collective, à l'égard d'un projet, d'un plan ou d'une politique. »⁸⁵ Selon une étude dévoilée en juillet 2022, 55 % de la population établie dans le périmètre urbain de Rouyn-Noranda se dit fortement préoccupée par la qualité de l'environnement.⁸⁶ Plusieurs groupes comme le Regroupement Vigilance Mines Abitibi-Témiscamingue (REVIMAT), le comité de médecins de l'Initiative Médicale Pour l'Action Contre la Toxicité Environnementale (IMPACTE), le comité ARET (Arrêt des Rejets et Émissions toxiques) de Rouyn-Noranda et Mères au front demandent que la Fonderie Horne respecte les normes du RAA, notamment la norme de 3 ng/m³ annuelle de l'arsenic.

Analyse économique

L'un des principes du développement durable est d'internaliser les coûts. Or, dans aucun des documents disponibles sur le site du MELCC dans la section Enjeux économiques de la Demande de renouvellement de l'autorisation ministérielle de la Fonderie Horne, il n'est tenu compte du coût des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique générée par les activités de la Fonderie Horne. Cette valeur peut être significative puisque la valeur économique totale des impacts sanitaires liés à la pollution de l'air pour le Québec se chiffre à 30 milliards de dollars par année.⁸⁷

Tel que rapporté précédemment, au prorata de la population du Québec, la valeur estimée des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique actuelle serait d'environ 150 millions de dollars par an à Rouyn-Noranda.⁸⁸ Au prorata des décès prématurés, la valeur estimée des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique actuelle serait d'environ 60 millions de dollars par an à Rouyn-Noranda.⁸⁹ Or, ces coûts sont probablement encore plus élevés car le niveau de pollution par les métaux lourds dans l'atmosphère de Rouyn-Noranda est plus élevé que pour l'ensemble du reste du Québec.

Il nous apparaît important d'évaluer la valeur économique des impacts sanitaires liés à la pollution de l'air de la Fonderie Horne et de les intégrer à l'analyse économique pour établir un portrait plus juste de la situation pour les contribuables québécois. Ceci est d'autant plus important que nous vivons une

⁸⁵ <https://www.quebec.ca/gouvernement/politiques-orientations/acceptabilite-sociale>

⁸⁶ <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1895062/etude-sondage-air-arsenic-rouyn-pollution>

⁸⁷ Les impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada, Estimation de la morbidité et des décès prématurés, Rapport 2021, Santé Canada, Publ. : 200424, 62 pages.

⁸⁸ Santé Canada (2021). *Les impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada, Estimation de la morbidité et des décès prématurés*, Rapport 2021, Publ. : 200424, 62 pages.

⁸⁹ Santé Canada (2021). *Les impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada, Estimation de la morbidité et des décès prématurés*, Rapport 2021, Publ. : 200424, 62 pages.

situation probable d'explosion des coûts de santé, liés notamment au sédentarisme de la population, aux avancées technologiques et pharmacologiques souvent dispendieuses, au vieillissement de la population et aux changements climatiques, dans un contexte actuel de congestion du système de santé et de problèmes d'accessibilité aux soins de santé. De plus, dans un contexte additionnel de pénurie de main d'œuvre, la prospérité d'une région repose souvent sur son pouvoir d'attractivité. Or, un risque sanitaire accru diminue certainement cette attractivité.

