



## CONTRIBUTION DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES À L'EXPOSITION À CERTAINS MÉTAUX

PROJET HORNE 5  
ROUYN-NORANDA, QUÉBEC

*Document confidentiel présenté à*



Madame Hélène Cartier  
Ressources Falco Ltée  
1100, avenue des Canadiens-de-Montréal, bureau 300  
Montréal (Québec) H3B 2S2

3 juin 2021

N/Réf. : RA20-156-2

UN MEMBRE DE LA  
FAMILLE LOGISTEC

**SANEXEN**  
SERVICES ENVIRONNEMENTAUX INC.

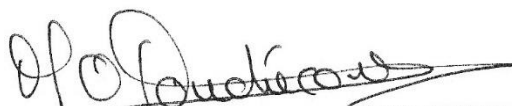
# CONTRIBUTION DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES À L'EXPOSITION À CERTAINS MÉTAUX

PROJET HORNE 5  
ROUYN-NORANDA, QUÉBEC

*Document confidentiel présenté à*

**RESSOURCES FALCO LTÉE**

Préparé par :



Marie-Odile Fouchécourt, Ph.D.  
Directrice adjointe – Analyse de risques  
et Vérification de conformité environnementale

Approuvé par :



Agnès Renoux, Ph.D.  
Directrice – Analyse de risques  
et Vérification de conformité environnementale

Rapport final

3 juin 2021

N/Réf. : RA20-156-2

## ÉQUIPE DE TRAVAIL

|                                               |                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Marie-Odile Fouchécourt, Ph.D.                | Analyse de l'information<br>Estimation des risques<br>Évaluation des risques<br>Rédaction<br>Direction du projet                     |
| Jonathan Lalande, ing., Ph.D.<br>OIQ: 140 720 | Analyse de l'information<br>Traitement des données<br>Modélisations<br>Estimation des risques<br>Évaluation des risques<br>Rédaction |
| Mélyssa Deland, M.Sc.                         | Cartographie                                                                                                                         |
| Agnès Renoux, Ph.D.                           | Contrôle qualité                                                                                                                     |

## Suivi des versions émises du rapport

| Version | Date<br>(aaaa-mm-jj) | Description         |
|---------|----------------------|---------------------|
| 0       | 2020-12-17           | Document de travail |
| 1       | 2021-03-17           | Document de travail |
| 2       | 2021-05-31           | Document de travail |
| 3       | 2021-06-03           | Rapport final       |

## RÉSUMÉ DE L'ÉTUDE

Ressources Falco Ltée (ci-après « Falco ») projette l'exploitation d'un gisement d'or, d'argent, de cuivre et de zinc (ci-après « Projet Horne 5 ») situé sous la fonderie Horne, dans le noyau urbain de Rouyn-Noranda, région administrative de l'Abitibi-Témiscamingue, Québec. Ce projet de mine souterraine, dont la durée de vie prévue est de 15 ans, comporte 2 sites. Le site du complexe minier Horne 5 (CMH5), situé dans la zone industrielle Noranda-Nord, comprendra la mine souterraine ainsi que des infrastructures minières en surface, notamment une usine de traitement du minerai et une usine de remblais en pâte. Le site des installations de gestion des résidus miniers (IGRM), situé à environ 11 km au nord-ouest du CMH5, recueillera les résidus non utilisés pour le remblayage des galeries souterraines du Projet Horne 5.

Dans le cadre des démarches mises en œuvre pour obtenir l'autorisation<sup>1</sup> du Projet Horne 5, une étude d'évaluation des impacts du projet sur l'environnement (ÉIE) a été soumise au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). Une étude sectorielle sur la modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques du Projet Horne 5 a également été produite<sup>2</sup>. Cette étude tient compte du plan de mesures d'atténuation des émissions à l'atmosphère du Projet Horne 5 proposé par Falco et a mis en évidence l'efficacité des mesures à contrôler les émissions. Cependant, comme les normes de qualité de l'atmosphère<sup>3</sup> sont déjà atteintes pour le bruit de fond ambiant de 5 métaux, soit l'arsenic (As), le baryum (Ba), le cuivre (Cu), le nickel (Ni) et le plomb (Pb), dans le noyau urbain de Rouyn-Noranda (secteur du CMH5), cette étude rapporte inévitablement des dépassements pour ces métaux. Pour 2 autres métaux, le cadmium (Cd) et le béryllium (Be), les concentrations initiales retenues pour représenter le bruit de fond s'approchent également des valeurs limites, ce qui rend ces 2 métaux potentiellement préoccupants, même si les normes sont respectées. En complément, Falco souhaitait donc connaître la contribution des émissions atmosphériques du Projet Horne 5 sur le niveau d'exposition de la population à ces métaux dans le noyau urbain de Rouyn-Noranda, ainsi que le risque pour la santé de la population posé par ces seules émissions. Sanexen Services Environnementaux inc. (Sanexen) a été retenue par Falco pour réaliser cette étude qui vise à répondre aux attentes des autorités provinciales et à d'éventuelles préoccupations de la population.

Les objectifs de la présente étude étaient, pour les 7 métaux d'intérêt<sup>4</sup>, de mettre en perspective l'exposition qui pourrait être engendrée par les émissions atmosphériques du Projet Horne 5 durant les activités d'exploitation avec les niveaux auxquels la population est susceptible d'être déjà exposée dans le noyau urbain de Rouyn-Noranda (estimation de la contribution), et de déterminer si ces émissions à elles seules représentent un risque pour la santé de la population. La zone d'étude (10 km x 10 km, centrée sur le parc industriel Noranda-Nord)<sup>5</sup> englobe les résidences, institutions, sites d'activités récréatives et milieux naturels situés aux alentours du site du CMH5.

Pour connaître la contribution des activités du Projet Horne 5 sur l'exposition de la population aux métaux d'intérêt, l'exposition initiale avant implantation du projet, dite « bruit de fond », et l'exposition attribuable spécifiquement aux activités projetées, dite « additionnelle », ont été déterminées. Les niveaux d'exposition ont été estimés en se basant sur la combinaison de multiples hypothèses prudentes et selon les procédures d'estimation de l'exposition de l'INSPQ<sup>6</sup>. Toutes les voies d'exposition pertinentes ont été considérées, incluant la consommation de quantités significatives d'aliments produits localement (végétaux, gibier, poisson). L'exposition additionnelle a été estimée par

1 Procédure provinciale d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement (RLRQ, c. Q-2) Article 31.1.

2 WSP (2021a). Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec. Étude sectorielle sur la modélisation de la dispersion atmosphérique. Révision 2. Rapport No : 151-11330-09-240-RPT-001. Rapport de WSP pour Ressources Falco Ltée.

3 Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA)

4 As, Ba, Be, Cd, Cu, Ni, Pb.

5 Domaine de modélisation défini dans l'étude sectorielle sur la modélisation de la dispersion atmosphérique de l'ÉIE (WSP, 2021a). Cette zone exclut le parc industriel.

6 INSPQ (2012). Lignes directrices pour la réalisation des évaluations du risque toxicologique d'origine environnementale au Québec.

modélisation à partir des concentrations maximales<sup>1</sup> de métaux dans l'air qui pourraient être engendrées dans la zone d'étude durant les activités d'exploitation du Projet Horne 5. L'exposition bruit de fond a quant à elle pu être estimée à partir de teneurs en métaux mesurées localement dans plusieurs milieux environnementaux.

Les niveaux d'exposition (bruit de fond et additionnelle) présentés correspondent à un récepteur fictif (le « récepteur le plus exposé ») qui serait exposé à la combinaison des concentrations les plus élevées de chacun des métaux, dans chacun des milieux environnementaux (air, sol/poussières, eau, aliments d'origine locale) et dont les habitudes de vie seraient identiques à celles décrites dans le scénario d'exposition (exposition aux concentrations définies de façon permanente (24 heures sur 24, 365 jours par année), consommation régulière importante de viande de gibier, de poisson et de fruits/légumes d'origine locale, etc.). Ces niveaux d'exposition sont donc vraisemblablement surestimés par rapport à la réalité.

Pour les 7 métaux évalués (arsenic, baryum, béryllium, cadmium, cuivre, nickel, plomb), les résultats permettent de conclure que les concentrations dans l'air du noyau urbain de Rouyn-Noranda qui pourraient être engendrées par les émissions atmosphériques du Projet Horne 5 durant les activités d'exploitation sont très faibles, et que leur contribution à l'exposition de la population est négligeable. De plus, le risque pour la santé humaine posé par ces émissions additionnelles est négligeable, à court et à long terme.

---

1 Concentrations fournies par WSP (obtenues par modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions, selon la méthodologie du MELCC).

## TABLE DES MATIÈRES

|           |                                                                    |          |
|-----------|--------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1.</b> | <b>INTRODUCTION .....</b>                                          | <b>1</b> |
| 1.1       | Mise en contexte .....                                             | 1        |
| 1.2       | Objectif de l'étude .....                                          | 2        |
| 1.3       | Zone d'étude.....                                                  | 2        |
| 1.4       | Démarche méthodologique.....                                       | 2        |
| 1.5       | Limites d'interprétation de l'étude .....                          | 3        |
| <b>2.</b> | <b>IDENTIFICATION DU DANGER .....</b>                              | <b>5</b> |
| 2.1       | Description sommaire des activités projetées au CMH5.....          | 5        |
| 2.2       | Identification des sources d'émissions atmosphériques.....         | 5        |
| 2.3       | Caractérisation toxicologique des métaux d'intérêt .....           | 5        |
| <b>3.</b> | <b>CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION .....</b>                       | <b>8</b> |
| 3.1       | Aperçu de l'approche méthodologique.....                           | 8        |
| 3.2       | Caractérisation des récepteurs.....                                | 9        |
| 3.2.1     | Fréquentation et usage de la zone d'étude .....                    | 9        |
| 3.2.2     | Identification des récepteurs .....                                | 10       |
| 3.2.3     | Scénario d'exposition .....                                        | 11       |
| 3.3       | Modélisations .....                                                | 12       |
| 3.3.1     | Modélisation des concentrations additionnelles dans l'air.....     | 12       |
| 3.3.2     | Modélisation des concentrations multimédia .....                   | 13       |
| 3.4       | Détermination des teneurs attribuables au Projet Horne 5.....      | 14       |
| 3.4.1     | Air ambiant.....                                                   | 14       |
| 3.4.2     | Sols .....                                                         | 14       |
| 3.4.3     | Eau.....                                                           | 15       |
| 3.4.4     | Air intérieur et poussières intérieures .....                      | 15       |
| 3.4.5     | Aliments d'origine locale.....                                     | 15       |
| 3.5       | Détermination des teneurs de fond et de l'apport alimentaire ..... | 16       |
| 3.5.1     | Air ambiant.....                                                   | 17       |
| 3.5.2     | Sols .....                                                         | 18       |
| 3.5.3     | Eau.....                                                           | 19       |
| 3.5.4     | Air intérieur et poussières intérieures .....                      | 20       |
| 3.5.5     | Aliments d'origine locale.....                                     | 20       |
| 3.5.6     | Apports <i>via</i> l'alimentation générale (bruit de fond) .....   | 20       |
| 3.6       | Doses d'exposition estimées .....                                  | 21       |

## TABLE DES MATIÈRES (suite)

|           |                                                                                  |           |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4.</b> | <b>ANALYSE DE L'INCERTITUDE .....</b>                                            | <b>22</b> |
| 4.1       | Substances à l'étude.....                                                        | 22        |
| 4.2       | Valeurs toxicologiques de référence .....                                        | 22        |
| 4.3       | Récepteurs et scénario d'exposition .....                                        | 23        |
| 4.4       | Exposition additionnelle .....                                                   | 23        |
| 4.4.1     | Concentrations additionnelles dans l'air .....                                   | 23        |
| 4.4.2     | Concentrations additionnelles dans les sols et les poussières intérieures .....  | 25        |
| 4.4.3     | Concentrations additionnelles dans l'eau .....                                   | 26        |
| 4.4.4     | Concentrations additionnelles dans les aliments d'origine locale .....           | 26        |
| 4.5       | Exposition bruit de fond .....                                                   | 26        |
| 4.5.1     | Teneurs de fond dans l'air.....                                                  | 26        |
| 4.5.2     | Teneurs de fond dans les sols et les poussières intérieures .....                | 28        |
| 4.5.3     | Teneurs de fond dans l'eau .....                                                 | 29        |
| 4.5.4     | Teneurs de fond dans les aliments d'origine locale .....                         | 29        |
| 4.5.5     | Apports alimentaires de la population en général .....                           | 32        |
| 4.6       | Conclusion sur l'incertitude.....                                                | 32        |
| <b>5.</b> | <b>CONTRIBUTION DU PROJET À L'EXPOSITION ET RISQUES ASSOCIÉS .....</b>           | <b>33</b> |
| 5.1       | Contribution du Projet Horne 5 à l'exposition.....                               | 33        |
| 5.2       | Risques à la santé associés aux émissions atmosphériques du Projet Horne 5 ..... | 34        |
| 5.2.1     | Approche méthodologique .....                                                    | 34        |
| 5.2.2     | Niveaux de risque estimés .....                                                  | 35        |
| <b>6.</b> | <b>CONCLUSION .....</b>                                                          | <b>36</b> |
| <b>7.</b> | <b>RÉFÉRENCES .....</b>                                                          | <b>37</b> |

## LISTE DES TABLEAUX

|                   |                                                                                                                                                                                          |    |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>TABLEAU 1</b>  | Effets potentiels sur la santé associés à l'exposition aux substances d'intérêt.....                                                                                                     | 40 |
| <b>TABLEAU 2</b>  | Valeurs toxicologiques de référence retenues pour une exposition aiguë par inhalation.....                                                                                               | 41 |
| <b>TABLEAU 3</b>  | Valeurs toxicologiques de référence retenues pour une exposition chronique (c. VTR) .....                                                                                                | 42 |
| <b>TABLEAU 4</b>  | Valeurs toxicologiques de référence retenues pour évaluer le risque additionnel de cancer .....                                                                                          | 43 |
| <b>TABLEAU 5</b>  | Voies d'exposition considérées.....                                                                                                                                                      | 44 |
| <b>TABLEAU 6</b>  | Catégories de récepteurs sélectionnées pour chaque durée d'exposition.....                                                                                                               | 45 |
| <b>TABLEAU 7</b>  | Processus de transfert multimédia des métaux utilisés pour estimer les teneurs de fond et/ou les concentrations additionnelles dans les milieux environnementaux d'intérêt .....         | 46 |
| <b>TABLEAU 8</b>  | Concentrations additionnelles ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) modélisées dans l'air ambiant pour estimation de l'exposition aiguë par inhalation.....                                       | 47 |
| <b>TABLEAU 9</b>  | Concentrations additionnelles ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) modélisées dans l'air ambiant pour estimation de l'exposition chronique.....                                                  | 48 |
| <b>TABLEAU 10</b> | Concentrations additionnelles modélisées dans l'air intérieur et les poussières intérieures pour estimation de l'exposition chronique .....                                              | 49 |
| <b>TABLEAU 11</b> | Concentrations (mg/kg-frais) additionnelles modélisées dans les aliments d'origine locale pour estimation de l'exposition chronique .....                                                | 50 |
| <b>TABLEAU 12</b> | Teneurs de fond ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dans l'air ambiant.....                                                                                                                     | 51 |
| <b>TABLEAU 13</b> | Teneurs de fond (mg/kg) dans les sols retenues au récepteur pertinent le plus exposé.....                                                                                                | 52 |
| <b>TABLEAU 14</b> | Teneurs de fond (mg/kg) dans les sols retenues pour estimer les concentrations dans le gibier....                                                                                        | 53 |
| <b>TABLEAU 15</b> | Teneurs de fond (mg/L) estimées dans l'eau potable et l'eau de surface.....                                                                                                              | 54 |
| <b>TABLEAU 16</b> | Teneurs de fond (modélisées) dans l'air intérieur et les poussières intérieures.....                                                                                                     | 55 |
| <b>TABLEAU 17</b> | Teneurs de fond (mg/kg-frais) estimées ou modélisées dans les aliments d'origine locale .....                                                                                            | 56 |
| <b>TABLEAU 18</b> | Intervalles des doses (mg/kg-pc par jour) d'exposition chronique estimées .....                                                                                                          | 57 |
| <b>TABLEAU 19</b> | Doses (mg/kg-pc par jour) additionnelles estimées pour une exposition chronique par voies multiples.....                                                                                 | 58 |
| <b>TABLEAU 20</b> | Niveaux moyens d'exposition additionnelle à vie estimées pour les métaux cancérogènes ou probablement cancérogènes chez l'humain.....                                                    | 59 |
| <b>TABLEAU 21</b> | Contribution (%) des émissions atmosphériques du Projet Horne 5 au récepteur le plus exposé ..                                                                                           | 60 |
| <b>TABLEAU 22</b> | Contribution (%) des émissions atmosphériques du Projet Horne 5 lorsque les teneurs de fond dans l'air sont équivalentes aux normes de qualité de l'atmosphère en vigueur au Québec..... | 61 |
| <b>TABLEAU 23</b> | Indices de risque maximaux pour l'exposition additionnelle .....                                                                                                                         | 62 |
| <b>TABLEAU 24</b> | Risque additionnel de cancer estimé pour une exposition durant toute la durée du Projet .....                                                                                            | 63 |



## LISTE DES FIGURES

|                 |                                                             |    |
|-----------------|-------------------------------------------------------------|----|
| <b>FIGURE 1</b> | Limites de la zone d'étude .....                            | 65 |
| <b>FIGURE 2</b> | Localisation des récepteurs.....                            | 66 |
| <b>FIGURE 3</b> | Stations de mesure de la qualité de l'air considérées ..... | 67 |

## LISTE DES ANNEXES

|                 |                                                                                                                                                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ANNEXE A</b> | Figures tirées de l'ÉIE (WSP)                                                                                                                                       |
| <b>ANNEXE B</b> | Conditions générales et limitations de l'étude                                                                                                                      |
| <b>ANNEXE C</b> | Information relative aux données toxicologiques                                                                                                                     |
| <b>ANNEXE D</b> | Description et localisation précise des récepteurs                                                                                                                  |
| <b>ANNEXE E</b> | Paramètres et équations utilisés pour estimer les niveaux d'exposition des récepteurs aux métaux                                                                    |
| <b>ANNEXE F</b> | Modélisation des transferts de métaux dans les médias environnementaux d'intérêt: équations, paramètres, et concentrations modélisées                               |
| <b>ANNEXE G</b> | Résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions (WSP) : concentrations additionnelles dans l'air ambiant et taux de dépôts atmosphériques |
| <b>ANNEXE H</b> | Données locales (concentrations de métaux existantes) utilisées pour estimer les teneurs de fond dans la zone d'étude                                               |
| <b>ANNEXE I</b> | Apports alimentaires en métaux pour la population générale                                                                                                          |
| <b>ANNEXE J</b> | Détail des doses de métaux estimées pour chacune des voies d'exposition                                                                                             |

## LISTE DES ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

|                        |                                                                                |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| <b>µg</b>              | Microgramme (1 µg = 0,000001 g)                                                |
| <b>µg/kg-pc</b>        | Microgramme par kg de poids corporel                                           |
| <b>µm</b>              | Micromètre (1 µm = 0,000001 m)                                                 |
| <b>mg</b>              | Milligramme (1 mg = 0.001 g)                                                   |
| <b>mg/kg-pc</b>        | Milligramme par kg de poids corporel                                           |
| <b>ATSDR</b>           | <i>Agency for Toxic Substances and Disease Registry</i> (États-Unis)           |
| <b>As</b>              | Arsenic                                                                        |
| <b>Ba</b>              | Baryum                                                                         |
| <b>Be</b>              | Béryllium                                                                      |
| <b>Cal/EPA</b>         | Agence de protection de l'environnement de la Californie                       |
| <b>CCME</b>            | Conseil canadien des ministres en environnement                                |
| <b>Cd</b>              | Cadmium                                                                        |
| <b>CIRC</b>            | Centre international de Recherche sur le Cancer (IARC en anglais)              |
| <b>CMH5</b>            | Complexe minier Horne 5                                                        |
| <b>Cu</b>              | Cuivre                                                                         |
| <b>DPSu-AT</b>         | Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue                         |
| <b>ÉIE</b>             | Évaluation des impacts sur l'environnement                                     |
| <b>IARC</b>            | <i>International Agency for Research on Cancer</i> (CIRC en français)          |
| <b>IGRM</b>            | Installations de gestion des résidus miniers                                   |
| <b>INSPQ</b>           | Institut national de santé publique du Québec                                  |
| <b>JECFA</b>           | <i>Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives</i>                        |
| <b>MELCC</b>           | Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques |
| <b>Mt</b>              | Million de tonnes                                                              |
| <b>Ni</b>              | Nickel                                                                         |
| <b>Pb</b>              | Plomb                                                                          |
| <b>PM<sub>10</sub></b> | Particules aéroportées inhalables (diamètre de 10 µm ou moins)                 |
| <b>PST</b>             | Particules totales en suspension dans l'air                                    |
| <b>QND</b>             | Quartier Notre-Dame (Rouyn-Noranda)                                            |
| <b>RAA</b>             | Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (Québec)                        |

## LISTE DES ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES (suite)

|                 |                                             |
|-----------------|---------------------------------------------|
| <b>U.S. EPA</b> | U.S. <i>Environmental Protection Agency</i> |
| <b>VTR</b>      | Valeur toxicologique de référence           |
| <b>WSP</b>      | WSP Canada inc.                             |

## 1. INTRODUCTION

### 1.1 Mise en contexte

Ressources Falco Ltée (ci-après « Falco ») projette l'exploitation d'un gisement d'or, d'argent, de cuivre et de zinc (ci-après « Projet Horne 5 ») situé sous la fonderie Horne, dans le parc industriel Noranda-Nord situé dans le noyau urbain de Rouyn-Noranda, région administrative de l'Abitibi-Témiscamingue, Québec. Il s'agit d'un projet de mine souterraine, dont la durée de vie prévue est de 15 ans. Ce projet comporte deux sites : le complexe minier Horne 5 (CMH5) et le site des installations de gestion des résidus miniers (IGRM), situé à environ 11 km au nord-ouest du CMH5. Le CMH5 comprendra la mine souterraine ainsi que des infrastructures minières en surface, notamment une usine de traitement du minerai et une usine de remblais en pâte. Une partie des résidus sera utilisée pour le remblayage des galeries souterraines du Projet Horne 5 et le restant sera entreposé en surface, au site des IGRM. Les deux sites seront reliés par un système de conduites permettant le transport des résidus et des eaux de procédé (WSP, 2017a). La localisation régionale et l'emplacement des composantes du Projet Horne 5 sont présentés à l'annexe A<sup>1</sup>.

