

Commentaires sur le rapport du Programme de biosurveillance de l'arsenic à Rouyn-Noranda (RNABP) (Intrinsik, 2026)

Préparé par : Division des études des populations, Bureau de la recherche et de la science en santé environnementale, Direction des sciences de la santé environnementale et de la radioprotection, Direction générale de la sécurité des milieux et de la protection des consommateurs, Santé Canada.

Contexte et aperçu

Santé Canada a examiné l'intégralité du rapport du Programme de biosurveillance de l'arsenic à Rouyn-Noranda (RNABP), préparé par Intrinsik (au nom de Glencore). Le rapport compare les concentrations d'arsenic observées chez les participants de l'étude RNABP à celles de la population canadienne générale à l'aide des résultats de l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé (ECMS). Cette comparaison comporte d'importantes limites qui influencent directement l'interprétation et la robustesse des principales conclusions du rapport.

Des observations préliminaires ont été formulées lors d'une réunion à laquelle Intrinsik avait invité Santé Canada le 11 juin 2026. À ce moment-là, les résultats avaient déjà été rendus publics et seule une quantité limitée de documents avait été fournie à l'avance. À la suite de cette réunion et d'un examen complet du rapport, les commentaires suivants ont été élaborés.

Les commentaires ci-dessous mettent en évidence les principales limites méthodologiques et d'interprétation qui influencent la robustesse des conclusions du rapport. Ils ne constituent pas une évaluation exhaustive réalisée dans le cadre d'un examen par les pairs.

Commentaires généraux:

- Dans l'ensemble, le rapport du RNABP conclut que les concentrations d'arsenic observées chez les résidents de Rouyn-Noranda sont inférieures à celles mesurées dans la population canadienne générale, sur la base de comparaisons avec les cycles 2 (2009–2011) et 6 (2018–2019) de l'ECMS. Toutefois, cette conclusion est très sensible au choix des données de comparaison et ne tient pas compte des données les plus récentes.
- Les résultats du cycle 7 de l'ECMS (2023–2024), diffusés par Santé Canada le 10 juin 2026 par l'intermédiaire du [Tableau de bord canadien de biosurveillance](#), montrent une diminution importante (~30 %) des concentrations d'arsenic dans la population canadienne. Ces données n'étaient pas disponibles au moment de

l'analyse du RNABP et n'ont donc pas pu être intégrées au rapport. Lorsque ces données plus récentes sont prises en compte, les concentrations d'arsenic observées chez les résidents de Rouyn-Noranda sont supérieures aux niveaux mesurés dans la population canadienne actuellement, ce qui modifie l'interprétation des résultats.

- De plus, les comparaisons entre l'étude du RNABP et l'ECMS comportent plusieurs limites importantes qui ne sont pas abordées adéquatement dans le rapport. Celles-ci comprennent notamment des différences dans la conception des études et le recrutement des participants, les consignes données avant l'échantillonnage (p. ex. restrictions alimentaires visant à réduire l'exposition à l'arsenic), les méthodes analytiques utilisées pour mesurer les différentes espèces chimiques de l'arsenic ainsi que les approches statistiques employées. Dans leur ensemble, ces facteurs limitent la comparabilité des résultats et introduisent une incertitude quant aux conclusions tirées.
- Dans leur ensemble, ces considérations suggèrent que la conclusion principale du rapport pourrait ne pas être suffisamment robuste et devrait être interprétée avec prudence.

Commentaires techniques :

Commentaires liés à la principale conclusion du rapport

- Les résultats du cycle 7 (2023–2024) de l'ECMS sont maintenant disponibles et constituent une source de comparaison plus appropriée en raison du rapprochement temporel avec la collecte réalisée auprès des participants de l'étude de Rouyn-Noranda (2025–2026). Une baisse importante des concentrations d'arsenic a été observée au cycle 7 de l'ECMS comparativement aux cycles précédents. Plus précisément, la moyenne géométrique de l'arsenic inorganique a diminué de 31 % entre le cycle 6 et le cycle 7, tandis que la moyenne de l'arsenic total a diminué de 36 % entre le cycle 2 et le cycle 7.
- Si les auteurs avaient utilisé les données du cycle 7, leur principale affirmation comparative aurait dû être reformulée comme suit :
« La moyenne géométrique de l'arsenic inorganique était de 4,28 µg/L à Rouyn-Noranda, comparativement à 3,3 µg As/L à l'échelle nationale. Pour l'arsenic total, la moyenne observée à Rouyn-Noranda était de 7,67 µg/L, comparativement à 5,8 µg As/L à l'échelle nationale. »
 Le sens de la comparaison est donc inversé : les concentrations observées chez les participants de l'étude de Rouyn-Noranda sont supérieures à celles de la

population canadienne générale. Cela a une incidence importante sur les résultats et les conclusions présentés dans le rapport.