Glencore, la compagnie propriétaire de la Fonderie Horne, reconnue coupable de corruption mondiale en 2022,^{90 91 92} a annoncé en août dernier un bénéfice net de 18,9 milliards de dollars US pour le premier semestre et reversera 4,45 milliards de dollars US supplémentaires aux actionnaires sous forme de dividendes et de rachats d'actions.⁹³ Cette compagnie semble donc avoir les moyens financiers pour investir dans la rénovation de la Fonderie Horne afin de colmater les fuites des émissions diffuses (événements, entreposage extérieur des scories chaudes, etc.), celles-ci étant rapportées comme étant la principale source des émissions au point de mesure légal.⁹⁴

⁹⁰ Glencore Reaches Coordinated Resolutions with US, UK and Brazilian Authorities, <https://www.glencore.com/media-and-insights/news/glencore-reaches-coordinated-resolutions-with-us-uk-and-brazilian-authorities>

⁹¹ Devrait-on se méfier de Glencore? Le Soleil, 5 juillet 2022. https://www.lesoleil.com/2022/07/04/devrait-on-se-mefier-de-glencore-f70e8c533a75753d6048183d502858b7?utm_campaign=lesoleil&utm_medium=article_share&utm_source=email

⁹² <https://www.justice.gov/opa/pr/glencore-entered-guilty-pleas-foreign-bribery-and-market-manipulation-schemes#:~:text=Glencore%20International%20A.G.%20%28Glencore%29%20and%20Glencore%20Ltd.%2C%20both,Act%20%28FCPA%29%20and%20a%20commodity%20price%20manipulation%20scheme>.

⁹³ <https://www.straitstimes.com/business/companies-markets/glencore-to-return-6-billion-to-shareholders-as-profit-doubles-to-record>

⁹⁴ https://www.environnement.gouv.qc.ca/ministere/consultation-fonderie-horne/documents//Enjeux%20%C3%A9conomiques/2019-11-20_CRIQ_Compte_rendu_rencontre_Fonderie_Horne.pdf

Recommandations

À la lumière des éléments évoqués ci-haut, l'Association québécoise des médecins pour l'environnement formule les recommandations suivantes.

Exigences dans l'air ambiant pour la Fonderie Horne

A. Norme pour l'arsenic

En raison des considérations suivantes:

- La présence simultanée de plomb atmosphérique et d'autres polluants toxiques est fort susceptible de faire en sorte qu'une concentration de 15 ng/m³ par an ne protège pas les enfants contre les effets neurotoxiques de l'arsenic;
- Il est fort plausible que les émissions toxiques de la Fonderie Horne soient responsables d'une portion significative des écarts de santé défavorables observés dans la population de Rouyn-Noranda (espérance de vie moindre, proportion plus élevée de naissances de faible poids, pourcentage plus élevé de la population atteinte de maladie pulmonaire obstructive chronique et incidence plus élevée du cancer du poumon que la moyenne du Québec);⁹⁵
- Le gouvernement a le devoir moral d'assurer une justice environnementale envers la population de Rouyn-Noranda afin qu'elle ne soit pas exposée à des risques sanitaires unitaires plus élevés que les autres Québécois;
- Le risque unitaire négligeable pour le cancer correspond à une concentration de 3 ng/m³ par an d'arsenic;
- Les cancers du poumon, de la vessie et du rein dus à l'exposition à l'arsenic ont des latences très longues, avec des risques accrus se manifestant 40 ans après la réduction de l'exposition à l'arsenic;⁹⁶

Nous recommandons :

- Une diminution des émissions moyennes d'arsenic de sorte que la concentration dans le quartier Notre-Dame soit ramenée sous une valeur moyenne de 15 ng/m³ dans les douze à dix-huit mois suivant l'avis, et rapidement par la suite sous une valeur moyenne de 3 ng/m³ d'ici 5 ans.
- Un pic d'émissions journalier maximal fixé à 200 ng/m³ d'arsenic au récepteur le plus sensible (station légale).

⁹⁵ Données de surveillance de l'état de santé de la population Rouyn-Noranda, Comité consultatif de suivi de l'étude de biosurveillance, CISSS de l'Abitibi-Témiscamingue, 11 mai 2022, 18 pages.

⁹⁶ Zhou and Xi, A review on arsenic carcinogenesis: Epidemiology, metabolism, genotoxicity and epigenetic changes, Regulatory Toxicology and Pharmacology 99 (2018) 78–88.