Pour être autorisé, le Projet Horne 5 est assujéti à la procédure provinciale d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement en vertu de la LQE<sup>2</sup>. Dans ce contexte, une étude d'évaluation des impacts du Projet Horne 5 sur l'environnement (ÉIE) a été préparée (par la firme WSP Canada Inc., ci-après « WSP ») et soumise au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). Une étude sectorielle sur la modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques du Projet Horne 5 a également été produite (WSP, 2021a). Cette étude tient compte du plan de mesures d'atténuation des émissions à l'atmosphère du Projet Horne 5 proposé par Falco et a mis en évidence l'efficacité des mesures à contrôler les émissions. Cependant, dans le noyau urbain de Rouyn-Noranda, les normes de qualité de l'atmosphère<sup>3</sup> sont déjà atteintes pour le bruit de fond<sup>4</sup> ambiant de 5 métaux, soit l'arsenic (As), le baryum (Ba), le cuivre (Cu), le nickel (Ni) et le plomb (Pb). De ce fait, cette étude rapporte inévitablement des dépassements pour ces métaux. Pour 2 autres métaux, le cadmium (Cd) et le béryllium (Be), les concentrations initiales retenues pour représenter le bruit de fond s'approchent également des valeurs limites, ce qui rend ces 2 métaux potentiellement préoccupants, même si les normes sont respectées. Compte tenu de ce qui précède et afin de répondre aux préoccupations des autorités provinciales, Falco souhaitait connaître la contribution des émissions atmosphériques du Projet Horne 5 sur le niveau d'exposition de la population à ces métaux dans le noyau urbain de Rouyn-Noranda, ainsi que le risque pour la santé de la population posé par ces seules émissions.

Sanexen Services Environnementaux inc. (Sanexen) a été retenue par Falco pour réaliser cette étude, qui vise notamment à répondre aux attentes des autorités provinciales et à d'éventuelles préoccupations de la population.

1 Cartes 2-1 « Localisation du projet » et 2-2 « Emplacement des composantes du projet » tirées de l'ÉIE (WSP, 2017a) .

2 Loi sur la qualité de l'environnement (RLRQ, c. Q-2) Article 31.1.

3 Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA).

4 Concentrations initiales retenues dans l'étude de modélisation pour le « secteur sud du CMH5 », incluant le quartier Notre-Dame, et/ou pour le « secteur nord du CMH5 » (WSP, 2021a). Pour le Ni, les concentrations mesurées (sous forme de particules en suspension totales) ne sont toutefois pas directement comparables à la norme (qui correspond au Ni sous forme de PM<sub>10</sub>, lesquelles représentent une fraction des particules en suspension totales).

## 1.2 Objectif de l'étude

Les objectifs de la présente étude étaient, pour les 7 métaux d'intérêt<sup>1</sup>, d'estimer l'exposition maximale qui pourrait être engendrée par les émissions atmosphériques du Projet Horne 5 durant les activités d'exploitation, de la mettre en perspective avec les niveaux auxquels la population est susceptible d'être déjà exposée dans le noyau urbain de Rouyn-Noranda (estimation de la contribution), et de déterminer si ces émissions à elles seules représentent un risque pour la santé de la population.

## 1.3 Zone d'étude

La zone d'étude, illustrée à la figure 1, englobe les éléments du milieu récepteur les plus susceptibles d'être affectés par les émissions atmosphériques qui pourraient être engendrées par le Projet Horne 5 au site du CMH5, c.-à-d. les résidences, institutions, sites d'activités récréatives et milieux naturels situés aux alentours. Elle correspond au domaine de modélisation défini dans l'étude sectorielle sur la modélisation de la dispersion atmosphérique de l'ÉIE (WSP, 2021a). Plus précisément, il s'agit d'une zone de 10 km x 10 km centrée sur le parc industriel Rouyn-Noranda tout en l'excluant<sup>2</sup>.

## 1.4 Démarche méthodologique

Pour connaître la contribution des activités du Projet Horne 5 sur l'exposition de la population aux métaux d'intérêt, l'exposition initiale avant implantation du projet, dite « bruit de fond », et l'exposition attribuable spécifiquement aux activités projetées, dite « additionnelle », doivent être déterminées. Comme les métaux sont omniprésents dans l'environnement, les milieux environnementaux, incluant les aliments, et toutes les voies d'exposition (ingestion, inhalation et contact cutané) ont été considérés. Les concentrations (teneurs) additionnelles de métaux dans les milieux environnementaux ne pouvant pas être mesurées (puisque le Projet Horne 5 n'est pas implanté), elles ont été estimées par modélisation, à partir des concentrations maximales de métaux dans l'air qui pourraient être engendrées durant les activités d'exploitation. La plupart des teneurs de fond ont quant à elles pu être déterminées à partir de données locales (concentrations mesurées aux alentours du CMH5).

La présente étude a été réalisée selon une approche déterministe<sup>3</sup>, en suivant les procédures relatives à l'estimation de l'exposition et à la caractérisation de la toxicité des substances décrites dans les lignes directrices<sup>4</sup> de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). Les valeurs des paramètres d'exposition utilisées ne représentent ni une exposition moyenne ni un « pire scénario », mais se situent quelque part entre les deux, ce qui permet de représenter un individu (récepteur) de la population la plus susceptible d'être exposée. Cette étude est notamment basée sur les concentrations additionnelles maximales dans l'air qui pourraient être engendrées durant l'exploitation du Projet Horne 5, qui ont été estimées selon la méthodologie en vigueur au Québec<sup>5</sup>, et sur des hypothèses prudentes visant à estimer l'exposition additionnelle maximale et à détecter tout risque potentiel qui pourrait en découler.

1 As, Ba, Be, Cd, Cu, Ni, Pb.

2 La zone d'exclusion correspond à la limite d'application des Normes et critères indiquée dans l'étude de modélisation (Carte B-1-2 de WSP (2021a)).

3 Approche selon laquelle une seule valeur est employée pour définir chaque paramètre d'exposition.

4 INSPQ (2012). Lignes directrices pour la réalisation des évaluations du risque toxicologique d'origine environnementale au Québec.

5 Concentrations dans l'air fournies par WSP.

Les niveaux d'exposition (bruit de fond et additionnels) présentés correspondent à un récepteur fictif (le « récepteur le plus exposé ») qui serait exposé à la combinaison des concentrations les plus élevées de chacun des métaux, dans chacun des milieux environnementaux (air, sol/poussières, eau, aliments d'origine locale) et dont les habitudes de vie seraient identiques à celles décrites dans le scénario d'exposition (exposition aux concentrations définies de façon permanente (24 heures sur 24, 365 jours par année), consommation régulière importante de viande de gibier, de poisson et de fruits/légumes d'origine locale, etc.). Ces niveaux d'exposition sont donc vraisemblablement surestimés par rapport à la réalité.

L'approche méthodologique utilisée pour estimer l'exposition est davantage détaillée à la section 3.

### 1.5 Limites d'interprétation de l'étude

La présente étude porte sur l'exposition additionnelle de la population à 7 métaux<sup>1</sup> qui pourrait être engendrée par les émissions atmosphériques du Projet Horne 5 au CMH5 et sur les risques à la santé humaine qui pourraient y être associés. Les niveaux d'exposition potentielle de la population ont été estimés à partir des concentrations maximales de métaux dans l'air qui pourraient être engendrées au CMH5 par le Projet Horne 5 durant l'exploitation, et à partir des concentrations existantes dans l'environnement (estimation prudente de l'exposition dite bruit de fond).

La présente étude porte uniquement sur les émissions atmosphériques de ces 7 métaux par les activités d'exploitation du Projet Horne 5 au CMH5; elle exclut toute considération d'autres substances et/ou d'autres rejets dans l'environnement (ex. : effluents aqueux). Les activités au site des IGRM ainsi que les activités de construction et de fermeture sont également exclues de la présente étude<sup>2</sup>. L'utilisation du minerai produit ne fait pas partie du projet évalué dans l'ÉE, et les émissions qui pourraient découler d'une utilisation locale n'ont donc pas pu être considérées.

Comme dans toute évaluation, il n'est pas toujours possible de déterminer avec précision les concentrations dans l'environnement auxquelles une population potentiellement affectée par une activité industrielle pourrait être réellement exposée. La présente étude est basée sur la meilleure information disponible, ce qui inclut des données mesurées localement, lorsque disponibles (concentrations existantes de métaux mesurées dans l'air et dans les milieux terrestre et aquatique de la zone d'étude), et des concentrations modélisées selon des approches méthodologiques reconnues (ex. : concentrations dans l'air modélisées (par WSP) en s'appuyant sur la méthodologie du MELCC). Les incertitudes qui demeurent sont présentées et discutées à la section 4. Compte tenu de la prudence de l'approche et des hypothèses utilisées, les niveaux d'exposition calculés pourraient être surestimés par rapport à la réalité.

Les concentrations de métaux dans le sol et les milieux aquatiques qui pourraient découler des activités projetées (retombées atmosphériques des métaux associés aux particules) peuvent difficilement être estimées. En effet, les concentrations de métaux accumulées dans le sol, l'eau de surface ou les sédiments ne sauraient être prédites de façon satisfaisante à partir des taux de retombées car, une fois que les métaux sont déposés au sol ou sur un plan d'eau, leur devenir est difficilement prévisible (dépend de nombreux processus tels que remise en suspension dans l'air par l'érosion éolienne; ruissellement vers les plans d'eau environnants; infiltration vers le sol plus en profondeur et/ou vers l'eau souterraine pour le sol; partition entre la phase aqueuse et solide, sédimentation/resuspension, variations en fonction du régime

1 As, Ba, Be, Cd, Cu, Ni, Pb.

2 Les concentrations de métaux qui pourraient être engendrées dans l'air ont été modélisées pour la phase d'exploitation uniquement (sur les 2 sites). Pour tous les métaux, les concentrations dans l'air modélisées aux alentours du site des IGRM demeurent en deçà des normes en vigueur (résultats de l'étude de modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions (WSP, 2021a)).

hydrologique pour les milieux aquatiques). Considérant ce qui précède, les concentrations additionnelles dans les sols, l'eau et les sédiments qui pourraient découler des activités projetées ont été considérées nulles. Néanmoins, il a été vérifié que la potentielle accumulation à long terme de métaux dans les sols et l'eau de surface ne modifiait pas les conclusions de l'étude.

La présente étude a été réalisée en utilisant les hypothèses prudentes recommandées par l'INSPQ pour estimer l'exposition des individus. Les conclusions sont valides dans la mesure où les hypothèses retenues sont représentatives de la réalité ou conduisent à une surestimation des concentrations de métaux qui pourraient être émises par le Projet Horne 5 dans l'environnement.

La présente étude a été réalisée selon les procédures d'estimation de l'exposition et de caractérisation de la toxicité des substances décrites dans les lignes directrices de l'INSPQ (2012). Cependant, comme les risques posés par l'exposition totale (découlant du Projet Horne 5 et de l'exposition existante) n'ont été ni estimés ni évalués, cette étude n'est pas une évaluation des risques toxicologiques telle que décrite dans ces lignes directrices.

Les conditions générales et limitations de l'étude sont fournies à l'annexe B.



## 2. IDENTIFICATION DU DANGER

### 2.1 Description sommaire des activités projetées au CMH5

La présente étude porte sur les émissions qui pourraient être engendrées durant la phase d'exploitation du Projet Horne 5 au site du CMH5, d'une durée prévue de 15 ans. Les activités d'exploitation projetées au CMH5 ont été décrites par WSP (2021a). Brièvement, le minerai concassé sous terre sera hissé à la surface, déchargé par un convoyeur sur une pile à minerai couverte, puis acheminé à l'usine de traitement. Durant les premières semaines d'exploitation, l'usine sera alimentée par du minerai extrait lors de la phase de préproduction et entreposé temporairement en surface (halde de minerai temporaire)<sup>1</sup>. Les résidus générés par l'usine seront utilisés dans la fabrication d'un remblai en pâte pour remplir et consolider les galeries et chantiers souterrains désaffectés de la mine Horne 5. Les excédents seront entreposés sous terre pendant les 2 premières années de production et au site des IGRM par la suite. Durant toute la phase d'exploitation, le système de ventilation permanent de la mine souterraine sera en fonction<sup>2</sup>.

### 2.2 Identification des sources d'émissions atmosphériques

L'identification et la description des principales sources d'émissions atmosphériques du Projet Horne 5 ont été présentées dans l'étude de modélisation de la dispersion atmosphérique (WSP, 2021a). Les émissions retenues par WSP pour modéliser les concentrations de métaux dans l'air engendrées au site du CMH5 (phase d'exploitation) sont les suivantes :

- Émissions canalisées issues de la ventilation de la mine souterraine (sautage et manipulation du minerai) et de l'usine de traitement de minerai (dépoussiéreurs);
- Émissions surfaciques découlant de l'érosion éolienne de la halde de minerai temporaire (présente sur le site pour une durée de quelques semaines au début de la période d'exploitation), lorsque la superficie maximale de la halde est atteinte;
- Émissions fugitives découlant du routage sur le site (routes non pavées).

### 2.3 Caractérisation toxicologique des métaux d'intérêt

La toxicité d'une substance est déterminée par plusieurs facteurs, incluant sa toxicité intrinsèque (son « pouvoir » toxique), le niveau, la durée et la fréquence de l'exposition, la ou les voie(s) d'exposition et la sensibilité de chaque individu envers cette substance. La caractérisation toxicologique consiste à identifier les effets nocifs possibles sur la santé qui pourraient être induits par l'exposition à une substance donnée (toxicité intrinsèque) puis à identifier les valeurs toxicologiques de référence (VTR) les plus appropriées pour estimer quantitativement le risque pour une voie et une durée d'exposition données.

Les effets nocifs des métaux à l'étude rapportés dans la littérature scientifique ont été résumés au tableau 1. Les effets possibles sur la santé indiqués dans ce tableau correspondent à des effets observés chez des animaux de laboratoire et/ou des humains exposés à court, moyen et/ou long terme, à des niveaux qui peuvent être beaucoup plus élevés que ceux rencontrés dans un contexte environnemental.

1 Halde temporaire non couverte, d'une capacité d'environ 0,15 Mt.

2 Débit maximal de 800 000 pi<sup>3</sup>/min.

Les VTR sont des indicateurs qui définissent la toxicité des substances et qui permettent d'estimer s'il est probable ou non qu'un niveau d'exposition donné conduise à un risque significatif pour la santé. Différentes institutions gouvernementales ou paragouvernementales proposent des VTR et, bien que les méthodes utilisées par ces diverses institutions pour l'établissement de ces valeurs puissent varier, elles sont toutes basées sur des approches similaires. Les VTR sont établies à partir des résultats d'études expérimentales<sup>1</sup> ou épidémiologiques<sup>2</sup> et peuvent être de 2 types :

- Pour estimer les effets « avec seuil »<sup>3</sup>, les VTR correspondent à un niveau d'exposition jugé sécuritaire et sont exprimées sous forme de concentration (VTR par inhalation en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ou de dose (VTR par ingestion en  $\text{mg}/\text{kg}\cdot\text{pc}$  par jour). Elles sont généralement obtenues en divisant le seuil sans effet par un facteur de sécurité visant à protéger les populations les plus sensibles et permettant de tenir compte des incertitudes associées à leur dérivation. Comme les effets toxiques d'une substance sont généralement d'autant plus marqués que l'exposition est longue, ces VTR sont définies en fonction de la durée d'exposition (ex. : exposition aiguë<sup>4</sup> ou chronique<sup>5</sup>);
- Pour les effets « sans seuil »<sup>6</sup>, les VTR sont exprimées sous forme de coefficients et permettent d'estimer le risque en termes de probabilité (ex. : risque additionnel de cancer). Ces valeurs correspondent au niveau de risque associé à 1 unité de concentration (risque unitaire, en  $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ ) ou de dose d'exposition (coefficient de cancérogénicité, en  $(\text{mg}/\text{kg}\cdot\text{pc par jour})^{-1}$ ). Ces valeurs sont généralement utilisées pour estimer le risque posé par une exposition moyenne cumulée pendant la durée de vie. Le niveau de risque obtenu est ensuite évalué par rapport au niveau de risque jugé négligeable défini par les instances de santé publique.

Dans le cadre de la présente étude, il convenait d'évaluer les risques correspondant à des expositions de différentes durées du fait des variations temporelles des concentrations estimées dans l'air ambiant (ex. : concentration maximale sur 1 heure > concentration maximale sur 24 heures > concentration moyenne annuelle). Des VTR correspondant à différentes durées d'exposition ont donc été identifiées.

Les VTR utilisées dans la présente étude ont été sélectionnées conformément aux lignes directrices de l'INSPQ (2012) à partir des valeurs proposées par des institutions reconnues<sup>7</sup> et en tenant compte de la qualité et de la pertinence des études de base, de la rigueur scientifique lors des étapes de calcul d'extrapolation ou de modélisation, et de la date de mise à jour de la valeur. Les valeurs retenues correspondent généralement aux valeurs les plus sévères parmi celles disponibles. Des VTR correspondant à au moins une voie d'exposition<sup>8</sup> et une durée d'exposition<sup>9</sup> ont ainsi pu être sélectionnées pour chaque métal. Toutefois, peu de valeurs étant disponibles pour estimer les risques posés par une exposition aiguë aux métaux (ce qui s'explique par le fait que la plupart des métaux ne présentent pas de toxicité particulière à court terme), quelques valeurs de référence provisoires<sup>10</sup> ont été retenues à des fins de dépistage (davantage d'information concernant les VTR provisoires est fournie à l'annexe C).

1 Études toxicologiques chez l'animal ou l'humain.

2 Études au sein d'une population humaine.

3 C.-à-d. lorsque, pour induire un effet nocif, un certain niveau d'exposition (seuil) doit être dépassé.

4 De courte durée (ex. : sur 1 heure, 8 heures, ou 1 à 14 jours).

5 Sur une période d'une année ou plus, en supposant une exposition permanente (24 h/24, 365 jours/an).

6 Principalement le cancer, car la plupart des substances cancérogènes sont considérées comme des substances posant un risque toxique à toute dose non nulle.

7 Santé Canada, Organisation mondiale de la santé (OMS), *United States Environmental Protection Agency* (U.S. EPA), notamment sa base de données *Integrated Risk Information System* (IRIS), *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (ATSDR), *California Environmental Protection Agency* (Cal/EPA), et *National Institute of Public Health and the Environment* des Pays-Bas (RIVM).

8 Ingestion, inhalation ou contact cutané.

9 Aiguë ou chronique.

10 VTR par inhalation - exposition aiguë pour Ba, Be, Pb.

Les VTR retenues pour les fins de la présente étude sont indiquées aux tableaux 2 (exposition aiguë) et 3 (exposition chronique) pour les effets autres que le cancer, ainsi qu'au tableau 4 pour le cancer.

### 3. CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION

#### 3.1 Aperçu de l'approche méthodologique

Pour estimer l'exposition d'individus fréquentant la zone d'étude (récepteurs), il convient d'identifier les contacts possibles entre ces récepteurs et les substances à l'étude (identification des milieux et des voies d'exposition) puis de quantifier l'exposition à partir des concentrations dans les milieux et d'un scénario d'exposition tenant compte des habitudes de vie de la population. Les éléments essentiels à l'estimation de l'exposition sont donc i) d'identifier les récepteurs et les voies d'exposition potentielles par lesquelles les individus pourraient être exposés (ingestion, inhalation et/ou contact cutané), ii) de définir un scénario d'exposition (taux, fréquence et durée de l'exposition), et iii) de déterminer les concentrations de substances dans les divers milieux environnementaux d'intérêt (ex. : air ambiant, aliments) qui seront utilisées pour estimer l'exposition.

Pour ce faire, les renseignements disponibles sur la fréquentation de la zone d'étude ainsi que sur les comportements de pêche, chasse, cueillette et autres activités pouvant mener à l'exposition d'individus ou de leur famille ont été examinés et considérés pour identifier des récepteurs et pour définir un scénario d'exposition. Le scénario d'exposition retenu est basé sur celui recommandé par l'INSPQ (2012) pour un terrain à usage résidentiel en milieu rural, avec quelques ajustements. Ainsi, les récepteurs représentent la population qui vit dans la zone d'étude, et toutes les voies d'exposition potentiellement affectées par la qualité de l'air ont été combinées pour estimer les doses par inhalation, ingestion et contact cutané de ces récepteurs. Les voies d'exposition prises en compte incluent l'inhalation d'air (intérieur et extérieur), l'ingestion d'aliments d'origine locale (végétaux, chair de gibier et de poisson), d'eau potable et de sol/poussières intérieures, et le contact cutané avec l'air, l'eau, et le sol/poussières intérieures.

L'exposition potentielle des récepteurs vivant dans la zone d'étude a été estimée pour 2 catégories d'exposition :

- Les niveaux d'exposition dits « additionnels », qui représentent l'exposition des individus attribuable spécifiquement au Projet Horne 5 (phase d'exploitation au CMH5) et qui ne tiennent pas compte de l'exposition bruit de fond;
- Les niveaux d'exposition dits « bruit de fond » ou « existants », qui sont associés à la présence de métaux dans l'environnement (air, eau, sol, poussières) et les aliments (d'origine locale ou non) et qui ne sont pas attribuables aux activités du Projet Horne 5.

L'exposition qui pourrait être engendrée par le Projet Horne 5 a été estimée à partir des concentrations additionnelles maximales dans l'air ambiant estimées par modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques (par WSP) conformément à la méthodologie exigée par le MELCC. Les concentrations additionnelles dans les autres milieux et organismes ont été estimées (par Sanexen) à partir de ces concentrations dans l'air, par modélisation des transferts de métaux et de la bioaccumulation.