Commentaires liés à la présentation des résultats

- Les tableaux de résultats ne suivent pas les meilleures pratiques en matière de présentation des données (toutes les statistiques descriptives sont publiées pour des biomarqueurs dont seulement un ou deux participants présentaient une concentration détectable).
- Les résultats de l'étude de Rouyn-Noranda pour l'arsenic inorganique sont exprimés en µg/L plutôt qu'en µg As/L comme dans l'ECMS. Cette différence pourrait affecter la comparabilité des résultats entre les deux études, puisque, par exemple, les concentrations de DMA exprimées en µg/L versus µg As/L peuvent différer considérablement.
- L'approche utilisée pour l'imputation des valeurs non détectées (échantillons dont la concentration est inférieure à la limite de détection (LD) de la méthode analytique) semble différer entre l'étude de Rouyn-Noranda et l'ECMS. Alors que l'ECMS impute la moitié de la LD (LD/2), l'étude de Rouyn-Noranda semble utiliser une combinaison d'approches, comme l'indiquent le rapport (voir Tableau 3-2 et Section 5.1). Les auteurs reconnaissent d'ailleurs cette limite dans la section 10.

Commentaires liés aux méthodes analytiques

- Les méthodes analytiques utilisées par ALS sont globalement comparables à celles employées dans le programme de biosurveillance du cycle 6 de l'ECMS. Les deux reposent sur la spectrométrie de masse à plasma induit (ICP-MS) pour l'arsenic total et sur la chromatographie liquide couplée à l'ICP-MS (HPLC-ICP-MS) pour la spéciation de l'arsenic, qui constituent les méthodes de référence. L'utilisation d'une cellule de collision/réaction (CRC) par ALS représente une méthode valide pour réduire les interférences spectrales (p. ex. ArCl^+), particulièrement dans les matrices urinaires, bien que des mesures comparables puissent être obtenues grâce à la séparation chromatographique et à l'optimisation instrumentale employées dans l'ECMS.
- La limite de détection rapportée de 1 µg/L pour les espèces de l'arsenic (inorganiques et métabolites méthylés) nécessite des précisions, puisqu'il n'est pas indiqué si les concentrations sont exprimées en µg/L d'arsenic (µg As/L). Étant donné que la spéciation de l'arsenic par HPLC-ICP-MS repose sur une détection

spécifique à l'élément (m/z 75), les concentrations sont généralement exprimées sur une base arsenic ($\mu\text{g As/L}$). Il est donc probable que la LD rapportée de $1 \mu\text{g/L}$ soit en réalité exprimée en $\mu\text{g As/L}$, mais cela devrait être clairement indiqué dans le rapport. Cette distinction est importante pour l'interprétation et la comparabilité avec les données de l'ECMS, qui sont exprimées sur une base arsenic. Pour les espèces méthylées telles que le DMA et le MMA, les différences d'unités pourraient influencer les comparaisons avec les valeurs de référence populationnelles.

- La limite de détection rapportée par ALS semble également relativement plus élevée que celles généralement obtenues dans de grands programmes de biosurveillance comme l'ECMS, ce qui pourrait influencer les fréquences de détection et devrait être pris en considération lors des comparaisons.

Commentaires liés aux consignes de jeûne et d'alimentation

- Les participants de l'étude de Rouyn-Noranda ont reçu l'instruction d'éviter la consommation de produits de la mer (poissons, fruits de mer et algues) ainsi que de riz et de produits dérivés du riz pendant les cinq jours précédant le prélèvement. La plupart des participants de l'ECMS n'ont reçu aucune consigne alimentaire, bien que certains participants appartenant au sous-échantillon à jeun aient été invités à éviter toute consommation alimentaire durant les huit heures précédant le prélèvement. Les concentrations d'arsenic sont généralement plus faibles chez les personnes qui évitent la consommation de poisson ou de riz.