B. Normes pour les autres polluants toxiques

En raison de la toxicité de ces composés, nous recommandons que :

- Les normes du RAA soient imposées à la Fonderie Horne pour les polluants atmosphériques suivants :
 - Cadmium: 3.6 ng/m³ par an
 - Mercure: 5 ng/m³ par an
 - Plomb: 100 ng/m³ par an
 - Benzo[a]pyrène: 9 ng/m³ par an
 - Dioxines et furanes: 0.00006 ng/m³ par an
 - NO₂ : 414 µg/m³ par heure, 207 µg/m³ par 24 heures et 103 µg/m³ par an
 - PM_{2.5} : 30 µg/m³ par 24 heures
- Une étude de spéciation du chrome atmosphérique soit faite et que la norme du RAA pour le chrome hexavalent de 4 ng/m³ soit imposée.
- Une étude de spéciation du nickel atmosphérique soit faite, que la norme du RAA pour le nickel soit revue à la baisse et qu'une norme annuelle de nickel de 3 ng/m³ dans les PM¹⁰ soit imposée.

C. Mesure des polluants atmosphériques

Afin de respecter les normes précitées, nous recommandons que :

- Les concentrations d'arsenic, cadmium, mercure, plomb, chrome hexavalent, nickel (dans les PM₁₀), benzo[a]pyrène, dioxines et furanes, NO₂, PM_{2.5}, PM₁₀ soient mesurées dans l'air du quartier Notre-Dame de façon régulière.

D. Transparence

Afin que la population ait à juste titre toute l'information sur les risques sanitaires auxquels elle est exposée, nous recommandons que :

- Les mesures de tous les polluants atmosphériques précités soient disponibles sur le site internet du MELCC.

Décontamination des sols

En raison des effets toxiques potentiels de l'additivité des doses orales et par inhalation, et ce particulièrement pour les enfants, nous recommandons :

- La décontamination de tous les terrains ayant des teneurs en polluants plus élevés que les normes gouvernementales.
- Un suivi régulier des niveaux de polluants dans les sols.

Enfouissement des résidus toxiques

En raison des effets toxiques potentiels de l'enfouissement de résidus toxiques à proximité de la population, nous recommandons :

- La Fonderie Horne déclare les matériaux toxiques éliminés sur son site et respecte toutes les normes gouvernementales en termes d'enfouissement.

Surveillance de l'eau potable

En raison de la présence de plusieurs substances toxiques présentes dans l'environnement et susceptibles de contaminer les sources d'eau potable, nous recommandons :

- Un monitoring régulier de l'eau potable de Rouyn-Noranda pour les substances toxiques précipitées.

Santé de la population

En raison du portrait incomplet des données de surveillance de l'état de santé de la population de Rouyn-Noranda en regard des nombreux effets pathologiques potentiels des différents polluants présents à Rouyn-Noranda, nous recommandons que :

- Les fonds nécessaires, les ressources et les documents d'informations pertinents soient alloués à la santé publique régionale pour établir un portrait complet.
- Un plan de communication soit développé par les instances nationales et régionales de santé publique afin d'informer la population en temps réel (à la fois des décisions et des données), et de veiller à rétablir un climat de confiance au sein de la communauté.

Verdissement urbain

En raison de la capacité de captation des polluants atmosphériques par les arbres, nous recommandons :

- La création d'une ceinture verte autour de la Fonderie Horne;
- L'augmentation de la canopée urbaine pour atteindre un indice de 40%;
- L'augmentation d'espaces verts répartis uniformément dans la trame urbaine pour atteindre un objectif de 12% du territoire urbanisé de Rouyn-Noranda préservé sous forme d'espaces verts arborés.