Compte tenu de l'historique d'activités industrielles lourdes et d'activités minières dans la région de Rouyn-Noranda, il est attendu que les concentrations existantes de certains métaux dans la zone d'étude soient plus élevées que les teneurs de fond naturelles. Il importe également de préciser que ces concentrations existantes sont susceptibles de varier spatialement<sup>1</sup> et temporellement<sup>2</sup> à l'intérieur de la

1 En fonction de la distance par rapport aux principales sources d'émissions industrielles et/ou de la position par rapport aux vents dominants.

2 Des modifications apportées aux principales sources d'émissions industrielles existantes pourraient mener à une réduction des teneurs de fond en métaux dans l'air ambiant durant le Projet.

zone d'étude. Ainsi, pour représenter les niveaux auxquels la population est susceptible d'être déjà exposée, l'exposition bruit de fond a été estimée à partir de teneurs de fond déterminées à partir de concentrations mesurées dans l'environnement local<sup>1</sup> ou, par défaut, à partir de concentrations estimées par modélisation<sup>2</sup>. Une partie des apports en métaux provenant de l'alimentation générale a également été considérée afin de représenter une alimentation complète.

## 3.2 Caractérisation des récepteurs

### 3.2.1 Fréquentation et usage de la zone d'étude

La zone d'étude est composée de milieux naturels (forêts et milieux humides) et de milieux anthropiques (noyau urbain de Rouyn-Noranda). La fréquentation et l'usage de la zone d'étude ont été documentés dans l'ÉIE (WSP, 2017a) et l'information a été mise à jour pour les besoins de la présente étude<sup>3</sup>.

Du point de vue des activités humaines, le territoire de la zone d'étude est occupé par des résidences, des institutions (ex. : écoles/garderies, résidences pour personnes âgées, établissements de soins de santé), divers sites d'activités récréatives (ex. : terrain de golf, sentiers, pistes cyclables, de quad ou de motoneige, activités nautiques sur des lacs<sup>4</sup>), ainsi que diverses activités commerciales et industrielles. Des projets résidentiels ont également été identifiés dans le secteur nord-ouest du noyau urbain de Rouyn-Noranda (projets Domaine Boréal, Développement David et Développement Angers).

Aucune communauté autochtone n'est présente sur le territoire et aucune activité traditionnelle n'a été recensée. La zone d'étude fait partie de la zone de chasse 13, de la zone de pêche 13 Ouest, et de l'UGAF<sup>5</sup> 02 (zone de piégeage libre). La chasse, la pêche sportive et la cueillette sont des activités pratiquées dans la zone d'étude ou aux alentours par la population. Les principales espèces chassées sont l'orignal, l'ours, la gélinotte et la sauvagine<sup>6</sup>. La consommation des abats de gibier provenant de la région n'est pas recommandée<sup>7</sup>. La pêche se pratique en été et/ou en hiver sur plusieurs lacs (notamment les lacs Dufault, Osisko, Duprat, Marlon, Rouyn et Noranda), dont certains<sup>8</sup> ont déjà étéensemencés avec de la truite ou du doré jaune. Les principales espèces d'intérêt sont le doré jaune, la truite arc-en-ciel, le grand brochet et la perchaude. Des restrictions de consommation de poissons s'appliquent pour la plupart de ces lacs<sup>9</sup>. Les activités de cueillette concernent essentiellement les bleuets et les champignons.

La ville de Rouyn-Noranda approvisionne en eau potable près de 60 % de sa population via son réseau d'aqueduc (les 40 % restants possèdent des puits privés). La prise d'eau principale du réseau de la ville est située dans la portion sud du lac Dufault (le lac Duprat est une source alternative).

1 Données disponibles dans : air ambiant, sol, eau de surface, sédiments, eau potable, poisson (As, Ba, Cd, Cu, Ni, Pb) et invertébrés aquatiques et benthiques (maillons de la chaîne alimentaire utilisés comme intrants dans les modélisations de transfert multimédia) (As, Ba, Cd, Cu, Ni).

2 Cas de l'air intérieur, des poussières intérieures, des végétaux et du gibier pour tous les métaux, et du poisson (pour le Be seulement).

3 Informations transmises par Falco, extraites d'une enquête sur l'utilisation actuelle du territoire des lacs Dufault et Duprat (enquête menée par WSP dans le cadre de l'ÉIE).

4 Notamment les lacs Duprat et Dufault.

5 Unité de gestion des animaux à fourrure.

6 La sauvagine est notamment chassée aux lacs Rouyn et Pelletier (partie sud de la zone d'étude).

7 <https://www.cisss-at.gouv.qc.ca/attention-a-la-consommation-dabats/>

8 Lac Noranda en 2005 et 2006 (truite brune) et en 2016 (truite arc-en-ciel). Nombreux ensemencements de doré jaune dans les lacs Osisko (2011-2014) et Dufault (2008-2014).

9 Consommation maximale de 2 portions/mois de doré jaune et perchaude au lac Osisko, 4 portions/mois de cisco de lac, doré jaune, grand brochet, grand corégone et perchaude au lac Rouyn, 8 portions/mois de doré jaune au lac Dufault, et 8 portions/mois de truite arc-en-ciel au lac Noranda (site du MELCC consulté en août 2020). Une portion est définie par le MELCC comme étant de 230 grammes.

### 3.2.2 Identification des récepteurs

Les récepteurs, définis comme une combinaison d'un lieu et d'un individu, ont été identifiés à partir de l'information disponible concernant la fréquentation de la zone d'étude par la population la plus vulnérable et/ou la plus exposée. Plus précisément, les récepteurs ont été identifiés en tenant compte de la présence des quartiers résidentiels existants, projetés ou en cours de développement, des autres endroits particulièrement fréquentés par les enfants (ex. : écoles, parcs, CPE) et/ou par des personnes vulnérables du fait de leur état de santé (établissements de soins de santé, résidences pour personnes âgées), ainsi que des activités qui amèneraient la population à fréquenter un secteur donné (ex. : activité récréative). Les récepteurs identifiés et considérés dans la présente étude<sup>1</sup> sont les suivants :

- 3 secteurs représentant les quartiers résidentiels situés au nord-ouest, au sud et au sud-ouest de la zone industrielle (RES\_Nord-ouest, RES\_Sud et RES\_Sud-ouest, respectivement). Ces quartiers sont les plus proches du parc industriel Noranda-Nord. Compte tenu de leur proximité et de la dispersion atmosphérique, ils correspondent aux secteurs résidentiels susceptibles d'être les plus exposés aux émissions du CMH5. Pour les fins de la présente étude, chacun de ces quartiers est représenté par le récepteur le plus exposé parmi les récepteurs discrets localisés selon un maillage de 100 m x 100 m;
- 2 secteurs d'activités récréatives adjacents au parc industriel Noranda-Nord, soit la piste cyclable qui longe la route 101 et le terrain du club de golf Noranda, adjacent à la zone industrielle. Pour les fins de la présente étude, chacun de ces secteurs (CYCL et GOLF, respectivement) est représenté par le récepteur le plus exposé parmi les récepteurs discrets localisés le long de la route 101 (aux 50 ou 100 m) et dans le secteur du golf (selon un maillage de 100 m x 100 m);
- 6 récepteurs (CPE#) représentant les installations des centres de la petite enfance (CPE Bonaventure<sup>2</sup>, CPE Fleur et miel, CPE Au jardin de Pierrot Inc., CPE L'Anode magique, et la Ribambelle);
- 12 récepteurs (ECO#) représentant les établissements d'enseignement (primaire, secondaire, professionnel, collégial et universitaire);
- 5 récepteurs (CH#) représentant les établissements de soins de santé et résidences pour aînés (CISSS de l'Abitibi-Témiscamingue, Maison de l'Envol, Centre de réadaptation la Maison Inc., Maison Pie XII, et Pavillon Jacques Fisette).

La localisation des récepteurs retenus est indiquée à la figure 2. Leur description et leur localisation précise sont fournies à l'annexe D. Seuls ces récepteurs ont été considérés car ils représentent les endroits les plus susceptibles d'être fréquentés et/ou les plus exposés, ou car la population fréquentant ces endroits est possiblement plus sensible.

1 La sélection des récepteurs retenus pour estimer les risques associés à chaque durée d'exposition est indiquée à la section 3.2.3.

2 Deux installations, situées sur la rue Notre-Dame et l'avenue Principale.

### 3.2.3 Scénario d'exposition

Les hypothèses retenues pour estimer l'exposition des individus (scénarios d'exposition) sont basées sur les recommandations émises dans les lignes directrices de l'INSPQ (2012) pour un contexte résidentiel en milieu rural, et les paramètres d'exposition<sup>1</sup> ainsi que les équations recommandés pour une estimation déterministe ont été utilisés (information présentée à l'annexe E). Brièvement, ces hypothèses très prudentes impliquent la présence, dans la zone d'étude, d'individus appartenant à toutes les tranches d'âge, à raison de 24 heures par jour, 365 jours par année durant 70 ans. L'ensemble de la population générale est donc représenté. En l'absence de communauté autochtone et d'activités traditionnelles dans la zone d'étude, aucune modification des paramètres d'exposition n'était requise pour tenir compte de telles activités. Les doses d'exposition ont été estimées pour des récepteurs mixtes (hommes et femmes) et pour tous les groupes d'âge (0-6 mois, 0,5-4 ans, 5-11 ans, 12-19 ans, 20 ans et plus)<sup>2</sup>. Pour estimer l'exposition moyenne cumulée à vie, il a été considéré que l'exposition additionnelle avait lieu durant 15 années (durée d'exploitation de la mine projetée) et, afin de maximiser<sup>3</sup> l'exposition estimée, il a été supposé que l'individu récepteur naîtrait au début de la phase d'exploitation de la mine.

Toutes les voies d'exposition identifiées par l'INSPQ (2012) pour un contexte résidentiel en milieu rural ont été considérées pour évaluer l'exposition chronique des récepteurs. Les voies retenues pour estimer l'exposition bruit de fond et l'exposition additionnelle sont résumées au tableau 5. L'exposition via l'alimentation a été estimée en tenant compte de la consommation d'aliments dits commerciaux et d'aliments d'origine locale (végétaux, viande et poisson). Conformément<sup>4</sup> au scénario recommandé par l'INSPQ, il a été considéré que 50% des végétaux (légumes, fruits et jus de fruits) et de la viande qui pourraient être consommés<sup>5</sup> serait d'origine locale; pour le poisson, cet ajustement n'a pas été retenu afin de tenir compte du fait que la pêche sportive est populaire dans la région. Ainsi, les taux de consommation retenus sont ceux recommandés par l'INSPQ (ex. : 16 et 20 grammes de poisson par jour en moyenne pour les adolescents et les adultes) et correspondent approximativement à 2 portions<sup>6</sup> par mois. Cette valeur s'inscrit dans l'intervalle des restrictions de consommation de poissons pêchés dans les lacs de la zone d'étude (2 à 8 portions par mois, selon l'espèce et le lac)<sup>7</sup>.

- 1 Par exemple, taux d'inhalation, taux d'ingestion de sol, poids corporel, proportion du temps passé à l'intérieur d'un bâtiment (ex. : résidence), proportion d'aliments d'origine locale.
- 2 Afin de faciliter la lecture, les tranches d'âge ainsi nommées ont été utilisées dans le reste du rapport (notamment dans les tableaux et annexes) à la place des appellations indiquées dans le document de l'INSPQ (c.-à-d. 0 – 6 mois (nourrissons), 6 mois - < 5 ans (tout-petits), 5 - < 12 ans (enfants), 12 - < 20 ans (adolescents) et 20 ans et plus (adultes)).
- 3 À concentration d'exposition égale, la dose d'exposition des enfants est plus élevée que celle des adultes car leurs taux d'exposition relatifs à leur poids corporel est plus élevé (par exemple, le taux global d'ingestion de nourriture d'un enfant de 0,5-4 ans est de 0,07 kg/kg-pc par jour tandis que celui d'un adulte est environ 5 fois plus faible (0,014 kg/kg-pc par jour). L'exposition cumulée sur 15 ans estimée pour un enfant (qui évolue de 0 à 15 ans) est donc plus élevée que celle estimée pour un adulte.
- 4 Excepté pour le lait et les œufs. En l'absence d'information indiquant la consommation de lait produit et consommé localement, la proportion de lait d'origine locale (100% selon le scénario générique résidentiel en milieu rural de l'INSPQ) n'a pas été retenue. En l'absence d'information relative à la consommation éventuelle d'œufs d'origine locale (sous-entendu : provenant de poules nourries par des aliments produits localement), le taux de consommation indiqué par l'INSPQ pour « viande et œufs » a été attribué, sans ajustement, à de la viande uniquement.
- 5 Selon les taux de consommation indiqués par l'INSPQ (2012).
- 6 Selon le Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce du MELCC, une portion correspond à 230 grammes.
- 7 Détails fournis à la section 3.2.1.

À défaut de données mesurées, les concentrations de métaux dans ces produits locaux ont été estimées par modélisation (voir section 3.3.2) à partir des concentrations additionnelles dans l'air qui pourraient être engendrées par le Projet Horne 5 (exposition additionnelle) et à partir des teneurs de fond dans l'air ambiant, le sol et le milieu aquatique<sup>1</sup> (exposition bruit de fond). L'exposition bruit de fond découlant des aliments dits commerciaux a quant à elle été fixée à 50% des apports en métaux documentés pour la population canadienne, afin de ne pas surestimer indûment l'exposition bruit de fond<sup>2</sup>. Les concentrations ont été estimées sans distinction de la forme chimique des métaux, excepté pour l'arsenic<sup>3</sup>, qui est réputé toxique sous ses formes inorganiques.

Les catégories de récepteurs sélectionnées pour chaque durée d'exposition sont résumées au tableau 6. Pour l'exposition aiguë (présence dans la zone d'étude durant 1 heure, 8 heures et/ou 24 heures consécutives), tous les récepteurs ont été considérés. Il est à noter toutefois que, pour plusieurs types de récepteurs (ex. : terrain de golf, piste cyclable), il est peu probable qu'un même individu soit présent à de tels lieux durant 24 heures consécutives. Pour l'exposition chronique, seuls les récepteurs susceptibles d'être présents en un lieu donné sur une base permanente (24 heures sur 24, durant des mois, une année ou plusieurs années) ont été retenus. Il s'agit des récepteurs de type résidentiel et institutionnel (CPE, établissements d'enseignement, établissements de soins de santé et résidences pour aînés).

### 3.3 Modélisations

Le recours à des concentrations estimées par modélisation était requis pour i) déterminer les concentrations maximales dans l'air ambiant de la zone d'étude qui pourraient être engendrées par le Projet Horne 5, et ii) déterminer les concentrations de métaux dans les milieux environnementaux qui pourraient découler de ces émissions (concentrations additionnelles) ainsi que les concentrations de métaux existantes (teneurs de fond) dans les milieux environnementaux de la zone d'étude qui n'ont pas été documentées par des mesures.

#### 3.3.1 Modélisation des concentrations additionnelles dans l'air

Les concentrations dans l'air ambiant qui pourraient être engendrées par les émissions du Projet Horne 5 ont été modélisées et fournies par WSP (2021b; 2021a). Les modélisations ont été effectuées avec le logiciel AERMOD en se conformant à la méthodologie imposée par le MELCC (MDDEP, 2005), c.-à-d. en se basant sur des hypothèses qui visent à maximiser les concentrations dans l'air. Brièvement, les modélisations ont été réalisées à partir de données météorologiques horaires représentatives du site et couvrant 5 années complètes.

Le scénario d'émission dans le secteur du CMH5 vise à représenter les opérations d'une journée d'exploitation de la mine et de l'usine de traitement de minerai. Il inclut i) les opérations de l'usine, ii) la circulation sur le site (routage)<sup>4</sup>, iii) l'utilisation de la flotte maximale d'équipements souterrains, iv) la ventilation permanente de la mine souterraine en production<sup>5</sup> et v) l'érosion éolienne de la halde de

1 Incluant les concentrations mesurées (ou, par défaut, estimées) dans l'eau de surface, les sédiments et les invertébrés aquatiques et benthiques. Puisque les récepteurs consomment une quantité importante de produits d'origine locale.

3 Les VTR étant été établies pour les formes inorganiques de l'arsenic, les concentrations et les doses ont été estimées en conséquence. Ainsi, il a été considéré que l'arsenic inorganique représentait 100% des concentrations d'arsenic total dans l'air, le sol et l'eau, et 25% de l'arsenic total dans l'alimentation (tel qu'indiqué par Santé Canada, 2006. <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/recommandations-pour-qualite-eau-potable-canada-document-technique-arsenic.html>).

4 Transport du concentré de cuivre à l'extérieur du site, livraison des réactifs, locomotive de manœuvre active de jour pour la manipulation des wagons de concentré de zinc.

5 Débit de 800 000 pi<sup>3</sup>/min.



minerais temporaire (présente sur le site pour une durée de quelques semaines au début de la période d'exploitation). Afin d'évaluer l'efficacité des mesures d'atténuation qui seront mises en place par Falco, notamment l'utilisation d'une flotte d'équipement minier à faibles émissions et l'installation d'un système d'épuration au niveau de la ventilation de la mine souterraine, et afin de représenter au mieux l'exploitation à long terme de l'usine (après suppression de la halde de minerais temporaire), 3 variantes de ce scénario (A, B et C) ont été modélisées par WSP. Les variantes concernent les points iii), iv) et/ou v) du scénario d'exploitation de l'usine. Ces variantes et leur pertinence dans le cadre de la présente étude sont présentées ci-après :

- Variante A : scénario d'exploitation fictif tenant compte de toutes les sources d'émissions décrites ci-haut (sources i à v), sans tenir compte des mesures d'atténuation. Ce scénario est fictif car les mesures d'atténuation (système d'épuration installé au niveau de la ventilation de la mine, et flotte d'équipements miniers à faibles émissions) seront appliquées en tout temps durant la phase d'exploitation. Compte tenu de l'efficacité du système d'épuration<sup>1</sup>, il est attendu que cette variante surestime les émissions atmosphériques de métaux de la mine souterraine par 2 ordres de grandeur. La variante A représentant une situation fictive qui ne reflète pas les conditions d'exploitation projetées, il n'était pas pertinent de considérer les concentrations ainsi estimées dans la présente étude;
- Variante B : scénario représentant les premières semaines d'exploitation, c.-à-d. incluant toutes les sources d'émissions décrites ci-haut (sources i à v), et en tenant compte des mesures d'atténuation appliquées aux émissions de la mine souterraine (équipements miniers à faibles émissions et système d'épuration au niveau de la ventilation de la mine souterraine). Comme la halde de minerais temporaire remplie à pleine capacité ne sera présente que durant quelques semaines, cette variante surestime les émissions sur une base annuelle ainsi que la fréquence de pics d'émission sur des périodes plus courtes. Les concentrations estimées selon cette variante ont donc été retenues pour estimer l'exposition à court terme (exposition aiguë). Elles ont également été considérées à l'étape de l'analyse de l'incertitude (voir section 4.4.1.1);
- Variante C : scénario représentant l'exploitation à long terme de l'usine, c.-à-d. en incluant les 4 sources d'émissions restantes après les premières semaines (c.-à-d. sources i à iv), et en tenant compte des mesures d'atténuation appliquées aux émissions de la mine souterraine (équipements miniers à faibles émissions et système d'épuration au niveau de la ventilation de la mine souterraine). Les concentrations dans l'air estimées selon cette variante ont été retenues pour estimer l'exposition à long terme (exposition chronique et exposition cumulée pendant la durée de vie du Projet Horne 5).

### 3.3.2 Modélisation des concentrations multimédia

La modélisation des transferts et de la bioaccumulation des métaux dans les milieux environnementaux et organismes d'intérêt a été réalisée en se basant sur un modèle conceptuel de l'écosystème élaboré de manière à représenter la complexité du transfert des métaux et la diversité des organismes faisant partie de la chaîne alimentaire des récepteurs humains. Les concentrations dans les milieux environnementaux d'intérêt ont été estimées en utilisant les modèles et paramètres intégrés au logiciel TerraSys<sup>MC</sup> version 1.09 (Sanexen, 2002) ou ceux présentés dans le guide du ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF, 1996). Au besoin, certains ajustements à ces modèles et paramètres ont été apportés<sup>2</sup>.

1 Système dont l'efficacité d'atténuation a été estimée à 98,64 % pour les particules totales (PMT), 97,49% pour les particules de taille <10 µm (PM<sub>10</sub>) et 93,93% pour les particules fines (PM<sub>2,5</sub>) (WSP, 2021a).

2 Par exemple, ajustement des facteurs de biotransfert (FBT) à la taille des différentes espèces de mammifères et d'oiseaux incluses au modèle conceptuel de l'écosystème (voir annexe F).

Les principaux processus de transfert modélisés sont résumés au tableau 7. Les équations, les valeurs des paramètres et le modèle conceptuel utilisés sont présentés à l'annexe F.

### 3.4 Détermination des teneurs attribuables au Projet Horne 5

Les teneurs attribuables au Projet Horne 5 correspondent aux concentrations additionnelles de métaux dans les milieux d'intérêt qui pourraient découler des activités du Projet Horne 5 et qui ont été estimées à partir des concentrations maximales modélisées dans l'air ambiant. Elles s'ajoutent aux teneurs de fond (déterminées à la section 3.5). La méthodologie utilisée et les concentrations additionnelles retenues sont présentées dans les sections qui suivent. L'incertitude qui leur est associée est discutée à la section 4.3.

#### 3.4.1 Air ambiant

Les concentrations additionnelles dans l'air ont été modélisées et fournies par WSP (voir section 3.3.1). Les concentrations maximales<sup>1</sup> dans l'air estimées pour chacun des récepteurs sont disponibles à l'annexe G.

Les valeurs retenues correspondent, pour chaque substance et chaque durée d'exposition, à la valeur la plus élevée parmi celles estimées par modélisation tout en tenant compte de la pertinence des récepteurs (voir tableau 6). La nature des concentrations retenues pour estimer l'exposition du récepteur pertinent le plus exposé de chaque secteur, selon la durée d'exposition, est indiquée ci-après :

- Exposition aiguë par inhalation (à court terme, c.-à-d. 24 heures ou moins): concentration maximale modélisée<sup>2</sup> sur 1 heure, 8 heures et/ou 24 heures;
- Exposition chronique (exposition quotidienne à long terme) : concentration moyenne annuelle modélisée<sup>3</sup> la plus élevée.

Les concentrations additionnelles modélisées dans l'air retenues pour estimer l'exposition additionnelle et les risques associés sont fournies au tableau 8 (exposition aiguë par inhalation)<sup>4</sup> et au tableau 9 (exposition chronique)<sup>5</sup>.