Commentaires liés à l'utilisation des valeurs guides en biosurveillance

- La distinction entre les valeurs guides fondées sur la santé et les valeurs de référence fondées sur la population devrait être clarifiée dans le rapport sommaire destiné au grand public.
- La comparaison des résultats au 95e percentile ($27 \mu\text{g/L}$) correspond à une valeur de référence populationnelle en biosurveillance. Cette mesure sert à repérer les personnes ou sous-populations ayant une exposition relativement plus élevée que la population générale et ne représente pas un seuil fondé sur la santé. Ainsi, des valeurs inférieures à cette référence indiquent simplement que les concentrations se situent dans la plage observée dans la population générale et ne permettent pas de conclure à l'absence de risque pour la santé.
- Les données antérieures de l'ECMS ont montré que le 95e percentile dépassait certaines valeurs guides fondées sur la santé (p. ex. l'Équivalent biologique de biosurveillance (BE) pour les effets non cancérogènes : $6,4 \mu\text{g/L}$), ce qui indique que

des expositions observées dans les plages usuelles de la population peuvent néanmoins justifier une évaluation plus approfondie.

- Les valeurs guides fondées sur la santé (telles que les Équivalents biologiques de biosurveillance ou BE) ne sont pas mentionnées dans le rapport d’Intrinsik. Elles font actuellement l’objet d’une réévaluation à la lumière des plus récentes évaluations du risque et pourraient être considérablement réduites. Bien qu’elles ne soient pas destinées à l’évaluation individuelle, elles sont utilisées à l’échelle populationnelle pour identifier des expositions ou des sources potentielles nécessitant une analyse plus approfondie.
- Le seuil MADDO (~35 µg/L) pour l’arsenic inorganique découle d’un indice biologique d’exposition professionnelle (BEI). Au Québec, ce seuil sert de valeur clinique ou d’intervention. Son origine et son utilisation diffèrent de celles des valeurs guides de biosurveillance destinées à la population générale, et cette distinction devrait être clairement expliquée.
- Il n’existe pas de plage de référence universellement reconnue ni de valeur guide fondée sur la santé pour les concentrations d’arsenic dans les ongles d’orteils. Par conséquent, l’interprétation des données d’arsenic dans les ongles au moyen de la valeur de l’ATSDR (2007) de 1 µg As/g d’ongle comme représentant des « niveaux humains normaux » devrait être faite avec prudence. L’objectif principal de cette analyse devrait plutôt être de caractériser la distribution de l’exposition à l’arsenic au sein de la population étudiée et de déterminer si les expositions semblent élevées en comparaison avec une population de référence appropriée.

Commentaires liés à l’analyse des ongles d’orteils

- De nombreuses études ont démontré que les concentrations d’arsenic dans les ongles d’orteils reflètent l’exposition chronique à l’arsenic environnemental, particulièrement dans les zones touchées par la contamination de l’eau potable ou situées à proximité de sources ponctuelles telles que les installations industrielles ou minières. L’évaluation de l’arsenic dans les ongles d’orteils présente donc un intérêt dans le contexte de la présente étude. Cependant, l’analyse actuelle conclut que les mesures observées reflètent principalement une contamination de surface plutôt que l’arsenic incorporé à l’organisme. Cette conclusion semble reposer sur des différences apparentes dans les profils de distribution de l’arsenic entre les participants de Rouyn-Noranda et une population de référence. Les données de référence citées proviennent de Christensen et coll. (2024), qui portaient sur

seulement 17 volontaires sans exposition chronique connue ni source ponctuelle d'exposition à l'arsenic.