Développement de l'expertise

En raison des risques sanitaires importants causés par les émissions de la Fonderie Horne, nous recommandons que :

- Le Gouvernement du Québec soutienne l'intervention des experts du CRIC dans le contrôle des rejets de la Fonderie Horne;
- Le Gouvernement du Québec finance et soutienne le développement de l'expertise en contrôle de la pollution de l'air et en caractérisation des impacts sanitaires de celle-ci au sein du réseau universitaire québécois.

Intégration des coûts de la pollution atmosphérique

En raison des coûts sanitaires élevés de la pollution de l'air et de la baisse d'attractivité des régions affectée par une forte pollution atmosphérique, nous recommandons que :

- Le gouvernement du Québec tienne compte des coûts de la pollution de l'air dans toute analyse économique afin d'éviter que des dépenses publiques en santé favorisent les profits privés de compagnies multinationales comme Glencore, la propriétaire de la Fonderie Horne, qui a déclaré un bénéfice net de 18,9 milliards de dollars US pour le premier semestre et reversera 4,45 milliards de dollars US supplémentaires aux actionnaires sous forme de dividendes et de rachats d'actions.⁹⁷

⁹⁷ <https://www.straitstimes.com/business/companies-markets/glencore-to-return-6-billion-to-shareholders-as-profit-doubles-to-record>

Politique nationale de l'air

En raison des considérations suivantes:

- La pollution de l'air cause 4 000 décès prématurés par année au Québec soit plus de décès prématurés que la COVID en 2021;
- Les coûts sanitaires de cette pollution de l'air sont considérables et évalués à 30 milliards de dollars par année;
- La littérature scientifique a démontré au cours des dernières années des effets toxiques à de plus en plus faibles concentrations de polluants atmosphériques de telle sorte que l'OMS a revu à la baisse en 2021 ses lignes directrices pour les principaux polluants dont les PM_{2.5}, les NO_x et l'ozone;
- Aucun plan global de réduction de la pollution atmosphérique à l'échelle du Québec n'existe;
- Plusieurs données sont manquantes quant aux polluants présents, leurs concentrations et leurs impacts sanitaires ;
- Aucun modèle n'est disponible pour prévoir les pics de pollution dans les principales villes et aucun plan n'est disponible pour mettre en place des mesures qui permettraient la prévention des pics prédits par ce modèle;
- Le gouvernement du Québec a le devoir moral de protéger la population québécoise contre les effets toxiques des polluants atmosphériques et d'assurer une justice environnementale parmi celle-ci.

Nous recommandons que :

- Le gouvernement du Québec adopte les nouvelles lignes directrices de l'OMS et se dote d'une Politique nationale de l'air à l'image de la Politique nationale de l'eau.

Conclusion

Les risques sanitaires engendrés par les émissions polluantes de la Fonderie Horne sont inacceptables.

Il est à notre avis fort plausible que les émissions toxiques de cette Fonderie Horne soient responsables d'une portion significative des écarts de santé défavorables observés dans la population de Rouyn-Noranda (espérance de vie moindre, proportion plus élevée de naissances de faible poids, pourcentage plus élevé de la population atteinte de maladie pulmonaire obstructive chronique et incidence plus élevée du cancer du poumon que la moyenne du Québec).⁹⁸

C'est pourquoi nous demandons au gouvernement du Québec d'agir de façon exemplaire pour protéger la santé et la vie de cette population. Il est de son devoir moral de s'assurer que les risques sanitaires de la pollution de l'air soient négligeables pour tous les québécois y compris ceux résidant à Rouyn-Noranda.



Dre Claudel Pétrin-Desrosiers, MD

Médecin de famille

Présidente, Association québécoise des médecins pour l'environnement (AQME)



Dre Johanne Elsener MV MSc C.Q.

Membre, Association québécoise des médecins pour l'environnement (AQME)

⁹⁸ Données de surveillance de l'état de santé de la population Rouyn-Noranda, Comité consultatif de suivi de l'étude de biosurveillance, CISSS de l'Abitibi-Témiscamingue, 11 mai 2022, 18 pages.