#### 3.4.2 Sols

Comme indiqué à la section 1.5, faute de pouvoir estimer l'accumulation à long terme de métaux dans les sols de façon satisfaisante, ce processus n'a pu être considéré de façon quantitative dans la présente étude. Les concentrations additionnelles dans les sols ont donc été considérées nulles.

1 Sur 5 années météorologiques.

2 Métaux sous forme de particules inhalables (PM<sub>10</sub>), c.-à-d. les particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 µm, car d'un point de vue toxicologique, les PM<sub>10</sub> sont les particules présentant un intérêt pour estimer le risque à la santé humaine posé par l'inhalation de métaux (les particules plus grossières ne pénètrent pas profondément dans le système respiratoire). Concentrations modélisées selon la variante B (voir section 3.3.1).

3 Concentrations modélisées selon la variante C (voir section 3.3.1).

4 Métaux sous forme de particules inhalables (PM<sub>10</sub>).

5 Métaux sous forme de PM<sub>10</sub> pour estimer l'exposition par inhalation, et sous forme de PST pour estimer l'exposition par ingestion et contact cutané (car la taille des particules ne représente pas une limite pour l'exposition aux métaux découlant du dépôt atmosphérique des particules sur les feuilles des végétaux ou par contact cutané avec les poussières).

### 3.4.3 Eau

Comme indiqué à la section 1.5, faute de pouvoir estimer l'accumulation à long terme de métaux dans les plans d'eau de façon satisfaisante, ce processus n'a pu être considéré dans la présente étude. Les concentrations additionnelles dans l'eau de surface ont donc été considérées nulles. Les concentrations additionnelles dans l'eau potable ont été considérées nulles également.

### 3.4.4 Air intérieur et poussières intérieures

Les concentrations dans l'air intérieur et les poussières intérieures sont requises pour estimer l'exposition à l'intérieur d'un bâtiment. Les concentrations additionnelles dans l'air intérieur et les poussières intérieures ont été estimées à partir des concentrations de métaux dans l'air ambiant et dans les sols, selon les équations présentées à l'annexe F.

Les valeurs obtenues sont présentées au tableau 10.

### 3.4.5 Aliments d'origine locale

Les concentrations additionnelles dans la chair de gibier et de végétaux ont été estimées par modélisation, à partir des concentrations estimées dans les milieux environnementaux. L'approche utilisée pour estimer les concentrations de chaque métal dans ces produits peut être résumée comme suit (détails disponibles à l'annexe F) :

- Chair de poisson : concentrations additionnelles considérées nulles (puisque les concentrations additionnelles dans l'eau de surface sont considérées nulles);
- Végétaux terrestres (feuilles, fruits, racines) : concentrations additionnelles estimées à partir des concentrations additionnelles de métaux<sup>1</sup> dans l'air ambiant. Pour les végétaux consommés par l'humain, les concentrations additionnelles dans l'air correspondant au récepteur pertinent le plus exposé de la zone d'étude ont été utilisées (tableau 9). Pour les végétaux servant de nourriture au gibier, la concentration additionnelle moyenne dans l'air représentant la zone d'étude a été retenue (annexe G-1);
- Chair de gibier : moyenne des concentrations additionnelles maximales modélisées dans la chair des 4 espèces de gibier potentiellement consommées (tableau F-6), déterminées selon l'approche suivante :
  - Les espèces de mammifères et d'oiseaux potentiellement consommées par les récepteurs humains ont été identifiées à partir de l'information recueillie dans le cadre de l'ÉIE (WSP, 2017a) et intégrées dans un modèle conceptuel de l'écosystème de la zone d'étude (figure F-1). L'information disponible suggère que les espèces de mammifères faisant l'objet d'une chasse significative dans la zone d'étude sont l'orignal et l'ours noir. L'ÉIE rapporte également que la chasse à la sauvagine (canard) est très prisée dans la zone d'étude. Sur la base des résultats des inventaires réalisés (WSP, 2017a), le fuligule à collier a été sélectionné afin de représenter les différentes espèces de sauvagine chassées dans la zone d'étude. Finalement, sur la base des résultats de l'enquête sur l'utilisation du territoire des lacs Duprat et Dufault<sup>2</sup>, la gélinotte huppée (perdreix) a été ajoutée à la liste des espèces chassées dans la zone d'étude.

1 Sous forme de PST.

2 Enquête menée par WSP dans le cadre de l'ÉIE.

- Les régimes alimentaires des espèces incluses au modèle conceptuel ont été documentés, et les concentrations dans la chair des mammifères (orignal et ours) et des oiseaux (représentant sauvagine et perdrix) ont été estimées sur une base saisonnière (mensuelle), en considérant l'ensemble des voies d'exposition pertinentes (inhalation, alimentation, ingestion d'eau et ingestion de sols et/ou de sédiment). Pour représenter adéquatement les régimes alimentaires des espèces chassées, certains médias (milieux environnementaux) ou récepteurs écologiques additionnels ont dû être inclus au modèle conceptuel de l'écosystème (sédiments, invertébrés terrestres, aquatiques et benthiques, et végétaux aquatiques). Les concentrations de métaux dans les médias/récepteurs du modèle conceptuel ont été estimées à partir de données modélisées (voir annexe F). Finalement, les concentrations mensuelles les plus élevées ont été retenues pour représenter les concentrations dans la chair de chaque espèce de gibier, ce qui constitue une approche prudente.
- En l'absence d'information sur la proportion de chaque espèce de mammifère et d'oiseau dans l'alimentation des récepteurs humains, la moyenne des teneurs maximales modélisées dans la chair des 4 espèces de gibier potentiellement consommées (tableau F-5) a été retenue.

Les concentrations retenues dans les aliments d'origine locale pour estimer l'exposition additionnelle des récepteurs humains sont présentées au tableau 11.

### 3.5 Détermination des teneurs de fond et de l'apport alimentaire

Dans le contexte d'une étude d'impact, les teneurs de fond (ou l'exposition bruit de fond) visent à représenter la situation environnementale existante avant implantation du projet. Dépendamment de l'historique des activités humaines, la situation existante peut donc correspondre à des teneurs de fond naturelles ou à des teneurs plus élevées du fait d'activités anthropiques passées et/ou actuelles. Compte tenu de l'historique d'activités industrielles lourdes et d'activités minières dans la région de Rouyn-Noranda, il est attendu que les concentrations existantes de certains métaux dans la zone d'étude du Projet Horne 5 soient plus élevées que les teneurs de fond naturelles, et que ces concentrations existantes varient spatialement et temporellement à l'intérieur de la zone d'étude. Puisqu'il n'était pas possible de déterminer des concentrations existantes représentatives de l'ensemble de la zone d'étude et de toute la durée du Projet, celles-ci ont été estimées de façon prudente. Cette approche est cohérente avec la méthodologie à partir de laquelle les concentrations additionnelles (c.-à-d. attribuables au Projet) ont été déterminées, soit utiliser les concentrations estimées pour les récepteurs les plus exposés de la zone d'étude.

Une attention particulière a été portée à la détermination des concentrations existantes de métaux dans l'environnement de la zone d'étude qui ont été utilisées pour représenter les teneurs de fond, et des données locales ont été utilisées dans la mesure du possible. La méthodologie utilisée et les concentrations retenues sont présentées dans les sections qui suivent. L'incertitude associée à leur utilisation est discutée à la section 4.4.

### 3.5.1 Air ambiant

Des données locales de suivi de la qualité de l'air étaient disponibles<sup>1</sup> et ont pu être utilisées pour déterminer des teneurs de fond. Il s'agit des concentrations de métaux mesurées de façon régulière et sur des périodes de 24 heures au niveau de 5 stations d'échantillonnage réparties dans le noyau urbain de Rouyn-Noranda, implantées et gérées par le MELCC ou par Falco. La localisation de ces stations d'échantillonnage est indiquée à la figure 3. Deux des stations du MELCC (stations 08045 et 08049)<sup>2</sup> sont situées dans le quartier Notre-Dame (QND); une troisième station (08006) est installée à l'intérieur de la limite du parc industriel, à environ 30 m au nord du 250, 6e rue. Les stations (temporaires<sup>3</sup>) de Falco étaient situées dans le QND (station WSP)<sup>4</sup> et au golf de Rouyn-Noranda (station Golf). Les stations de Falco ont fourni des concentrations dans l'air pour les 7 métaux d'intérêt<sup>5</sup>, alors que les stations du MELCC en ont documenté 5 (As, Be, Cd, Cu, Pb)<sup>6</sup>. Les données brutes (concentrations mesurées à chaque station) sont présentées à l'annexe H-1.

Les données disponibles ont permis d'estimer des teneurs de fond sur des périodes de 24 heures et sur une base annuelle. Après examen comparatif des séries de données<sup>7</sup>, celles menant à la concentration moyenne la plus élevée ont été retenues, et les teneurs de fond ont été déterminées comme suit :

- Teneurs de fond sur des périodes de 24 heures : 98<sup>e</sup> centile des concentrations mesurées;
- Teneurs de fond sur une base annuelle : estimation prudente de la moyenne des concentrations<sup>8</sup>, soit la limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95% sur la moyenne (LSC95). Ces valeurs ont été déterminées à l'aide du logiciel ProUCL (U.S. EPA, 2015a).

Compte tenu de la méthodologie utilisée, ces teneurs de fond sont jugées représentatives des récepteurs les plus exposés durant la période 2015-2017. Les teneurs de fond retenues dans l'air ambiant et les stations d'échantillonnage correspondantes sont présentées au tableau 12.

1 Les données retenues correspondent à la période 2015-2017, dans un souci de cohérence avec l'étude sectorielle sur la modélisation de la dispersion atmosphérique (WSP, 2021a). Cette période permet notamment de tenir compte de données acquises à 2 stations temporaires qui fournissent des données pour des métaux d'intérêt non mesurés aux stations du MELCC. La variabilité temporelle des concentrations dans l'air est discutée à la section 4.5.1.

2 La station 08045 se trouve près de l'école Notre-Dame-de-Protection, et la station 08049 se trouve près du Centre Polymétier, à Rouyn-Noranda.

3 Ces stations ont été démantelées après la période de collecte de données. Pour les fins de la présente étude, les données mesurées par Falco à la station Sanitri n'ont pas été considérées car cette station est située au cœur de la zone industrielle et n'est pas appropriée pour représenter la qualité de l'air ambiant dans la zone d'étude (qui exclut la zone industrielle).

4 Station installée sur la toiture de l'édifice situé au 141, 7<sup>e</sup> Avenue, Rouyn-Noranda.

5 Concentrations de As, Ba, Be, Cd, Cu, Ni et Pb dans les PST.

6 Concentrations de As, Be, Cd, Cu, Pb dans les PST.

7 Comparaison de la moyenne des concentrations mesurées à chaque station calculée sur l'ensemble de la période d'échantillonnage, soit durant 3 années consécutives (2015-2017) pour les stations du MELCC, durant 5,5 mois (juin à mi-novembre 2016) aux stations Golf et WSP.

8 Aucune donnée aberrante n'a été identifiée pour les métaux.

### 3.5.2 Sols

Afin de pouvoir estimer l'exposition des récepteurs humains aux métaux présents dans les sols par des voies directes (ingestion et contact cutané avec les sols de surface) et indirectes (via les transferts environnementaux indiqués au tableau 7)<sup>1</sup>, des teneurs de fond représentatives des concentrations existantes dans 2 couches de sol (sol de surface et sol de sous-surface)<sup>2</sup> étaient requises. En effet, le sol de surface correspond à la couche de sol la plus susceptible d'entrer en contact direct avec l'humain, soit les premiers centimètres de sol. Le sol de sous-surface correspond à l'épaisseur de sol qui est le plus en contact avec les racines (transfert dans les végétaux et la chaîne alimentaire).

Un examen de l'information publique disponible a été effectué et les études suivantes ont été retenues pour estimer les teneurs de fond :

- Étude publiée en novembre 2020 par la Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue rapportant les concentrations de 3 métaux (As, Cd, Pb) mesurées dans des sols de surface du noyau urbain de Rouyn-Noranda publiée (DSPu-AT, 2020). Cette étude fournit des valeurs statistiques décrivant les concentrations mesurées dans les premiers centimètres de sol (0-3 cm) de terrains résidentiels et publics, ainsi que des illustrations graphiques (localisation géographique des concentrations mesurées).
- Étude portant sur les concentrations en métaux mesurées en 1997-1999 dans les sols de la région<sup>3</sup> (divers horizons de profondeur) publiée dans le cadre de l'étude du *Geological Survey of Canada* (Henderson, *et coll.*, 2002).

Pour représenter les concentrations de métaux dans les sols de surface à l'emplacement des récepteurs humains pertinents (c.-à-d. essentiellement des lieux de résidence ou d'institutions situées dans la zone d'étude), les données recueillies dans le noyau urbain de Rouyn-Noranda (DPSu-AT, 2020) ont été privilégiées. Les teneurs de fond dans les sols de surface (0-5 cm) retenues pour représenter le récepteur le plus exposé correspondent à la concentration en As, Cd et Pb la plus élevée rapportée par la DSPu-AT (2020) dans les sols de surface de terrains résidentiels ou publics (CPE, garderie, écoles, parcs, ruelles du QND) en milieu urbain<sup>4</sup>. Toutes les autres valeurs<sup>5</sup> ont été déterminées à partir des concentrations de métaux mesurées<sup>6</sup> dans des sols prélevés aux alentours de la fonderie Horne (Henderson, *et coll.*, 2002). Plus précisément, les valeurs retenues pour chaque horizon de sol correspondent généralement<sup>7</sup> à une estimation prudente de la moyenne (LSC95) des concentrations mesurées dans un rayon de 5 km de la fonderie.

1 Les teneurs de fond dans les sols de surface et/ou de sous-surface sont utilisées comme intrant pour la modélisation des transferts multimédias (estimation des concentrations de métaux dans les poussières intérieures, les végétaux et la chair de gibier) (voir annexe F).

2 Dans la présente étude, les profondeurs correspondantes sont de 0-5 cm pour le sol de surface, et de 0-50 cm pour le sol de sous-surface. La concentration dans le sol de sous-surface est estimée à partir des concentrations retenues dans les couches 0-5 cm et 5-50 cm.

3 Cette étude visait à documenter la région de la fonderie Horne, en activité depuis près d'un siècle.

4 Pour un total de 237 échantillons composites, donc 157 représentent un terrain résidentiel. Les données correspondant aux pistes de vélo du mont Powell et à la plage du lac Marlon n'ont pas été considérées car ces localisations sont associées à des activités récréatives et ne sont donc pas pertinentes pour une exposition chronique (voir tableau 6 pour la pertinence des récepteurs).

5 C.-à-d. teneurs de fond dans le sol de surface pour les 4 autres métaux (Ba, Be, Cu et Ni), et teneurs de fond dans le sol sous-jacent pour les 7 métaux.

6 Analyses effectuées en laboratoire par spectrométrie d'induction atomique avec plasma induit par haute fréquence (ICP-AES). Données fournies dans les annexes C1-1 et C2-1 de Henderson, *et coll.* (2002).

7 Pour le Be dans les sols de surface, la valeur retenue correspond à la limite de détection analytique (LD, soit 0,5 mg/kg) car les concentrations mesurées étaient inférieures ou égales à cette LD (à l'exception d'un échantillon pour lequel la concentration mesurée était de 1 mg/kg).

Les données brutes sont fournies à l'annexe H-2. Les teneurs de fond retenues dans les sols sont présentées au tableau 13 (valeurs utilisées pour estimer l'exposition des récepteurs humains par ingestion/contact cutané avec les sols et consommation de plantes potagères) et au tableau 14 (valeurs utilisées pour estimer les concentrations de métaux dans la viande de gibier).

### 3.5.3 Eau

#### 3.5.3.1 Eau potable

Dans le noyau urbain de Rouyn-Noranda, l'eau est distribuée par la ville. Le suivi de la qualité de l'eau potable distribuée (concentrations de métaux mesurées dans un échantillon d'eau du réseau en 2019)<sup>1</sup> constitue les seules données publiques disponibles. En complément, les concentrations mesurées dans l'eau du lac Dufault (principale source d'approvisionnement du réseau de la ville) ont également été considérées.

Pour les 2 métaux ayant été détectés dans l'eau potable (Cu, Pb), les valeurs retenues pour la présente étude correspondent aux concentrations mesurées dans l'eau potable. Pour les 5 métaux non détectés<sup>2</sup> ou non mesurés<sup>3</sup> dans l'eau potable, la valeur retenue correspond à la valeur la plus faible entre la moitié de la limite de détection dans l'eau potable (As) et les concentrations mesurées dans l'eau du lac Dufault (Ba, Be, Cd, Ni).

Les teneurs de fond dans l'eau potable sont indiquées au tableau 15.

#### 3.5.3.2 Eau de surface

Des données locales étaient disponibles et ont été utilisées pour déterminer les teneurs de fond dans l'eau de surface. Les données considérées proviennent du bassin sud du lac Osisko échantillonné en 2010 et 2011 (Proulx, *et coll.*, 2015) et de différents lacs, ruisseaux et rivières échantillonnés en 2015, 2016 et/ou 2017 (WSP, 2017b)<sup>4</sup>.

Dans la présente étude, les teneurs de fond dans l'eau de surface visent notamment à représenter les concentrations existantes dans les plans d'eau de la zone d'étude qui sont fréquentés pour des activités humaines (pêche sportive, baignade, activités nautiques). Ainsi, les données obtenues dans certains plans d'eau non fréquentés et présentant des teneurs en certains métaux anormalement élevées dans les sédiments ont été exclues<sup>5</sup>. Les teneurs de fond retenues dans l'eau de surface correspondent à une estimation prudente de la moyenne (LSC95)<sup>6</sup>.

Les données brutes sont fournies à l'annexe H-3. Les teneurs de fond retenues sont indiquées au tableau 15.

1 Certificat analytique pour un échantillon d'eau prélevé en août 2019 (fourni par la ville de Rouyn-Noranda).

2 As, Cd et Ba.

3 Be et Ni (paramètres non réglementés).

4 Étude sectorielle disponible à l'annexe 8D de l'ÉIE.

5 Teneurs en As Cd, Cu et/ou Pb dans les sédiments. Données de WSP (2017b) obtenues aux stations Osisko (ruisseau Osisko), ainsi que R-1 et R-2 (cours d'eau qui s'écoulent de part et d'autre du futur site minier pour atteindre le lac Osisko). Localisation des stations disponible à la carte 1 de l'étude sectorielle (WSP, 2017b).

6 Valeurs calculées à l'aide de ProUCL (U.S. EPA, 2015b). La LSC95 recommandée par ProUCL a été retenue; lorsque 2 valeurs possibles étaient recommandées, la valeur la plus élevée a été retenue (cas du Pb).

### 3.5.4 Air intérieur et poussières intérieures

Comme les teneurs additionnelles, les concentrations dans l'air intérieur et les poussières intérieures ont été estimées à partir des teneurs de fond dans l'air ambiant et dans les sols, selon les équations présentées à l'annexe F.

Les valeurs obtenues sont présentées au tableau 16.

### 3.5.5 Aliments d'origine locale

Pour les concentrations de métaux dans la chair de poisson, des données locales étaient disponibles pour la plupart des métaux (sauf Be) et ont été utilisées pour estimer la teneur de fond. Ces données sont présentées à l'annexe H-4. Pour les autres situations (métaux dans les végétaux et la chair de gibier, Be dans le poisson), les teneurs de fond ont dû être estimées par modélisation, à partir des concentrations mesurées<sup>1</sup> ou estimées dans les milieux environnementaux. L'approche utilisée pour estimer les concentrations de chaque métal dans ces produits peut être résumée comme suit (détails disponibles à l'annexe F) :

- Chair de poisson : teneurs de fond estimées à partir des concentrations mesurées dans différentes espèces pêchées dans des lacs de la zone d'étude<sup>2</sup> (Proulx, *et coll.*, 2015). La médiane des valeurs rapportées<sup>3</sup> a été retenue. Pour le Be (non analysé dans cette étude), les teneurs de fond ont été estimées par modélisation à partir des teneurs de fond dans l'eau de surface;
- Végétaux terrestres (feuilles, fruits, racines) : teneurs de fond estimées à partir des teneurs de fond dans l'air ambiant (tableau 12) et dans les sols (tableau 13 pour les plantes potagères, tableau 14 pour les végétaux consommés par le gibier);
- Chair de gibier : comme pour les teneurs additionnelles (voir section 3.4.5), la moyenne des teneurs de fond maximales modélisées dans la chair des 4 espèces de gibier potentiellement consommées (tableau F-5) a été retenue.

Les teneurs de fond retenues dans les aliments d'origine locale pour estimer l'exposition des récepteurs humains sont présentées au tableau 17.

### 3.5.6 Apports via l'alimentation générale (bruit de fond)

Du fait de la présence naturelle de métaux dans la totalité des aliments, les apports en métaux découlant de la consommation alimentaire en général doivent être pris en compte pour estimer l'exposition bruit de fond. Pour les 7 métaux d'intérêt, les apports alimentaires (doses) ont été documentés pour la population canadienne par Santé Canada (information fournie à l'annexe I). Ces données sont considérées comme une information fiable et représentative de l'exposition de la population en général via l'alimentation.

1 Données disponibles pour certains métaux dans l'air, l'eau, les sédiments, les poissons et les invertébrés aquatiques/benthiques (voir annexes H-1 à H-6).

2 Dorés et perchaudes pêchés dans les lacs Osisko, Rouyn ou Dufault, en 2008, 2009 ou 2011.

3 Les données disponibles ont été rapportées sous la forme de moyennes calculées par lac, année d'échantillonnage et espèce. Données présentées à l'annexe H-4.



Dans la présente étude, les apports alimentaires en métaux ont été estimés en tenant compte d'une consommation significative de produits locaux (50% des végétaux, 50% de la viande et 100% du poisson). Afin de ne pas surestimer indûment l'exposition bruit de fond provenant de l'alimentation, l'apport alimentaire en métaux (valeurs indiquées à l'annexe I) a été réduit de 50%.