- Plusieurs éléments méritent considération dans l'interprétation de ces résultats :
 - Les comparaisons avec un seul groupe de référence externe fournissent des éléments de preuve limités, particulièrement en raison de la petite taille de l'échantillon et de l'absence de caractérisation détaillée des expositions.
 - Une plus grande variabilité dans la distribution de l'arsenic entre les différentes couches de l'ongle pourrait raisonnablement être attendue dans un contexte d'exposition environnementale plus élevée, comme cela pourrait être le cas à Rouyn-Noranda.
 - Bien qu'une contamination de surface puisse contribuer aux concentrations mesurées dans certaines couches de l'ongle à la suite d'un contact prolongé avec des poussières ou particules contaminées, les données disponibles ne permettent pas de conclure qu'elle constitue le principal déterminant des concentrations observées après le nettoyage préalable des échantillons. Toute contribution de surface est probablement limitée et devrait être interprétée dans le contexte de la relation bien établie entre l'exposition chronique à l'arsenic et les concentrations mesurées dans les ongles.
- Dans le cadre de cette évaluation, il aurait été plus informatif d'inclure une communauté de référence ne présentant aucune source ponctuelle connue d'émissions d'arsenic ni concentration environnementale élevée, et analysée selon les mêmes méthodes. Les comparaisons entre différents secteurs de Rouyn-Noranda ou la seule distance à la Fonderie Horne ne permettent pas nécessairement de caractériser adéquatement les gradients spatiaux d'exposition. Une communauté de référence appropriée aurait fourni une base plus solide pour évaluer si les concentrations observées à Rouyn-Noranda sont élevées par rapport aux niveaux de fond et pour examiner la contribution des sources locales d'émission.

Commentaires liés à l'analyse statistique

- L'étude ne disposait pas de la puissance statistique suffisante et n'était pas adéquatement conçue pour répondre aux questions posées. Les résultats non significatifs devraient être interprétés comme une incapacité à déterminer si les concentrations d'arsenic diffèrent réellement entre les résidents de Rouyn-Noranda, particulièrement ceux du quartier Notre-Dame, et un groupe de référence tel que la population canadienne mesurée dans l'ECMS.

- L'approche analytique soulève plusieurs préoccupations concernant le traitement des mesures répétées et la comparaison aux estimations de l'ECMS. En moyennant les 4 à 5 échantillons urinaires collectés auprès de chaque participant pour produire une seule valeur, l'analyse élimine la variabilité intra-individuelle et ignore la structure répétée qui constitue pourtant un élément fondamental du plan d'étude. Cette simplification peut biaiser les estimations et sous-estimer l'incertitude.
- L'utilisation subséquente d'un test t à un échantillon pour comparer cet échantillon de volontaires aux valeurs de l'ECMS est également problématique. Les estimations de l'ECMS tiennent compte d'un plan d'échantillonnage complexe et de pondérations statistiques, contrairement à l'étude de Rouyn-Noranda. Les deux estimations ne sont donc pas directement comparables. De plus, le test t à un échantillon suppose que la valeur de référence est fixe et connue sans erreur, ce qui n'est pas le cas des estimations de l'ECMS, lesquelles comportent leur propre variabilité d'échantillonnage. Pour ces raisons, cette approche ne permet pas de tirer des inférences valides.
- La taille de l'échantillon est insuffisante pour justifier le niveau de stratification appliqué. Une fois répartis entre plusieurs groupes d'âge et catégories géographiques, plusieurs sous-groupes semblent trop petits pour permettre l'utilisation valide ou interprétable de l'ANOVA de Welch. L'analyse est donc sous-puissante au point où des inférences significatives deviennent difficiles.
- La justification de l'analyse séparée des différentes rondes d'échantillonnage est compréhensible; toutefois, cette approche entraîne la réalisation d'un grand nombre de tests d'hypothèses parallèles. En l'absence d'ajustement pour comparaisons multiples, le risque de faux positifs augmente.
- La nécessité de regrouper ou d'exclure certaines catégories en raison de faibles effectifs complique davantage l'interprétation.
- L'utilisation de modèles à effets mixtes est appropriée pour les mesures répétées; toutefois, plusieurs aspects de la stratégie de modélisation multivariée justifient une certaine prudence. La sélection des variables selon les valeurs de p obtenues dans les analyses univariées ($p < 0,15$) constitue un processus de sélection fondé sur les données qui peut accroître le risque d'erreur de type I, biaiser les coefficients estimés et réduire la stabilité des modèles.

- L'exclusion ou le regroupement de variables en raison de faibles effectifs ou de données manquantes semble avoir été réalisé de manière ad hoc et pourrait introduire un biais supplémentaire dans la sélection des modèles.
- L'exécution de modèles distincts utilisant des tailles d'échantillon différentes (exposition atmosphérique versus zone géographique) complique l'interprétation, puisque ces modèles estiment des quantités différentes et disposent d'une puissance statistique variable.
- Enfin, certains choix de modélisation, tels que l'utilisation exclusive d'intercepts aléatoires, le traitement des variables continues et l'absence d'imputation des données manquantes, gagneraient à être davantage justifiés.