### 3.6 Doses d'exposition estimées

Les doses correspondant à l'exposition chronique des récepteurs pertinents<sup>1</sup> les plus exposés ont été estimées à partir des concentrations additionnelles présentées à la section 3.4 (doses additionnelles) et des teneurs de fond et apports alimentaires présentés à la section 3.5 (doses bruit de fond), selon le scénario d'exposition décrit à la section 3.2.3. Les doses par ingestion, contact cutané et inhalation ainsi estimées pour chaque tranche d'âge sont disponibles à l'annexe J. Les intervalles de doses sont présentés au tableau 18.

Pour les fins de l'estimation du risque, des doses d'exposition chronique par voies multiples (combinant toutes les voies d'exposition pertinentes pour estimer le risque)<sup>2</sup> et des niveaux d'exposition moyen à vie (permettant d'estimer le risque additionnel de cancer) ont également été estimés. Les doses d'exposition additionnelle par voies multiples correspondant à une exposition chronique sont présentées au tableau 19, et les niveaux d'exposition moyenne à vie<sup>3</sup> sont présentés au tableau 20. Il est à noter que ces dernières valeurs n'ont été calculées que pour les 5 métaux classés cancérigènes ou probablement cancérigènes pour l'humain et pour lesquels un risque unitaire (applicable à une concentration dans l'air) ou un coefficient de cancérigénicité (applicable à une dose) est disponible.

L'interprétation de ces résultats est présentée à la section 5.1 (contribution des doses additionnelles) et à la section 5.2 (niveaux de risques estimés), soit après analyse de l'incertitude (section 4).

1 C.-à-d. incluant les récepteurs résidentiel et institutionnels.

2 Voir section 5.2.1.

3 Niveaux correspondant à la l'exposition additionnelle cumulée durant 15 années (durée d'exploitation de la mine prévue) amortie sur 70 ans (INSPQ, 2012).

## 4. ANALYSE DE L'INCERTITUDE

Les principales sources d'incertitude associées aux données et à la méthodologie utilisées pour estimer l'exposition et les risques sont identifiées et discutées dans les sous-sections suivantes.

### 4.1 Substances à l'étude

La présente étude repose sur les résultats de l'étude sectorielle de l'ÉIE portant sur la modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques du Projet Horne 5 (WSP, 2021a). Cette étude sectorielle portait sur les substances qui pourraient être émises dans l'air par ce projet et qui sont soumises aux normes du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA) ou pour lesquelles il existe des critères de gestion du MELCC, et les concentrations de métaux dans l'air ont été modélisées pour la phase d'exploitation du Projet Horne 5 seulement. Les résultats des modélisations indiquaient que, pour tous les métaux, la contribution du Projet Horne 5 aux concentrations totales modélisées dans l'air était négligeable. Cependant, en raison de concentrations existantes élevées dans l'air du noyau urbain de Rouyn-Noranda<sup>1</sup>, les normes de qualité de l'atmosphère étaient dépassées ou approchées pour 7 métaux (As, Ba, Be, Cd, Cu, Ni, Pb). La présente étude porte sur ces 7 métaux, et rien ne laisse supposer que des métaux supplémentaires auraient dû être inclus à la liste des substances d'intérêt émises dans l'air.

Les résultats de modélisation de la dispersion atmosphérique indiquaient également de légers dépassements des critères de qualité de l'atmosphère du MELCC<sup>2</sup> pour la silice cristalline. L'évaluation des risques posés par les émissions atmosphériques de silice cristalline a fait l'objet d'un rapport distinct (Sanexen, 2020).

### 4.2 Valeurs toxicologiques de référence

Une caractérisation toxicologique exhaustive a été effectuée afin d'identifier les effets possibles des 7 métaux sur la santé ainsi que les VTR disponibles pour chacun d'eux, chaque durée d'exposition (aiguë et chronique) et chaque voie d'exposition (inhalation, ingestion et contact cutané).

Des VTR recommandées par des institutions de santé reconnues par l'INSPQ ont été identifiées pour la plupart des substances, notamment pour l'estimation du risque posé par une exposition chronique. Des VTR permettant d'estimer le risque de cancer étaient aussi disponibles pour les 5 substances classées comme cancérogènes ou probablement cancérogènes chez l'humain (As, Be, Cd, Ni, Pb). Des VTR par inhalation correspondant à des durées d'exposition plus courtes (ex. : 1 heure, 8 heures, 24 heures) ont également été identifiées pour 4 métaux (As, Cd, Cu, Ni). Afin de pallier l'absence de VTR pour une exposition aiguë, des VTR provisoires ont été dérivées de façon prudente, en appliquant des facteurs de sécurité. Sur cette base, il est attendu que le respect de ces VTR provisoires assure de l'absence de risque significatif.

En définitive, les 7 métaux ont pu être évalués pour une exposition à court et à long terme et, sur la base de l'information toxicologique disponible à ce jour, les VTR retenues sont jugées appropriées pour détecter les risques à la santé posés par ces 7 métaux.

1 Concentrations initiales correspondant aux données des stations Golf, WSP ou 08045 (WSP, 2021a).

2 MELCC (2018). Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère, version 6. <http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/Normes-criteres-qc-qualite-atmosphere.xlsx>

### 4.3 Récepteurs et scénario d'exposition

Les doses d'exposition estimées correspondent au récepteur le plus exposé, c.-à-d. à un individu fictif (car dans la réalité il est peu probable qu'un individu se comporte conformément au scénario d'exposition défini) situé à un endroit fictif (car, dans la réalité, les concentrations maximales de toutes les substances dans tous les milieux ne sont pas combinées au même endroit). De plus, pour l'exposition chronique, les récepteurs résidentiels et institutionnels ont été considérés, bien que la présence d'un même individu 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, durant plusieurs mois consécutifs à certains de ces récepteurs (ex. : écoles, CPE) soit improbable. L'approche inclusive retenue est donc particulièrement prudente. Ainsi, les doses d'exposition bruit de fond et additionnelles estimées ne sont représentatives ni d'un récepteur (individu/lieu) réel, ni de la population locale, et sont vraisemblablement surestimées.

Par ailleurs, l'exposition des récepteurs a été estimée selon une approche prudente, en tenant compte de toutes les voies d'exposition pertinentes et en se basant sur les taux d'exposition recommandés par l'INSPQ pour une approche déterministe; ces taux ne représentent ni une exposition moyenne ni un « pire scénario », mais se situent quelque part entre les deux (INSPQ, 2012). Par ailleurs, le scénario d'exposition retenu est basé sur celui recommandé par l'INSPQ pour des terrains à usage résidentiel en milieu rural, en ajustant<sup>1</sup> à la hausse la proportion de poisson d'origine locale (fixée à 100% au lieu de 50%) et en conservant la proportion d'aliments d'origine locale (50%) pour la viande et les fruits/légumes recommandée. Afin de représenter une alimentation complète, la moitié des apports en métaux provenant de l'alimentation générale (non locale) a également été considérée pour estimer l'exposition bruit de fond. Compte tenu de la popularité de la pêche et de la chasse sportive dans la région, les taux appliqués à la viande et au poisson semblent plausibles pour un individu qui chasse et pêche et qui se nourrit régulièrement (en saison et à l'année) avec ses prises. En l'absence d'information précise concernant l'agriculture urbaine (potager) et la cueillette, la vraisemblance du taux appliqué aux fruits/légumes est plus difficile à évaluer; le taux de 50% semble néanmoins prudent compte tenu de la courte durée de la saison estivale. La représentativité du facteur de 50% attribué aux apports via l'alimentation générale n'a pas été évaluée (elle pourrait varier en fonction du métal car certains aliments sont plus riches en certains métaux que d'autres); ce facteur affecte uniquement l'exposition bruit de fond.

### 4.4 Exposition additionnelle

#### 4.4.1 Concentrations additionnelles dans l'air

##### 4.4.1.1 Air ambiant

Les concentrations additionnelles de métaux dans l'air ambiant ont été estimées (par WSP) par modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions durant l'exploitation du Projet Horne 5, selon l'approche requise par le MELCC pour évaluer le respect du RAA. L'objectif de cette modélisation étant d'estimer les concentrations potentielles maximales qui pourraient être engendrées afin de les comparer aux normes en vigueur, la méthodologie utilisée conduit volontairement à une surestimation des concentrations modélisées dans l'air (modélisation selon des « scénarios pire cas »). Le conservatisme et les principales sources d'incertitude associées aux concentrations additionnelles de métaux dans l'air ambiant qui pourraient être engendrées par le Projet Horne 5 ont été identifiés et discutés dans le rapport de modélisation de la dispersion atmosphérique (WSP, 2021a). Les émissions de métaux qui pourraient

1 Les autres ajustements et leur justification sont décrits à la section 3.2.3.

être engendrées par les activités de construction/préproduction n'ont pas été modélisées par WSP<sup>1</sup> et n'ont donc pas pu être considérées dans la présente étude.

Trois scénarios d'émission ont été modélisés par WSP (variantes A, B et C décrites à la section 3.3.1), et les concentrations additionnelles modélisées selon les variantes B et C ont été retenues pour la présente étude. La variante B est représentative des premières semaines d'exploitation (c.-à-d. en présence de la halde temporaire de minerai) et la variante C est représentative des conditions d'exploitation à long terme. Pour les 7 métaux, les concentrations dans l'air modélisées selon la variante B sont supérieures ou égales à celles modélisées selon la variante C. L'utilisation des concentrations modélisées selon la variante B pour estimer l'exposition aiguë par inhalation (afin de représenter des pics d'exposition) était donc appropriée. Pour estimer l'exposition chronique, les concentrations obtenues selon la variante C ont été retenues car elles sont représentatives de l'exposition à long terme. Ces valeurs ne sont toutefois pas représentatives de la première année d'exploitation, c.-à-d. l'année durant laquelle la halde temporaire de minerai pourrait être présente quelques semaines. La concentration moyenne de métaux dans l'air calculée durant cette première année se situe entre les concentrations moyennes modélisées sur une base annuelle selon les variantes C et B. La comparaison de ces valeurs indique une variation comprise entre 1% et 47%, selon le métal et la taille des particules associées<sup>2</sup>. Compte tenu des résultats obtenus à partir de la variante C<sup>3</sup>, la conclusion de l'étude demeure valide pour la première année de l'exploitation.

Enfin, l'exposition additionnelle par inhalation a été estimée à partir des concentrations de métaux dans les PM<sub>10</sub>. Les PM<sub>10</sub> incluent des particules fines qui peuvent rejoindre les poumons et des particules plus grossières qui sont piégées dans les voies respiratoires supérieures (et possiblement ingérées). La proportion de PM<sub>10</sub> suffisamment petites pour pénétrer dans les voies respiratoires profondes est donc inférieure à 100%. Le fait de considérer que la quantité totale de métal présente dans les PM<sub>10</sub> peut atteindre la partie profonde du système respiratoire constitue une hypothèse prudente et peut conduire à une surestimation du risque par inhalation lorsque la VTR a été établie à partir de particules plus fines (ce qui est généralement le cas). L'exposition additionnelle par ingestion et contact cutané a quant à elle été estimée à partir des concentrations additionnelles modélisées dans les PST, soit la fraction jugée la plus appropriée pour ces deux voies d'exposition.

#### 4.4.1.2 Air intérieur

Pour l'exposition aiguë par inhalation, il a été considéré que les concentrations d'exposition correspondaient aux concentrations additionnelles maximales modélisées dans l'air ambiant, c.-à-d. sans tenir compte du fait que les récepteurs peuvent passer une partie du temps à l'intérieur d'un bâtiment (exposition 24 heures sur 24 à l'air extérieur). En présumant que l'intérieur des bâtiments ne représente pas une source de métaux dans l'air, cette hypothèse est prudente tout en étant représentative de situations plausibles.

Pour l'exposition chronique, la proportion du temps passé à l'intérieur des bâtiments a été prise en compte, et l'exposition a été estimée considérant que les concentrations de métaux dans l'air intérieur dépendent des échanges avec l'air extérieur. Conformément au guide du MEF (1996), la présente étude a été réalisée en supposant que 70% des particules – et donc des métaux – contenues dans l'air extérieur

1 Voir le mémo technique produit par WSP (2021c).

2 Ratio des concentrations additionnelles au récepteur le plus exposé (moyenne sur une base annuelle variante B / moyenne sur une base annuelle variante C) : As : 1,16, Ba : 1,07, Be : 1,02, Cd : 1,21, Cu : 1,13, Ni : 1,01, Pb : 1,17 (métaux sous forme de PM<sub>10</sub>), et As : 1,36, Ba : 1,08, Be : 1,02, Cd : 1,47, Cu : 1,27, Ni : 1,01, Pb : 1,39 (métaux sous forme de PST).

3 C.-à-d. très faible contribution de l'exposition additionnelle et niveaux de risque négligeables (voir section 5).

s'infiltreraient dans les résidences. Les taux d'infiltration rapportés dans la littérature, qui dépendent notamment de la taille des particules et de l'isolation<sup>1</sup> des résidences, varient entre 30% et 100%. La valeur retenue dans la présente étude est réputée conservatrice, particulièrement en conditions hivernales, et le niveau d'incertitude sur cette valeur est faible.

L'incertitude sur les concentrations dans l'air intérieur ainsi estimées est donc principalement reliée à l'incertitude sur les concentrations additionnelles dans l'air ambiant (discutée ci-haut).

#### 4.4.2 Concentrations additionnelles dans les sols et les poussières intérieures

##### 4.4.2.1 Sols

L'accumulation à long terme de métaux dans les sols à partir de retombées atmosphériques ne pouvant être prédite de façon satisfaisante<sup>2</sup>, la concentration additionnelle de métaux dans les sols a été considérée nulle dans la présente étude. Cette approche peut théoriquement conduire à une sous-estimation des concentrations additionnelles dans les sols et, par extension, dans les produits d'origine locale qui pourraient être consommés (ex. : petits fruits, chair de gibier). Néanmoins, l'information disponible dans la littérature suggère que l'accumulation de métaux dans les sols attribuable uniquement aux activités d'exploitation d'une mine<sup>3</sup> serait faible (Merrington et Alloway, 1994).

En complément à cette information issue de la littérature, un bilan de masse a été effectué à partir des taux de dépôt annuels moyens dans la zone d'étude estimés par modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions du Projet Horne 5 (valeurs fournies par WSP)<sup>4</sup>. Les bilans de masse ont été réalisés en supposant que la totalité (100%) des métaux déposés au cours de l'exploitation de la mine Horne 5 (15 ans) seraient retenus dans les sols de surface (horizon 0-5 cm). Les concentrations additionnelles maximales dans les sols de surface après ces 15 années ont été calculées à partir de cette hypothèse qui surestime les concentrations additionnelles cumulées dans le sol de surface. Malgré la prudence des hypothèses utilisées dans les calculs, la prise en compte du cumul à long terme des métaux découlant des retombées atmosphériques mène à une augmentation négligeable ( $\leq 0,009\%$ ) des concentrations totales dans les sols<sup>5</sup> pour l'ensemble des substances. Ces faibles variations ne sont donc pas susceptibles de mener à une modification des conclusions de la présente étude.

##### 4.4.2.2 Poussières intérieures

Les concentrations additionnelles dans les poussières intérieures ont été estimées par modélisation à partir des concentrations additionnelles dans l'air intérieur<sup>6</sup> et dans le sol de surface. L'incertitude sur ces concentrations découle donc de celle associée aux concentrations additionnelles dans l'air ambiant et dans le sol (discutées aux sections 4.4.1 et 4.4.2).

1 Les résidences bien isolées ont généralement un taux d'infiltration d'air inférieur à celles dont l'isolation est moins performante.

2 Une fois que les métaux sont déposés au sol, leur devenir est difficilement prévisible car il dépend de nombreux processus tels que remise en suspension dans l'air par l'érosion éolienne, ruissellement vers les plans d'eau environnants, et infiltration vers le sol plus en profondeur et/ou vers l'eau souterraine.

3 C.-à-d. en excluant les activités connexes d'une fonderie.

4 Données disponibles à l'annexe G.

5 Au récepteur le plus exposé dans la zone d'étude.

6 Sous forme de PST.

#### 4.4.3 Concentrations additionnelles dans l'eau

Compte tenu de la contribution négligeable<sup>1</sup> des émissions atmosphériques du Projet Horne 5 par rapport aux teneurs de fond dans l'air ambiant, aucun impact significatif de ces émissions n'est attendu sur la qualité de l'eau dans les lacs de la zone d'étude. L'utilisation d'une concentration additionnelle nulle dans l'eau potable et l'eau de surface est donc une source d'incertitude jugée négligeable dans le contexte de la présente étude, qui porte uniquement sur les émissions atmosphériques du Projet Horne 5 et ne tient pas compte des rejets aqueux dans le système aquatique.

#### 4.4.4 Concentrations additionnelles dans les aliments d'origine locale

L'analyse de l'incertitude sur les concentrations de métaux modélisées dans les aliments d'origine locale est davantage documentée à la section 4.5.4 car quelques données étaient disponibles pour fins de comparaisons. Les concentrations additionnelles étant modélisées de la même façon, les résultats de cette analyse s'appliquent également aux concentrations additionnelles.

Ainsi, les concentrations additionnelles modélisées dans les végétaux fournissent vraisemblablement un estimé réaliste de l'impact attendu des émissions atmosphériques du Projet Horne 5. Pour ce qui est de la chair de gibier, il ne peut être exclu que les concentrations additionnelles modélisées sous-estiment l'impact attendu des émissions atmosphériques du Projet Horne 5. Toutefois, même en multipliant les concentrations additionnelles dans la chair de gibier par 10, les doses d'exposition estimées pour les récepteurs restent très faibles et le risque demeure négligeable. L'incertitude associée aux concentrations additionnelles de métaux estimées dans la viande de gibier n'est donc pas susceptible d'avoir faussé les conclusions de la présente étude.

Les concentrations additionnelles retenues dans l'eau de surface étant nulles, les concentrations additionnelles de métaux dans la chair de poisson de la zone d'étude ont également été considérées nulles. Comme pour l'eau de surface, cette hypothèse est une source d'incertitude jugée négligeable.

### 4.5 Exposition bruit de fond

#### 4.5.1 Teneurs de fond dans l'air

##### 4.5.1.1 Air ambiant

Les données de suivi de la qualité de l'air disponibles correspondent à des concentrations de métaux dans les particules totales (PST). Ces concentrations sont appropriées pour estimer l'exposition par ingestion et contact cutané et pour estimer les transferts multimédias, alors que leur utilisation pour estimer l'exposition par inhalation conduit à une surestimation<sup>2</sup>. Bien que l'ampleur de cette incertitude ne puisse pas être quantifiée en l'absence de données comparatives, il est vraisemblable que les concentrations de métaux dans les PST et les PM<sub>10</sub> soient du même ordre de grandeur. L'impact de cette incertitude sur les résultats est donc jugé faible.

1 Se ≤ 0,011%.

2 Explication fournie à la section 4.4.1.1.

Les teneurs de fond l'air ont été déterminées selon une approche cohérente avec la méthodologie retenue pour estimer l'exposition additionnelle des récepteurs, à partir des données acquises à différentes stations à Rouyn-Noranda entre 2015 et 2017 (voir section 3.5.1). Ainsi, afin de représenter le récepteur le plus exposé de la zone d'étude, les teneurs de fond ont été établies à partir des données obtenues à la station d'échantillonnage indiquant les concentrations moyennes les plus élevées<sup>1</sup>. Du fait de cette approche prudente, les teneurs de fond retenues sont représentatives des récepteurs les plus exposés avant implantation du Projet Horne 5; elles sont toutefois surestimées pour la majorité des récepteurs de la zone d'étude (variabilité spatiale). Par ailleurs, en raison d'efforts déployés localement pour améliorer la qualité de l'air, les teneurs de fond retenues pourraient ne plus être représentatives de la situation actuelle ou de la situation sur toute la durée du Projet (variabilité temporelle). Ainsi, compte tenu de l'approche prudente retenue, l'exposition bruit de fond pourrait avoir été surestimée.

La présente étude visait notamment à estimer la contribution du Projet à l'exposition de la population. Dans ce contexte, l'utilisation d'une exposition bruit de fond surestimée (en raison de la variabilité spatiale et temporelle des teneurs de fond dans l'air) peut conduire à une sous-estimation de la contribution du Projet. Afin de mieux évaluer la contribution potentielle du Projet Horne 5 à l'exposition de la population, une seconde estimation de l'exposition a été effectuée afin de représenter une situation où les teneurs de fond dans l'air seraient égales aux normes de qualité de l'air en vigueur au Québec (RAA). La contribution du Projet a été réestimée en substituant la teneur de fond par la norme applicable sur une base annuelle (cas de l'As, du Ba, du Cd et du Pb)<sup>2</sup> ou sur 24 h (cas du Cu et du Ni)<sup>3</sup>. Les concentrations ainsi modélisées dans les médias environnementaux sont présentées à l'annexe F et les doses qui en découlent sont présentées à l'annexe J<sup>4</sup>. Les résultats sont discutés à la section 5.1.

#### 4.5.1.2 Air intérieur

L'incertitude associée aux teneurs de fond dans l'air intérieur découle de celle associée aux teneurs de fond dans l'air ambiant (discutée ci-haut) et à l'approche utilisée (discutée à la section 4.4.1).

1 Pour la plupart des métaux (As, Cd, Cu, Pb), il s'agit de la station 08006 qui est installée à l'extrême nord du quartier Notre-Dame (près du 250, 6<sup>e</sup> rue) à l'intérieur de la limite du parc industriel.

2 Norme sur une base annuelle : As :  $3 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Ba :  $5 \times 10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Cd :  $3,6 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$  et Pb :  $1 \times 10^{-1} \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

3 Norme sur 24 heures : Cu :  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et Ni :  $1,4 \times 10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

4 Tableau J-3.



## 4.5.2 Teneurs de fond dans les sols et les poussières intérieures

### 4.5.2.1 Sols

Dans le sol de surface, les teneurs de fond de 3 métaux (As, Cd et Pb) au récepteur le plus exposé de la zone d'étude correspondent aux concentrations maximales mesurées dans le sol de surface de terrains résidentiels répartis dans le périmètre urbain de Rouyn-Noranda (DSPu-AT, 2020). Ces concentrations ayant été mesurées récemment, dans la couche de sol pertinente (sol non remanié) et à des lieux représentatifs des milieux de vie, le niveau d'incertitude associé à ces données est faible. Par ailleurs, compte tenu de l'ensemble des données rapportées par la DSPu-AT dans les sols de surface échantillonnés en 2018 dans le quartier Notre-Dame (DSPu-AT, 2019)<sup>1</sup> et dans des matériaux de surface (sol, sable ou gravier) provenant du périmètre urbain, incluant le QND (DSPu-AT, 2020)<sup>2</sup>, les teneurs de fond attribuées au sol de surface sont vraisemblablement représentatives des concentrations les plus élevées dans des secteurs considérés comme contaminés du noyau urbain de Rouyn-Noranda.

Pour toutes les autres situations, les teneurs de fond retenues dans les sols sont basées sur des données datant des années 1997-1999 (Henderson, *et coll.*, 2002). Pour certains métaux<sup>3</sup>, les concentrations se sont avérées être plus élevées dans le sol de surface que dans la couche de sol sous-jacente. Les teneurs de fond retenues ont été estimées à partir des meilleures données disponibles (c.-à-d. des données locales représentatives de la zone d'étude) et correspondent à une estimation prudente de la moyenne (LSC95) des concentrations mesurées<sup>4</sup>. Afin d'évaluer leur validité pour représenter les concentrations existantes actuellement, les valeurs retenues ont été comparées, dans la mesure du possible, avec des données plus récentes, issues d'études de caractérisation réalisées en 2019-2020 sur des terrains a priori non remaniés<sup>5</sup> de la zone d'étude. Pour les 7 métaux étudiés, ces teneurs de fond retenues dans les sols (0-5 cm et 5-30 cm) sont du même ordre de grandeur que les concentrations les plus élevées mesurées récemment dans des sols prélevés à faible profondeur (0-10, 0-15, 0-25, 0-30 ou 0-60 cm). Malgré les limites d'interprétation de cette comparaison<sup>6</sup>, cela indique que les teneurs de fond retenues sont valides pour représenter les concentrations existantes de métaux dans les sols non remaniés de la zone d'étude.

- 1 Concentrations mesurées dans les sols de surface (0-2,5 cm) de 32 terrains résidentiels, minimum-maximum (moyenne arithmétique): As : 3,4 – 104 (22) mg/kg (incluant 2 terrains >100 mg/kg et 5 terrains >30 mg/kg), Cd : 0,35 - 9,3 (2,2) mg/kg (incluant 1 terrain >5 mg/kg), et Pb : 8 – 658 (136) mg/kg (incluant 1 terrain >500 mg/kg). Comme la plupart des terrains du QND ont été décontaminés en 1990, ces données ne sont vraisemblablement pas représentatives des concentrations existantes dans des sols non remaniés. La comparaison de ces données avec les teneurs de fond est donc fournie ici à titre indicatif. Par ailleurs, les terrains présentant les concentrations les plus élevées (As>30 ppm, Cd>5 ppm, Pb>500 ppm) ont été identifiés par la DSPu-AT (2019) pour être décontaminés.
- 2 Concentrations mesurées dans les sols de surface (0-3 cm), a priori non remaniés, de 156 terrains résidentiels échantillonnées en été 2019 : minimum-maximum (moyenne) pour As : 0,2-63 (14) mg/kg (incluant 10 terrains >30 mg/kg), Cd : 0,25 - 18 (3,3) mg/kg (incluant 33 terrains >5 mg/kg), et Pb : 6 – 630 (126) mg/kg (incluant 4 terrains >500 mg/kg). Les concentrations mesurées dans les terrains publics (terre, sable ou gravier provenant de 28 parcs/écoles, 27 CPE/garderies, et 26 ruelles du QND) étaient inférieures aux concentrations maximales rapportées pour les terrains résidentiels.
- 3 As, Ba, Cd, Cu, Pb (voir tableau 14).
- 4 LSC95 déterminée à l'aide d'un logiciel reconnu (ProUCL) permettant la prise en compte des valeurs sous les limites de détection analytique des laboratoires (< LD) de façon appropriée, notamment lorsque la proportion de valeurs <LD est variable.
- 5 Deux études : i) SNC-Lavalin, 2019 : Évaluation environnementale de site – phase 1 et caractérisation des sols en surface. Site du 454, chemin Saint-Luc à Rouyn-Noranda (Québec), et ii) WSP (en cours) : travaux de caractérisation des sols de surface dans le cadre du Projet Horne 5 (sols situés le long du tracé proposé des conduites de résidus et d'eau fraîche projetées; sols échantillonnés en 2019; localisation proposée des conduites disponible à la Carte 2-2 de l'ÉIE, reproduite dans l'annexe A du présent rapport).
- 6 Les données récentes correspondent à des échantillons de sol prélevés sur une plus grande profondeur (comprise entre 0-10 cm et 0-60 cm) que les échantillons de sol de surface retenus pour les teneurs de fond (0-5 cm). Advenant un gradient vertical de concentration (situation découlant d'une contamination aéroportée), la concentration mesurée sera plus élevée dans les 5 premiers cm de sol que dans les 10-60 premiers cm de sol. Pour leur part, les données de Henderson ne tiennent pas compte des retombées des 2 dernières décennies ni du devenir environnemental des métaux (ex. : lixiviation, pertes par érosion).



En conclusion, les teneurs de fond retenues dans les sols sont basées sur les meilleures données disponibles et ont été dérivées selon une approche prudente. Ces teneurs de fond dans les sols sont vraisemblablement représentatives des concentrations de métaux les plus élevées dans la zone d'étude (sols qui n'ont pas été remaniés ni remplacés dans le cadre de la décontamination de certains terrains).

#### 4.5.2.2 Poussières intérieures

Les teneurs de fond en métaux dans les poussières intérieures ont été estimées par modélisation à partir des teneurs de fond dans le sol de surface et dans l'air intérieur<sup>1</sup>. Les proportions de poussières intérieures correspondant à des particules de sol (30% en été, 0% en hiver) ou à des particules en suspension dans l'air (10% en été, 14,3% en hiver) ont été documentées à partir de la littérature. Bien qu'il soit attendu que ces proportions varient d'une résidence/région à l'autre, le niveau d'incertitude sur celles-ci est jugé relativement faible. L'incertitude sur les concentrations dans les poussières ainsi estimées est donc principalement reliée à l'incertitude sur les teneurs de fond dans l'air ambiant et/ou dans le sol de surface.

### 4.5.3 Teneurs de fond dans l'eau

#### 4.5.3.1 Eau potable

Pour les 7 métaux, les teneurs de fond dans l'eau potable ont été déterminées selon une approche prudente, à partir des concentrations mesurées dans l'eau potable distribuée par la ville de Rouyn-Noranda et des concentrations de métaux mesurées dans le lac Dufault, qui est la principale source d'approvisionnement du réseau d'aqueduc de la ville. Sur la base de l'information disponible, les teneurs de fond retenues sont jugées représentatives de la réalité pour la population desservie par le réseau d'aqueduc.

#### 4.5.3.2 Eau de surface

Pour les 7 métaux, les teneurs de fond dans l'eau de surface sont basées sur des concentrations mesurées dans des plans d'eau de la zone d'étude, après exclusion des plans d'eau non fréquentés pour des activités humaines et visiblement déjà affectés par les activités minières/industrielle. L'incertitude sur ces valeurs est très faible.

### 4.5.4 Teneurs de fond dans les aliments d'origine locale

Faute de données locales, les teneurs de fond dans les végétaux et dans la chair de gibier et/ou de poisson<sup>2</sup> ont été modélisées. Comme tous les modèles correspondent à une simplification de processus complexes, les résultats produits correspondent à une approximation de la réalité. Le recours à la modélisation peut aussi bien sous-estimer que surestimer l'exposition des récepteurs.

1 Sous forme de PST, lorsque disponible.

2 Les teneurs de fond dans la chair de poisson sont basées sur des données mesurées, sauf pour Be.

Très peu de données permettant d'évaluer l'incertitude sur les concentrations modélisées dans les aliments d'origine locale sont disponibles à des fins comparatives. En effet, considérant l'historique d'activités industrielles dans la région de la zone d'étude, les concentrations de métaux dans des produits similaires rapportées pour d'autres régions (industrialisées ou non) ou dans les aliments achetés dans le commerce ne sauraient représenter adéquatement la zone d'étude.

L'analyse de l'incertitude portant sur chaque type de produit est détaillée dans les sous-sections suivantes. Globalement, bien que les teneurs de fond modélisées dans les aliments d'origine locale soient incertaines, l'information disponible suggère qu'elles fournissent un ordre de grandeur des concentrations réellement attendues.

#### 4.5.4.1 Végétaux

Les teneurs de fond dans les végétaux ont été estimées pour 2 catégories de végétaux, soit ceux consommés par les récepteurs humains (désignés comme des plantes potagères) et ceux servant de nourriture au gibier (végétation herbacée, arbustive et arborescente). Les processus de transfert ont été modélisés de façon semblable, à partir des teneurs de fond dans l'air et dans le sol associées à chaque catégorie (voir annexe F).

Aucune donnée locale n'était disponible pour évaluer les concentrations de métaux dans des plantes potagères. Toutefois, pour 3 métaux (Cu, Ni et Pb), des données mesurées étaient disponibles dans les tissus de plusieurs espèces d'arbres échantillonnés dans la région<sup>1</sup> (Johnson, 2002)<sup>2</sup>. Les teneurs de fond modélisées dans les feuilles de la végétation arborescente sont du même ordre de grandeur que les valeurs moyennes mesurées aux alentours du CMH5 (dans un rayon de 5 km environ)<sup>3</sup>. Plus précisément, elles se sont avérées légèrement supérieures aux valeurs mesurées (Cu et Pb)<sup>4</sup>, ou légèrement inférieures aux valeurs mesurées (Ni)<sup>5</sup>. Pour le Cu et le Pb, la surestimation apparente des concentrations dans la végétation arborescente peut s'expliquer par le fait que le dépôt atmosphérique, qui contribue fortement aux valeurs modélisées, a été estimé à partir de concentrations dans l'air mesurées à environ 300 m de la fonderie<sup>6</sup>, alors que le secteur échantillonné se trouvait 5 km plus loin (Johnson, 2002). Une telle surestimation n'est pas observée pour le Ni, possiblement parce que la teneur de fond en Ni retenue dans l'air est significativement plus faible que pour les 2 autres métaux<sup>7</sup> et contribue beaucoup moins à la concentration dans les feuilles. En définitive, les écarts observés entre les concentrations mesurées et modélisées sont jugés faibles et suggèrent que les teneurs de fond modélisées dans les végétaux (incluant les plantes potagères) sont réalistes.

- 1 Sites d'échantillonnages localisés dans un rayon de 5, 15 ou 35 km de la fonderie Horne et positionnés dans la direction des vents dominants (c.-à-d. au nord-est de la fonderie).
- 2 Données disponibles dans différents tissus (feuilles, tiges, tronc, écorce et racines fines). Il est à noter que la thèse ne spécifie pas si les concentrations rapportées sont en base sèche ou humide. Puisqu'il a été mentionné que les échantillons ont été séchés avant que les concentrations en métaux ne soient déterminées, il a été supposé que les valeurs rapportées étaient en base sèche.
- 3 Données les plus pertinentes compte tenu de la zone d'étude.
- 4 Valeurs modélisées (Cu : 27 mg/kg<sub>sec</sub> et Pb : 19 mg/kg<sub>sec</sub>) 2 à 5 fois plus élevées que les valeurs mesurées (Cu : 12,8 mg/kg<sub>sec</sub> et Pb : 4,0 mg/kg<sub>sec</sub>).
- 5 Valeurs modélisées (0,94 mg/kg<sub>sec</sub>) environ 4 fois plus faibles que les valeurs mesurées (3,6 mg/kg<sub>sec</sub>).
- 6 Station d'échantillonnage 08006 (localisation indiquée à la figure 3).
- 7 Par 10 et 100 fois, respectivement, comparé au Cu et au Pb.

#### 4.5.4.2 Chair de gibier

À défaut de données mesurées<sup>1</sup>, les concentrations de métaux dans la viande de gibier local (mammifères et oiseaux) ont été modélisées à partir de facteurs de biotransfert (FBT) documentés à partir de la littérature pour 2 espèces de référence (un mammifère, le bœuf, et un oiseau, le poulet). La consommation d'abats n'a pas été considérée pour estimer l'exposition dans la présente étude car leur consommation est déconseillée<sup>2</sup>. Les FBT ont été ajustés aux espèces d'intérêt à l'aide d'équations allométriques. Toutefois les différences de conditions d'exposition (type de nourriture, durée d'exposition, etc.) des organismes de référence et des espèces de gibier n'ont pas pu être prises en compte. Globalement, le niveau d'incertitude associé aux concentrations ainsi modélisées dans la viande de gibier est jugé élevé.

Compte tenu de ce qui précède, une analyse de sensibilité a été réalisée afin d'évaluer l'effet d'une sous-estimation potentielle des concentrations de métaux dans la viande de gibier sur les niveaux d'exposition bruit de fond estimés pour les récepteurs humains. L'analyse a été réalisée en multipliant par 10 les teneurs de fond estimées dans la viande de gibier. Les doses d'exposition par ingestion estimées pour les tout-petits (0-6 mois) étaient peu affectées par la concentration dans la viande de gibier (augmentation des doses comprises 0,1% à 17 %, selon le métal). Pour les autres groupes d'âge, les doses d'exposition par ingestion calculées étaient peu affectées pour le baryum (augmentation inférieure à 5%) et davantage affectées pour les autres métaux (As et Ni : augmentation comprise entre 17% et 64%; Be, Cd, Cu et Pb : augmentation comprise entre 120% et 420%). Cette analyse indique que, selon le scénario d'exposition utilisé (qui considère que la viande de gibier représente 50% de la viande consommée par les récepteurs), la dose d'exposition bruit de fond par ingestion pourrait être influencée de façon significative par les teneurs en métaux dans la viande. Toutefois, en l'absence de concentrations mesurées dans la viande de gibier, ces résultats ne permettent pas de déterminer si les doses d'exposition découlant de la consommation de gibier d'origine locale sont représentatives de l'exposition réelle des personnes qui consomment beaucoup de gibier chassé localement.

#### 4.5.4.3 Chair de poisson

Les teneurs de fond dans la chair de poisson ont été déterminées à partir de concentrations mesurées dans la région (excepté pour le Be) et sont donc associées à une faible incertitude. Pour le Be, aucune mesure permettant d'évaluer la concentration modélisée n'est disponible. Toutefois, considérant que les poissons n'accumulent pas significativement ce métal (ATSDR, 2002), que la concentration dans le poisson a été modélisée selon une approche prudente<sup>3</sup> et que consommation du poisson contribue peu (<3,5%) à la dose d'exposition bruit de fond estimée, l'incertitude sur la teneur de fond en Be dans la chair de poisson n'est pas susceptible d'avoir influencé les conclusions de la présente étude de façon significative.

1 Les seules données disponibles correspondent à des concentrations de Cd mesurées dans les abats d'originaux.

2 <https://www.ciass-at.gouv.qc.ca/attention-a-la-consommation-dabats/>

3 En sélectionnant le facteur de bioaccumulation le plus élevé (FBA de 100; OEHA (2012) indique un FBA de 40).

#### 4.5.5 Apports alimentaires de la population en général

Les apports alimentaires en métaux documentés pour la population générale correspondent *a priori* à une alimentation normale et complète, et ont été estimés à partir de concentrations mesurées dans des aliments achetés dans le commerce. Ces apports sont jugés représentatifs de l'exposition de la population canadienne. Dans la présente étude, la moitié de ces apports alimentaires a été intégrée dans l'estimation de l'exposition bruit de fond, en complément de la consommation de végétaux, viande et poisson d'origine locale déjà incluse dans le scénario d'exposition. Dépendamment de la prévalence d'un métal dans une catégorie d'aliments, cet ajustement pourrait conduire à une sous-estimation ou à une surestimation des apports alimentaires estimés. L'impact de cette incertitude n'a pas été quantifié. Toutefois il devrait être limité (sans effet sur l'ordre de grandeur des doses bruit de fond découlant de la consommation d'aliments).

#### 4.6 Conclusion sur l'incertitude

Les hypothèses retenues pour estimer l'exposition bruit de fond et additionnelle des récepteurs sont généralement prudentes tout en restant réalistes. Les niveaux d'exposition estimés sont vraisemblablement représentatifs de l'exposition des récepteurs les plus exposés, tels que définis dans la présente étude (récepteurs fictifs), et sont vraisemblablement surestimés par rapport à la réalité.

## 5. CONTRIBUTION DU PROJET À L'EXPOSITION ET RISQUES ASSOCIÉS

### 5.1 Contribution du Projet Horne 5 à l'exposition

Les émissions du Projet à elles seules ne sont pas susceptibles de mener au dépassement des normes en vigueur puisque les concentrations additionnelles pour le récepteur le plus exposé (tableaux 8 et 9) sont 76 à 45 000 fois plus faibles que les normes du RAA. Afin de mettre en perspective ces résultats avec les niveaux auxquels la population est susceptible d'être déjà exposée dans le noyau urbain de Rouyn-Noranda, la contribution des émissions du Projet Horne 5 a été estimée.

La contribution des émissions du Projet Horne 5 à l'exposition de la population (représentée par le récepteur le plus exposé) a pu être estimée pour l'exposition aiguë (sur 24 heures)<sup>1</sup> et pour l'exposition chronique, à partir des concentrations et doses additionnelles présentées aux tableaux 8 et 19, et des teneurs et doses bruit de fond présentées au tableau 12 et à l'annexe J. Les contributions obtenues<sup>2</sup> sont présentées au tableau 21. Pour chaque métal, ces résultats correspondent à la contribution estimée pour un récepteur fictif qui serait exposé à la fois à la teneur de fond et à la concentration additionnelle les plus élevées. Ces résultats peuvent être résumés comme suit :

- Exposition aiguë par inhalation : les concentrations additionnelles maximales modélisées dans l'air ambiant de la zone d'étude (tableau 8)<sup>3</sup> sont 140 à 5 000 fois plus faibles que les teneurs de fond (tableau 12), et la contribution des émissions du Projet Horne 5 varie de 0,02% à 0,7%, selon le métal (tableau 21). Il importe de préciser que dans les secteurs résidentiels adjacents au parc industriel (secteurs sud, sud-ouest et nord-ouest), où il est probable qu'un individu soit présent durant 24 heures consécutives, les concentrations additionnelles maximales modélisées sur 24 heures sont 3 à 52 fois plus faibles (selon le métal et le récepteur)<sup>4</sup> que celles utilisées pour le calcul des contributions (les contributions sont donc également plus faibles d'autant);
- Exposition chronique par ingestion, contact cutané ou inhalation : les doses additionnelles modélisées sont environ 10 000 à 1 600 000 de fois plus faibles que les doses bruit de fond<sup>5</sup> (annexe J), et la contribution des émissions du Projet Horne 5 varie, pour la tranche d'âge la plus exposée, entre 0,0001% et 0,01% selon la voie d'exposition et le métal (tableau 21).

En raison de la variabilité spatiale et temporelle des teneurs de fond et des concentrations additionnelles, il est attendu que la contribution du Projet varie d'un récepteur à l'autre et qu'elle évolue dans le temps advenant une diminution significative des teneurs de fond. Comme les teneurs de fond dans les années futures ne peuvent être prédites avec précision, la contribution du Projet a été réestimée en substituant la teneur de fond par la norme de qualité de l'atmosphère en vigueur au Québec<sup>6</sup> pour estimer l'exposition bruit de fond. Les résultats, présentés au tableau 22, indiquent que la contribution maximale des émissions

1 Les teneurs de fond sur des périodes plus courtes (ex. : 1 heure ou 8 heures) ne sont pas documentées pour les métaux donc aucune contribution n'a pu être estimée pour de telles périodes.

2 La contribution correspond à l'exposition qui pourrait être engendrée par les émissions atmosphériques du Projet Horne 5 (concentration additionnelle maximale ou dose additionnelle maximale) divisée par l'exposition totale (bruit de fond + additionnelle). Les valeurs utilisées pour ce calcul sont indiquées dans les notes du tableau 21.

3 Concentrations maximales au récepteur le plus exposé (secteur du GOLF). Il est peu probable qu'un individu soit présent dans ce secteur 24 heures consécutives.

4 Concentration maximale sur 24 heures au récepteur GOLF divisée par concentration maximale sur 24 heures au récepteur RES\_Sud, RES\_Nord-ouest ou RES\_Sud-ouest. As : 23 à 52 fois, Ba : 22 à 44 fois, Be : 7 à 13 fois, Cd : 23 à 52 fois, Cu : 18 à 22 fois, Ni : 3 à 7 fois, Pb : 23 à 52 fois.

5 Selon la substance, la tranche d'âge et la voie d'exposition. Dose additionnelle plus faible que la dose bruit de fond (par voie et par tranche d'âge) par au moins 9 900 fois (Be), 12 800 fois (Ni), 35 300 fois (Cd), 167 650 fois (Cd), 274 550 fois (Ba), et 839 280 fois (Pb).

6 Norme sur une base annuelle pour As ( $3 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Ba ( $5 \times 10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Cd ( $3,6 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et Pb ( $1 \times 10^{-1} \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), et norme sur 24 heures pour Cu ( $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et Ni ( $1,4 \times 10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Exercice non réalisé pour le Be puisque les teneurs de fond retenues sont plus faibles que la norme en vigueur.

du Projet au récepteur le plus exposé demeurerait négligeable (0,0002% à 0,3% pour l'exposition chronique, 0,3% et 1,3% pour l'exposition sur 24 heures) et, comme précédemment, les contributions sur 24 heures dans les secteurs résidentiels ( $\leq 0,09\%$ )<sup>1</sup> seraient significativement plus faibles que pour le récepteur le plus exposé.

Ces résultats montrent que, pour les 7 métaux, les concentrations dans l'air qui pourraient être engendrées par les émissions atmosphériques du Projet Horne 5 sont très faibles et que leur contribution à l'exposition de la population dans le noyau urbain de Rouyn-Noranda peut être considérée négligeable, à court et à long terme. Cette conclusion reste valide advenant une diminution significative des teneurs de fond de dans l'air.

## 5.2 Risques à la santé associés aux émissions atmosphériques du Projet Horne 5

### 5.2.1 Approche méthodologique

L'estimation des risques consiste à mettre en relation les niveaux d'exposition estimés (concentration ou dose d'exposition par voies multiples<sup>2</sup>) avec les VTR correspondantes<sup>3</sup>.

Pour les effets avec seuil, le risque est estimé à partir d'un indice de risque (IR) qui correspond au niveau d'exposition (concentration ou dose) divisé par la VTR exprimée dans la même unité. Les VTR étant définies comme des concentrations ou des doses n'entraînant pas d'effet néfaste sur la santé advenant une exposition continue de la durée indiquée, un IR inférieur ou égal à l'unité ( $IR \leq 1$ ) indique l'absence d'effets sur la santé lorsqu'il est calculé à partir du niveau d'exposition totale. S'il est calculé à partir d'une fraction de l'exposition totale (ex. : exposition additionnelle découlant d'un projet), le résultat doit être interprété en fonction de la valeur de l'indice de risque obtenu ( $IR_{Add}$ ) et en tenant compte de l'incertitude associée au niveau d'exposition estimé.

Le risque additionnel de cancer est quant à lui exprimé en termes de probabilité et il est évalué par rapport un niveau de risque additionnel de cancer jugé négligeable. Le risque est calculé en multipliant le niveau d'exposition moyen estimé sur la durée de vie (concentration ou dose) par le risque unitaire ou le coefficient de cancérogénicité correspondant. Le niveau de risque global est obtenu en additionnant les risques calculés pour chaque substance et chaque voie d'exposition. Ce niveau de risque global est ensuite comparé avec le niveau jugé négligeable au Québec (INSPQ, 2012), soit 1 cas additionnel par million d'individus ( $1E-06$ ) qui seraient exposés toute leur vie durant dans les conditions d'exposition décrites.

1 Contribution maximale (sur 24 heures) dans les secteurs résidentiels : 0,06%-0,07% (Cu), et 0,04%-0,09% (Ni).

2 Combinaison ingestion + contact cutané : en l'absence de VTR par voie cutanée, la VTR par ingestion s'applique à la dose d'exposition combinée par ingestion et par contact cutané.

Combinaison ingestion + contact cutané + inhalation : lorsque rien n'indique que la substance a une toxicité différente par inhalation et par ingestion, ou lorsqu'aucune VTR par inhalation n'est disponible; il est alors présumé que la substance a une toxicité semblable par l'une et l'autre voie et les doses par inhalation, ingestion et contact cutané sont combinées pour estimer le risque posé par l'exposition via toutes ces voies. Dans le cas contraire, c.-à-d. lorsque la substance a une toxicité spécifique par inhalation, il existe généralement une VTR propre à l'inhalation et le risque par inhalation est estimé et évalué séparément.

3 VTR exprimées sous forme de concentration ou de dose (pour estimer les risques d'effets autres que le cancer) ou sous forme de risque unitaire ou de coefficient de cancérogénicité (pour estimer le risque additionnel de cancer). Valeurs présentées à la section 2.3.

### 5.2.2 Niveaux de risque estimés

Les niveaux de risque d'effets sur la santé ont été estimés pour les émissions atmosphériques du Projet Horne 5 en utilisant les VTR identifiées (tableaux 2 à 4) pour des expositions de courte durée (inhalation sur des périodes de 1 heure, 8 heures et/ou 24 heures, selon le métal) et de longue durée (exposition chronique et exposition cumulée durant les 15 années d'exploitation prévues). Les niveaux de risque obtenus sont présentés aux tableaux 23 et 24. Ces résultats sont résumés ci-après :

- Exposition aiguë par inhalation: les  $IR_{Add}$  maximaux (correspondant au récepteur le plus exposé de chaque situation) varient entre 0,00007 et 0,01, selon la durée d'exposition et le métal (tableau 23);
- Exposition chronique par inhalation et/ou exposition combinée de voies multiples : les  $IR_{Add}$  maximaux (correspondant au récepteur pertinent le plus exposé) varient entre 0,0000002 et 0,0003, selon le métal (tableau 23);
- Exposition cumulée aux métaux cancérogènes : le niveau maximal de risque additionnel de cancer estimé est très faible (4E-09, tableau 24), ce qui équivaut à 1 cas sur 250 millions d'individus qui seraient exposés selon les conditions décrites<sup>1</sup>).

Ces résultats montrent que, pour les 7 métaux, les niveaux maximums d'exposition sont plus faibles par au moins 100 fois (pics d'exposition sur 24 heures), 3 300 fois (exposition chronique) et 250 fois (exposition cumulée sur les 15 années d'exploitation prévue) que les niveaux d'exposition jugés sécuritaires (VTR pour effets autres que le cancer ou risque additionnel de cancer jugé négligeable par l'INSPQ). Ces résultats permettent de conclure que, pour tous ces métaux, le risque pour la santé humaine posé par les émissions atmosphériques qui pourraient être engendrées par le Projet Horne 5 est négligeable, quelles que soient la durée et les voies d'exposition.

1 Un risque de 4E-09 (ou 0,004 cas par million) est équivalent à 1 cas sur 250 millions (1/0,004).

## 6. CONCLUSION

L'exposition de la population locale aux métaux qui pourraient être émis dans l'air par les activités d'exploitation du Projet Horne 5 au site du CMH5 a été estimée, mise en perspective avec une estimation de l'exposition existante et utilisée pour estimer les risques à la santé humaine posés par ces apports en métaux dans l'environnement. Les niveaux d'exposition ont été estimés en se basant sur la combinaison de multiples hypothèses prudentes<sup>1</sup> et selon les procédures d'estimation de l'exposition de l'INSPQ. Toutes les voies d'exposition pertinentes ont été considérées, incluant la consommation de quantités significatives d'aliments produits localement (végétaux, gibier, poisson).

Pour les 7 métaux évalués (arsenic, baryum, béryllium, cadmium, cuivre, nickel, plomb), les résultats permettent de conclure que les concentrations dans l'air qui pourraient être engendrées par les émissions atmosphériques du Projet Horne 5 dans le noyau urbain de Rouyn-Noranda sont très faibles et que leur contribution à l'exposition de la population est négligeable. De plus, le risque pour la santé humaine posé par ces émissions additionnelles est négligeable, à court et à long terme.

---

1 L'examen de l'incertitude présenté à la section 4 montre que ces niveaux d'exposition sont vraisemblablement surestimés.



## 7. RÉFÉRENCES

ATSDR (2002). Public Health statement - Beryllium - CAS#: 7440-41-7. Division of Toxicology - ATSDR. 7 p. <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp4-c1-b.pdf>.

DSPu-AT (2019). Rapport de l'étude de biosurveillance menée à l'automne 2018 sur l'imprégnation au plomb, au cadmium et à l'arsenic des jeunes enfants du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda. Direction de la santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue.

DSPu-AT (2020). Rapport de la caractérisation préliminaire des sols à l'arsenic, au cadmium et au plomb dans le périmètre urbain de Rouyn-Noranda. Direction de santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue, unité de santé environnementale. [https://www.ciass-at.gouv.qc.ca/partage/BIOSURVEILLANCE/Rapport\\_campagne\\_echantillonnage\\_sols\\_R-N.pdf](https://www.ciass-at.gouv.qc.ca/partage/BIOSURVEILLANCE/Rapport_campagne_echantillonnage_sols_R-N.pdf).

Henderson, P. J., Knight, R. D. et McMartin, I. (2002). Geochemistry of soils within a 100 km radius of the Horne Cu smelter, Rouyn-Noranda, Québec. Geological Survey of Canada open file 4169. Terrain Sciences Division, Geological Survey of Canada. [https://geochem.nrcan.gc.ca/cdogs/content/pub/pub00822\\_e.htm](https://geochem.nrcan.gc.ca/cdogs/content/pub/pub00822_e.htm).

INSPQ (2012). Lignes directrices pour la réalisation des évaluations du risque toxicologique d'origine environnementale au Québec. Institut national de santé publique du Québec. 163 pages. Depuis [http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1440\\_LignesDirectRealEvaRisqueToxicoOrigEnviroSanteHum.pdf](http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1440_LignesDirectRealEvaRisqueToxicoOrigEnviroSanteHum.pdf).

Johnson, D. (2002). Phytocycling of Cu, Ni, Pb and Zn in Northern Forest Ecosystems Impacted by Smelter Emissions), 167 p. + annexes. University of Guelph. <https://central.bac-lac.gc.ca/.item?id=NQ71742&op=pdf&app=Library>.

MDDEP (2005). Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique. Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs.

MEF (1996). Guide technique pour la réalisation des analyses préliminaires des risques toxicologiques. Groupe d'analyse de risque, Direction des laboratoires, Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec. 737 pages.

Merrington, G. et Alloway, B. J. (1994). The flux of Cd, Cu, Pb and Zn in mining polluted soils. *Water, Air, and Soil Pollution* **73**: 333-344. <http://faculty.mu.edu.sa/public/uploads/1338204119.3334ws13.pdf>.

OEHHA (2012). Toxics Hot Spots Program Risk Assessment Guidelines - Technical Support Document for Exposure Assessment and Stochastic Analysis. Office of Environmental Health Hazard Assessment, California Environmental Protection Agency. 978 p. <https://oehha.ca.gov/media/downloads/crn/combedsmall.pdf>.

Proulx, I., Ponton, D. et Trudel, G. (2015). Étude sur l'état du lac Osisko, Rouyn-Noranda, Québec. Rapport présenté aux membres du groupe de travail sur le lac Osisko : Ville de Rouyn-Noranda, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Agence Régionale de Santé et de Services Sociaux, et Fonderie Horne (Glencore).

Sanexen (2002). TerraSys - Logiciel professionnel d'évaluation des risques écotoxicologiques des terrains contaminés, version 1.09. Sanexen Services Environnementaux inc.

Sanexen (2020). Évaluation des risques toxicologiques pour la santé humaine posés par les émissions atmosphériques de silice cristalline. Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec. Septembre 2020. Rapport préparé par Sanexen Services environnementaux inc. pour Ressources Falco Ltée. RA20-156-1.

Santé Canada (2010). L'évaluation du risque pour les lieux contaminés fédéraux au Canada. Partie II. Valeurs toxicologiques de référence (VTR) de Santé Canada et paramètres de substances chimiques sélectionnées. Version 2.0. Division des sites contaminés, Direction de la sécurité des milieux. 194 pages. <http://www.santecanada.gc.ca>.

U.S. EPA (2015a). ProUCL Version 5.1 - Technical Guide - Statistical Software for Environmental Applications for Data Sets with and without Nondetect Observations. U.S. Environmental Protection Agency. 312 pages. [https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-05/documents/proucl\\_5.1\\_tech-guide.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-05/documents/proucl_5.1_tech-guide.pdf).

U.S. EPA (2015b). Statistical Software ProUCL 5.1.00 for Environmental Applications for Data Sets with and without Nondetect Observations, Version 5.1.00 ed. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/land-research/proucl-software>.

WSP (2017a). Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec. Étude d'impact sur l'environnement - Rapport principal, 22 décembre 2017. Projet No : 151-11330-09. Rapport de WSP pour Ressources Falco Ltée. Étude déposée au ministre du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (dossier : 3211-16-018).

WSP (2017b). Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec. Étude sectorielle - Qualité des eaux de surface et des sédiments, décembre 2017. Projet No : 151-11330-09. Rapport de WSP pour Ressources Falco Ltée.

WSP (2021a). Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec. Étude sectorielle sur la modélisation de la dispersion atmosphérique. Révision 2. Rapport No : 151-11330-09-240-RPT-001. Rapport de WSP pour Ressources Falco Ltée.

WSP (2021b). Mémo technique - Estimation des concentrations de métaux dans l'air ambiant durant la phase de construction au site CMH5 – Projet Falco Horne 5 – Version préfinale.

WSP (2021c). Mémo technique - Extraction de données de modélisation supplémentaires pour certains métaux - phase exploitation- site CMH5 – Projet Falco Horne 5.

## LISTE DES TABLEAUX

|                   |                                                                                                                                                                                           |    |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>TABLEAU 1</b>  | Effets potentiels sur la santé associés à l'exposition aux substances d'intérêt .....                                                                                                     | 40 |
| <b>TABLEAU 2</b>  | Valeurs toxicologiques de référence retenues pour une exposition aiguë par inhalation .....                                                                                               | 41 |
| <b>TABLEAU 3</b>  | Valeurs toxicologiques de référence retenues pour une exposition chronique (c. VTR).....                                                                                                  | 42 |
| <b>TABLEAU 4</b>  | Valeurs toxicologiques de référence retenues pour évaluer le risque additionnel de cancer .....                                                                                           | 43 |
| <b>TABLEAU 5</b>  | Voies d'exposition considérées .....                                                                                                                                                      | 44 |
| <b>TABLEAU 6</b>  | Catégories de récepteurs sélectionnées pour chaque durée d'exposition.....                                                                                                                | 45 |
| <b>TABLEAU 7</b>  | Processus de transfert multimédia des métaux utilisés pour estimer les teneurs de fond et/ou les concentrations additionnelles dans les milieux environnementaux d'intérêt.....           | 46 |
| <b>TABLEAU 8</b>  | Concentrations additionnelles ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) modélisées dans l'air ambiant pour estimation de l'exposition aiguë par inhalation .....                                       | 47 |
| <b>TABLEAU 9</b>  | Concentrations additionnelles ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) modélisées dans l'air ambiant pour estimation de l'exposition chronique.....                                                   | 48 |
| <b>TABLEAU 10</b> | Concentrations additionnelles modélisées dans l'air intérieur et les poussières intérieures pour estimation de l'exposition chronique .....                                               | 49 |
| <b>TABLEAU 11</b> | Concentrations (mg/kg-frais) additionnelles modélisées dans les aliments d'origine locale pour estimation de l'exposition chronique .....                                                 | 50 |
| <b>TABLEAU 12</b> | Teneurs de fond ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dans l'air ambiant .....                                                                                                                     | 51 |
| <b>TABLEAU 13</b> | Teneurs de fond (mg/kg) dans les sols retenues au récepteur pertinent le plus exposé .....                                                                                                | 52 |
| <b>TABLEAU 14</b> | Teneurs de fond (mg/kg) dans les sols retenues pour estimer les concentrations dans le gibier ....                                                                                        | 53 |
| <b>TABLEAU 15</b> | Teneurs de fond (mg/L) estimées dans l'eau potable et l'eau de surface .....                                                                                                              | 54 |
| <b>TABLEAU 16</b> | Teneurs de fond (modélisées) dans l'air intérieur et les poussières intérieures .....                                                                                                     | 55 |
| <b>TABLEAU 17</b> | Teneurs de fond (mg/kg-frais) estimées ou modélisées dans les aliments d'origine locale.....                                                                                              | 56 |
| <b>TABLEAU 18</b> | Intervalles des doses (mg/kg-pc par jour) d'exposition chronique estimées .....                                                                                                           | 57 |
| <b>TABLEAU 19</b> | Doses (mg/kg-pc par jour) additionnelles estimées pour une exposition chronique par voies multiples.....                                                                                  | 58 |
| <b>TABLEAU 20</b> | Niveaux moyens d'exposition additionnelle à vie estimées pour les métaux cancérogènes ou probablement cancérogènes chez l'humain .....                                                    | 59 |
| <b>TABLEAU 21</b> | Contribution (%) des émissions atmosphériques du Projet Horne 5 au récepteur le plus exposé...                                                                                            | 60 |
| <b>TABLEAU 22</b> | Contribution (%) des émissions atmosphériques du Projet Horne 5 lorsque les teneurs de fond dans l'air sont équivalentes aux normes de qualité de l'atmosphère en vigueur au Québec ..... | 61 |
| <b>TABLEAU 23</b> | Indices de risque maximaux pour l'exposition additionnelle.....                                                                                                                           | 62 |
| <b>TABLEAU 24</b> | Risque additionnel de cancer estimé pour une exposition durant toute la durée du Projet .....                                                                                             | 63 |

**TABEAU 1**  
Effets potentiels sur la santé associés à l'exposition aux substances d'intérêt

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Arsenic (inorganique)</b> | Irritation des voies respiratoires et de la peau. Effets possibles sur le tractus gastro-intestinal, le sang, le système cardio-vasculaire, le système nerveux et le développement. Cancer des poumons et de multiples organes internes (foie, rein et vessie) ainsi que cancer de la peau observés chez l'humain. Classé comme cancérigène pour l'humain (U.S. EPA, CIRC et Santé Canada).                                          |
| <b>Baryum</b>                | Effets possibles sur le tractus gastro-intestinal, les muscles, le système cardiovasculaire et les reins. Non classable pour son potentiel cancérigène chez l'humain (U.S. EPA et Santé Canada). Potentiel cancérigène chez l'humain non évalué par le CIRC.                                                                                                                                                                         |
| <b>Béryllium</b>             | Effets possibles sur le système respiratoire (béryllose) et le système gastro-intestinal. Classé comme cancérigène pour l'humain par le CIRC et comme probablement cancérigène pour l'humain par U.S. EPA.                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Cadmium</b>               | Effets possibles sur les systèmes respiratoire, cardiovasculaire et gastro-intestinal, les reins, le sang, le squelette et le développement. Tumeurs dans les testicules (rat et souris), les glandes mammaires (rat mâle), les poumons et dans d'autres organes non spécifiés (rat). Classé comme cancérigène pour l'humain par le CIRC et comme probablement cancérigène pour l'humain par U.S. EPA et Santé Canada.               |
| <b>Cuivre</b>                | Élément essentiel. Irritation du nez et de la gorge. Effets possibles sur le tractus gastro-intestinal, le foie, les reins et le développement. Non classable pour son potentiel cancérigène chez l'humain (U.S. EPA). Potentiel cancérigène chez l'humain non évalué par le CIRC.                                                                                                                                                   |
| <b>Nickel</b>                | Allergie de contact (peau). Effets possibles sur le système respiratoire, l'estomac, le sang, les reins, la reproduction et le développement. Tumeurs dans les poumons, la cavité nasale et les sinus para-nasaux (selon les formes chimiques). Classification du potentiel cancérigène chez l'humain variable selon les formes chimiques (cancérigène, probablement cancérigène ou non classable) (U.S. EPA, CIRC et Santé Canada). |
| <b>Plomb</b>                 | Effets possibles sur le système nerveux, le système cardio-vasculaire, le cerveau, les reins, le sang, le tractus gastro-intestinal, les muscles, la reproduction et le développement. Tumeurs dans le rein (rat et souris). Classé comme cancérigène probable (U.S. EPA et CIRC) ou possible (Santé Canada) chez l'humain.                                                                                                          |

Sources : ATSDR<sup>1</sup>, Cal/EPA<sup>2</sup>, CCME<sup>3</sup>, CIRC<sup>4</sup>, HSDB<sup>5</sup>, Institute of Medicine<sup>6</sup>, IPCS<sup>7</sup>, Santé Canada<sup>8</sup>.

- 1 Toxic Substances Portal (<http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/index.asp>).
- 2 Office of Environmental Health Assessment (OEHA). Air (<https://oehha.ca.gov/air>).
- 3 Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement ([http://www.ccme.ca/publications/cegg\\_rcqe.fr.html](http://www.ccme.ca/publications/cegg_rcqe.fr.html))
- 4 Monographies du CIRC sur l'évaluation des risques de cancérigénité pour l'homme - Liste des évaluations du CIRC (<http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>).
- 5 Hazardous Substances Data Bank (<http://toxnet.nlm.nih.gov/index.html>)
- 6 Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc (<http://www.nap.edu/catalog/10026.html>).
- 7 Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations (<http://www.inchem.org/>).
- 8 Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada - documents techniques ([http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/index-fra.php#doc\\_tech](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/index-fra.php#doc_tech)).

TABLEAU 2

Valeurs toxicologiques de référence retenues pour une exposition aiguë par inhalation

| Substance | Inhalation ( $VTR_{inh}$ , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |                      |          |                      |                     |                      |
|-----------|-------------------------------------------------------|----------------------|----------|----------------------|---------------------|----------------------|
|           | 1 heure                                               |                      | 8 heures |                      | 24 heures           |                      |
|           | VTR                                                   | Origine <sup>a</sup> | VTR      | Origine <sup>a</sup> | VTR                 | Origine <sup>a</sup> |
| Arsenic   | 0,2 <sup>b</sup>                                      | Cal/EPA              |          |                      |                     |                      |
| Baryum    |                                                       |                      | (5)      | TLV-TWA/100          |                     |                      |
| Béryllium |                                                       |                      |          |                      | (0,02) <sup>c</sup> | c. VTR               |
| Cadmium   |                                                       |                      |          |                      | 0,03                | ATSDR                |
| Cuivre    | 100                                                   | Cal/EPA              |          |                      |                     |                      |
| Nickel    | 0,2                                                   | Cal/EPA              | 0,06     | Cal/EPA              |                     |                      |
| Plomb     |                                                       |                      | (0,5)    | TLV-TWA/100          |                     |                      |

a **ATSDR** : *Maximum Risk Level* (MRL) pour une exposition dite aiguë (1 à 14 jours consécutifs) par inhalation recommandée par ATSDR (<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/index.asp>); **Cal/EPA** : *Reference Exposure Level* (REL) pour une exposition aiguë par inhalation (<http://www.oehha.ca.gov/air/allrels.html>); **TLV-TWA/x** : Norme en milieu de travail (*Threshold Limit Value-Time Weighted Average*; <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>) divisée par un facteur de sécurité de x; **c. VTR**: VTR chronique (voir tableau 3).

b VTR établie pour une durée de 4 heures, pour l'arsenic inorganique.

c La TLV-TWA divisée par un facteur de sécurité de 100 étant plus faible que la c. VTR, cette dernière a été retenue et appliquée pour une exposition de 24 heures.

( ) Les valeurs entre parenthèses indiquent les valeurs provisoires (voir annexe C).

TABLEAU 3

Valeurs toxicologiques de référence retenues pour une exposition chronique (c. VTR)

| Substance | Ingestion (c. VTR <sub>ing</sub> ) |                           | Inhalation (c. VTR <sub>inh</sub> ) |                                    |                      |
|-----------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|----------------------|
|           | Dose (mg/kg-pc par jour)           | Origine <sup>a</sup>      | Dose (mg/kg-pc par jour)            | Concentration (µg/m <sup>3</sup> ) | Origine <sup>b</sup> |
| Arsenic   | 0,3 <sup>c</sup>                   | ATSDR, IRIS               | - <sup>d</sup>                      |                                    | Dérivé de ingestion  |
| Baryum    | 0,19                               | Santé Canada              |                                     | 1,0                                | RIVM                 |
| Béryllium | 0,002                              | IRIS, ATSDR, Cal/EPA, OMS |                                     | 0,02                               | OMS, IRIS            |
| Cadmium   | 0,0001                             | ATSDR                     | - <sup>e</sup>                      | 0,02                               | Cal/EPA              |
| Cuivre    | 0,426                              | Santé Canada              | - <sup>d</sup>                      |                                    | Dérivé de ingestion  |
| Nickel    | 0,011                              | Cal/EPA                   |                                     | 0,02                               | Santé Canada         |
| Plomb     | 0,00025 <sup>f</sup>               | CCME                      | - <sup>d</sup>                      |                                    | Dérivé de ingestion  |

a **ATSDR** : *Maximum Risk Level* (MRL) pour une exposition chronique par ingestion recommandée par ATSDR (<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/index.asp>); **Cal/EPA** : *Reference Exposure Level* (REL) pour une exposition chronique par ingestion (<http://www.oehha.ca.gov/air/allrels.html>); **CCME** : Valeur provisoire (développée par Santé Canada) utilisée pour dériver les recommandations canadiennes pour la qualité des sols (<http://www.ccme.ca/files/CSOQG%20Pb%20SCD%208.6%20FR.pdf>); **IRIS** : *Reference Dose* (RfD) pour une exposition chronique par ingestion recommandée par le *Integrated Risk Information System* de l'U.S. EPA (<http://www.epa.gov/iris/index.html>); **OMS** : dose journalière recommandée ou dose dérivée d'une valeur hebdomadaire recommandée (<http://www.inchem.org/>); **Santé Canada** : Dose Journalière Tolérable (DJT) ou Apport Quotidien Tolérable (AQT) (Santé Canada (2010); <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/recommandations-pour-qualite-eau-potable-canada-document-technique-baryum.html>), <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/rapports-publications/qualite-eau/cuivre.html#a101>).

b **ATSDR** : *Maximum Risk Level* (MRL) pour une exposition chronique par inhalation recommandée par ATSDR (<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/index.asp>); **Cal/EPA** : *Reference Exposure Level* (REL) pour une exposition chronique par inhalation (<http://www.oehha.ca.gov/air/allrels.html>); **IRIS** : *Reference Concentration* (RfC) pour une exposition chronique par inhalation recommandée par le *Integrated Risk Information System* de l'U.S. EPA (<http://www.epa.gov/iris/index.html>); **OMS** : Recommandation dans l'air ambiant (<http://www.euro.who.int/document/e71922.pdf>); **RIVM** : Concentration tolérable dans l'air recommandée pour une exposition chronique par inhalation par le *National Institute of Public Health and the Environment* des Pays-Bas (<http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/711701025.pdf>); **Santé Canada** : Concentration tolérable (CT) dans l'air (Santé Canada, 2010).

c Applicable à l'arsenic inorganique.

d En l'absence de VTR par inhalation, l'exposition par inhalation a été combinée aux autres voies pour estimer le risque à partir de la VTR par ingestion.

e Le cadmium inhalé peut induire des effets systémiques (sur le rein) et locaux (sur le système respiratoire) au même niveau d'exposition. Pour estimer le risque d'effets systémiques du cadmium inhalé, l'exposition par inhalation a été combinée aux autres voies et la VTR par ingestion a été utilisée.

f Valeur la plus récente et la plus protectrice, correspondant un niveau de risque jugé négligeable.

TABLEAU 4

Valeurs toxicologiques de référence retenues pour évaluer le risque additionnel de cancer

| Substance | Potentiel<br>cancérogène<br>pour l'humain <sup>a</sup> | Ingestion                                                 |                      | Inhalation                                            |                      |
|-----------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|
|           |                                                        | Coefficient de<br>cancérogénicité (mg/kg.j) <sup>-1</sup> | Origine <sup>b</sup> | Risque<br>unitaire (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> | Origine <sup>b</sup> |
| Arsenic   | A, 1, I                                                | 1,5 <sup>c</sup>                                          | IRIS, Cal/EPA        | 4,3E-03 <sup>c</sup>                                  | IRIS                 |
| Baryum    | N.C.                                                   | N.A.                                                      |                      | N.A.                                                  |                      |
| Béryllium | B1, 1                                                  | N.A. <sup>d</sup>                                         |                      | 2,4E-03                                               | IRIS, Cal/EPA, OMS   |
| Cadmium   | B1, 1, II                                              | N.A. <sup>d</sup>                                         |                      | 4,2E-03                                               | Cal/EPA              |
| Cuivre    | N.C.                                                   | N.A.                                                      |                      | N.A.                                                  |                      |
| Nickel    | 1; 2B, B2                                              | N.D.                                                      |                      | 1,3E-03                                               | Santé Canada         |
| Plomb     | B2, 2A, IIIB                                           | 0,0085                                                    | Cal/EPA              | 1,2E-05                                               | Cal/EPA              |

a Classification selon U.S. EPA (IRIS) : groupe A : cancérogène pour l'humain, groupes B1 et B2 : probablement cancérogène pour l'humain, groupe C : possiblement cancérogène pour l'humain (<http://www.epa.gov/iris/index.html>).

Classification selon CIRC: groupe 1 : cancérogène pour l'humain, groupe 2A : probablement cancérogène pour l'homme, groupe 2B : peut-être cancérogène pour l'homme (<http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>).

Classification selon Santé Canada : groupe I : cancérogène pour l'humain, groupe II : probablement cancérogène pour l'humain, groupe III : susceptible d'être cancérogène pour l'humain (<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/approach/index-eng.php>).

b **Cal/EPA** : *Cancer Potency Factors* ([http://www.oehha.ca.gov/air/hot\\_spots/tsd052909.html](http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/tsd052909.html)); **IRIS** : *Oral Slope Factors* et *Inhalation Unit Risks* recommandés dans la base de données IRIS (*Integrated Risk Information System*) par U.S. EPA (<http://www.epa.gov/iris/index.html>); **Santé Canada** : VTR de substances cancérogènes (Santé Canada, 2010).

c Applicable à l'arsenic inorganique.

d Non applicable à l'ingestion.

N.C. Substance non classée comme cancérogène, cancérogène probable ou cancérogène possible pour l'humain (ou substance non évaluée) par U.S.EPA, CIRC ou Santé Canada.

N.A. Non applicable.

N.D. Non disponible.

**TABLEAU 5**  
Voies d'exposition considérées

| Voie d'exposition – Scénario résidentiel rural          | Exposition additionnelle | Exposition bruit de fond |
|---------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Inhalation d'air extérieur                              | ✓                        | ✓                        |
| Inhalation d'air intérieur                              | ✓                        | ✓                        |
| Ingestion d'eau potable                                 |                          | ✓                        |
| Ingestion de sol                                        | (✓)                      | ✓                        |
| Ingestion de poussières intérieures                     | ✓                        | ✓                        |
| Ingestion d'aliments d'origine commerciale <sup>a</sup> | N.A.                     | ✓                        |
| Ingestion d'aliments d'origine locale <sup>b</sup>      | ✓                        | ✓                        |
| Ingestion de lait maternel (0-6 mois) <sup>c</sup>      | ✓                        | ✓                        |
| Contact cutané avec le sol                              | (✓)                      | ✓                        |
| Contact cutané avec les poussières intérieures          | ✓                        | ✓                        |
| Contact cutané avec l'air                               | ✓                        | ✓                        |
| Contact cutané avec l'eau                               |                          | ✓                        |

a Apports alimentaires documentés pour la population générale au Canada.

b Fruits et légumes, chair de gibier et poisson.

c L'exposition des nourrissons *via* le lait maternel a été estimée selon une des méthodologies reconnues par l'INSPQ (2012), soit celle décrite par le ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF, 1996).

( ) Voie d'exposition évaluée de façon qualitative (voir section 4.4.2).

N.A. Non applicable



**TABLEAU 6**

Catégories de récepteurs sélectionnées pour chaque durée d'exposition

| Catégorie de récepteur                                                                                         | Code des récepteurs <sup>a</sup> | Durée d'exposition |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------|
|                                                                                                                |                                  | Aiguë <sup>b</sup> | Chronique |
| Résidentiel (secteur ou point défini)                                                                          | RES_ ou RES#                     | ✓                  | ✓         |
| Institutionnel (CPE, établissements d'enseignement, établissements de soins de santé et résidences pour aînés) | CPE#, ECO#, CH#                  | ✓                  | ✓         |
| Récréatif (terrain de golf, piste cyclable)                                                                    | GOLF, CYCL                       | ✓ <sup>c</sup>     |           |

a Localisation indiquée aux figures 2 et 3.

b 1 heure, 8 heures, 24 heures.

c Scénario d'exposition sur 24 heures vraisemblablement fictif (présence d'un même individu durant 24 heures consécutives peu probable sur un tel lieu).

**TABLEAU 7**  
Processus de transfert multimédia des métaux utilisés pour estimer les teneurs de fond  
et/ou les concentrations additionnelles dans les milieux environnementaux d'intérêt

| Transfert multimédia                                                                  | Caractéristiques du modèle <sup>a</sup>                                                                                                                                                                       | Utilisation <sup>b</sup> |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Air ambiant → air intérieur                                                           | Pour les métaux, il est considéré que les concentrations dans l'air intérieur découlent des échanges avec l'air ambiant et correspondent à 70% de la concentration dans l'air ambiant.                        | BF, Add                  |
| Air ambiant <sup>c</sup> → végétaux                                                   | Transfert dans les plantes à partir des substances présentes dans l'air, par dépôt sec et humide des particules en suspension dans l'air.                                                                     | BF, Add                  |
| Air ambiant <sup>c</sup> → eau de surface                                             | Retombées atmosphériques dans les lacs (bilan de masse)                                                                                                                                                       | Vérification Add         |
| Air ambiant <sup>c</sup> → sol                                                        | Retombées atmosphériques (bilan de masse)                                                                                                                                                                     | Vérification Add         |
| Air ambiant <sup>c</sup> → chair de gibier                                            | Inhalation                                                                                                                                                                                                    | BF, Add                  |
| Air intérieur <sup>c</sup> → poussières intérieures                                   | Retombées des métaux en suspension dans l'air intérieur. Il est considéré que 10% (été) et 14,3% (hiver) des poussières intérieures correspondent à de la matière en suspension dans l'air qui s'est déposée. | BF, Add                  |
| Sol → poussières intérieures                                                          | Transfert de sols de surface vers les poussières intérieures. Il est considéré que 30% (été) et 0% (hiver) des poussières intérieures correspondent à des sols de surface.                                    | BF, Vérification Add     |
| Sol/sédiments → végétaux                                                              | Transfert dans les plantes par absorption racinaire (sol de sous-surface ou sédiments)                                                                                                                        | BF, Vérification Add     |
| Sol/sédiments → chair de gibier                                                       | Facteur de biotransfert (ingestion)                                                                                                                                                                           | BF, Vérification Add     |
| Sol/sédiments → invertébrés du sol ou benthique                                       | Facteur de bioconcentration                                                                                                                                                                                   | BF, Vérification Add     |
| Eau de surface → poisson                                                              | Facteur de bioaccumulation                                                                                                                                                                                    | BF                       |
| Eau de surface → invertébrés aquatiques                                               | Facteur de bioconcentration                                                                                                                                                                                   | BF                       |
| Eau de surface → chair de gibier                                                      | Facteur de biotransfert (ingestion)                                                                                                                                                                           | BF                       |
| Végétaux → invertébrés terrestres                                                     | Facteur de bioconcentration                                                                                                                                                                                   | BF, Add                  |
| Nourriture (végétaux, invertébrés, poisson et/ou proies terrestres) → chair de gibier | Facteur de biotransfert (ingestion)                                                                                                                                                                           | BF, Add                  |

a Détails disponibles à l'annexe F.

b Les concentrations estimées selon ces processus ont été utilisées pour estimer l'exposition chronique par voie multiples. Ces teneurs de fond (BF) ou ces concentrations additionnelles (Add) ont été retenues pour calculer les niveaux d'exposition bruit de fond ou additionnel, ou à des fins de vérification lors de l'analyse de l'incertitude (Vérification Add).

c Métaux sous forme de PST.

**TABLEAU 8**

Concentrations additionnelles ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) modélisées dans l'air ambiant  
pour estimation de l'exposition aiguë par inhalation

| Substance | Maximum<br>sur 1 heure | Maximum<br>sur 8 heures | Maximum<br>sur 24 heures |
|-----------|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Arsenic   | 2,5E-03                | --                      | 1,0E-03                  |
| Baryum    | --                     | 5,8E-04                 | 3,3E-04                  |
| Béryllium | --                     | --                      | 1,5E-06                  |
| Cadmium   | --                     | --                      | 3,8E-04                  |
| Cuivre    | 7,9E-02                | --                      | 3,3E-02                  |
| Nickel    | 1,3E-04                | 7,6E-05                 | 4,4E-05                  |
| Plomb     | --                     | 3,2E-03                 | 1,8E-03                  |

Concentrations sous forme de  $\text{PM}_{10}$  modélisées au récepteur le plus exposé, selon la Variante B du scénario d'exploitation (voir section 3.3.1). Ces concentrations supérieures ou égales à celles modélisées selon la variante C, selon la substance (voir annexe G).

-- Valeur non requise (absence de teneur de fond et/ou de VTR pour cette durée d'exposition).

**TABLEAU 9**  
Concentrations additionnelles ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) modélisées dans l'air ambiant  
pour estimation de l'exposition chronique

| Substance | Pour estimer l'exposition<br>par inhalation <sup>a</sup> | Pour estimer l'exposition<br>par ingestion et contact cutané <sup>b</sup> |
|-----------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Arsenic   | 1,2E-06                                                  | 1,3E-06                                                                   |
| Baryum    | 8,9E-07                                                  | 1,3E-06                                                                   |
| Béryllium | 1,4E-08                                                  | 2,4E-08                                                                   |
| Cadmium   | 4,0E-07                                                  | 4,2E-07                                                                   |
| Cuivre    | 4,7E-05                                                  | 5,2E-05                                                                   |
| Nickel    | 7,9E-07                                                  | 1,4E-06                                                                   |
| Plomb     | 2,1E-06                                                  | 2,2E-06                                                                   |

Concentrations (moyenne annuelle) modélisées au récepteur pertinent le plus exposé (voir tableau 6), selon la Variante C du scénario d'exploitation (voir section 3.3.1 et annexe G).

- a Concentrations de métaux sous forme de  $\text{PM}_{10}$ . Ces valeurs ont été utilisées pour estimer l'exposition additionnelle par inhalation uniquement.
- b Concentrations de métaux sous forme de PST. Ces valeurs ont été utilisées pour modéliser les transferts multimédias (estimation des concentrations additionnelles dans les milieux d'intérêt) et estimer l'exposition additionnelle par ingestion et contact cutané.

**TABLEAU 10**

Concentrations additionnelles modélisées dans l'air intérieur et les poussières intérieures  
pour estimation de l'exposition chronique

| Substance | Air intérieur <sup>a</sup><br>(µg/m <sup>3</sup> ) | Poussières intérieures (mg/kg) |         |
|-----------|----------------------------------------------------|--------------------------------|---------|
|           |                                                    | Été                            | Hiver   |
| Arsenic   | 8,2E-07                                            | 1,5E-03                        | 2,1E-03 |
| Baryum    | 6,2E-07                                            | 1,5E-03                        | 2,2E-03 |
| Béryllium | 1,0E-08                                            | 2,8E-05                        | 4,0E-05 |
| Cadmium   | 2,8E-07                                            | 4,9E-04                        | 7,0E-04 |
| Cuivre    | 3,3E-05                                            | 6,1E-02                        | 8,8E-02 |
| Nickel    | 5,5E-07                                            | 1,6E-03                        | 2,3E-03 |
| Plomb     | 1,4E-06                                            | 2,6E-03                        | 3,7E-03 |

Concentrations estimées par modélisation (voir tableau 7 et annexe F).

a Concentrations de métaux sous forme de PST, utilisées uniquement pour estimer les concentrations additionnelles dans les poussières intérieures ainsi que l'exposition par contact cutané avec l'air intérieur.

**TABLEAU 11**

Concentrations (mg/kg-frais) additionnelles modélisées dans les aliments d'origine locale  
pour estimation de l'exposition chronique

| Substance | Fruits <sup>a</sup> | Légumes<br>racines <sup>a</sup> | Autres<br>légumes <sup>a</sup> | Chair de<br>gibier <sup>b</sup> | Chair de<br>poisson <sup>c</sup> |
|-----------|---------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Arsenic   | 1,6E-06             | 9,6E-07                         | 2,8E-06                        | 6,0E-08                         | 0,0E+00                          |
| Baryum    | 1,7E-06             | 8,4E-07                         | 2,9E-06                        | 6,8E-09                         | 0,0E+00                          |
| Béryllium | 3,0E-08             | 1,4E-08                         | 5,2E-08                        | 1,8E-09                         | 0,0E+00                          |
| Cadmium   | 5,4E-07             | 3,2E-07                         | 9,3E-07                        | 3,2E-08                         | 0,0E+00                          |
| Cuivre    | 6,7E-05             | 3,9E-05                         | 1,2E-04                        | 1,4E-05                         | 0,0E+00                          |
| Nickel    | 1,7E-06             | 8,2E-07                         | 3,0E-06                        | 1,4E-07                         | 0,0E+00                          |
| Plomb     | 2,8E-06             | 1,7E-06                         | 4,9E-06                        | 1,4E-07                         | 0,0E+00                          |

Concentrations estimées par modélisations à partir des concentrations additionnelles de métaux dans l'air sous forme de PST (voir tableau 7 et annexe F).

a Concentrations modélisées pour le récepteur pertinent le plus exposé.

b Concentration maximale modélisée parmi les 4 espèces d'oiseaux et de mammifères potentiellement chassés dans la zone d'étude (valeurs disponibles au tableau F-6).

c Concentrations nulles puisque les concentrations additionnelles dans l'eau de surface sont considérées nulles.

**TABLEAU 12**  
Teneurs de fond ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dans l'air ambiant

| Substance | 24 heures <sup>a</sup> | Annuelle <sup>b</sup> | Station d'échantillonnage <sup>c</sup> |
|-----------|------------------------|-----------------------|----------------------------------------|
| Arsenic   | 9,0E-01                | 2,1E-01               | 08006                                  |
| Baryum    | 4,3E-01                | 1,5E-01               | WSP                                    |
| Béryllium | 2,8E-04                | 2,1E-04               | WSP + Golf                             |
| Cadmium   | 5,4E-02                | 1,4E-02               | 08006                                  |
| Cuivre    | 8,4E+00                | 2,3E+00               | 08006                                  |
| Nickel    | 4,3E-02                | 1,6E-02               | WSP                                    |
| Plomb     | 9,2E+00                | 1,8E+00               | 08006                                  |

Valeurs issues de données mesurées (présentées à l'annexe H-1). Concentrations de métaux sous forme de PST.

- a Valeur correspondant au 98<sup>e</sup> centile des concentrations mesurées à la station la plus exposée du secteur d'intérêt, utilisée pour estimer l'exposition aiguë par inhalation.
- b Valeur correspondant à une estimation prudente de la moyenne (LSC95) des concentrations mesurées à la station la plus exposée du secteur d'intérêt, utilisée pour modéliser les transferts multimédias et les teneurs de fond qui en découlent, et pour estimer l'exposition chronique.
- c Localisation indiquée à la figure 3.

**TABLEAU 13**

Teneurs de fond (mg/kg) dans les sols retenues au récepteur pertinent le plus exposé

| Substance | 0-5 cm           | 5-50 cm |
|-----------|------------------|---------|
| Arsenic   | 63 <sup>a</sup>  | 11      |
| Baryum    | 166              | 108     |
| Béryllium | 0,5 <sup>c</sup> | 0,6     |
| Cadmium   | 18 <sup>a</sup>  | 1,8     |
| Cuivre    | 3487             | 120     |
| Nickel    | 29               | 32      |
| Plomb     | 630 <sup>a</sup> | 25      |

Valeurs issues de données mesurées. À moins d'indication contraire, concentrations correspondant à la LSC95 des concentrations mesurées par (Henderson, *et coll.*, 2002) dans un rayon de 5 km de la fonderie Horne (données présentées à l'annexe H-2).

a Concentration la plus élevée rapportée par DSPu-AT (2020) dans les sols de surface de terrains résidentiels ou publics dans la zone périurbaine de Rouyn-Noranda (CPE, garderie, écoles, parcs, ruelles du quartier Notre-Dame).



**TABEAU 14**

Teneurs de fond (mg/kg) dans les sols retenues pour estimer les concentrations dans le gibier

| Substance | 0-5 cm           | 5-50 cm |
|-----------|------------------|---------|
| Arsenic   | 85               | 11      |
| Baryum    | 166              | 108     |
| Béryllium | 0,5 <sup>a</sup> | 0,6     |
| Cadmium   | 100              | 1,8     |
| Cuivre    | 3487             | 120     |
| Nickel    | 29               | 32      |
| Plomb     | 3214             | 25      |

Valeurs issues de données mesurées (présentées à l'annexe H-2). Concentrations correspondant à la LSC95 des concentrations mesurées par (Henderson, *et coll.*, 2002) dans un rayon de 5 km de la fonderie Horne, à moins d'indication contraire.

a Valeur correspond à la limite de détection analytique car les concentrations mesurées étaient soit égales à la LSC95, soit plus faibles.

**TABLEAU 15**

Teneurs de fond (mg/L) estimées dans l'eau potable et l'eau de surface

| Substance | Eau potable <sup>a</sup> | Eau de surface <sup>b</sup> |
|-----------|--------------------------|-----------------------------|
| Arsenic   | 1,0E-03                  | 3,9E-03                     |
| Baryum    | 6,4E-03                  | 2,1E-02                     |
| Béryllium | 5,0E-06                  | 1,3E-05                     |
| Cadmium   | 2,8E-04                  | 3,7E-04                     |
| Cuivre    | 2,8E-01                  | 2,3E-02                     |
| Nickel    | 7,7E-04                  | 1,6E-03                     |
| Plomb     | 1,0E-03                  | 3,7E-03                     |

a Valeurs correspondant aux concentrations mesurées dans l'eau potable (réseau d'aqueduc) pour les métaux détectés (Cu et Pb) ou, pour les substances non détectées ou non mesurées, à la valeur la plus faible entre la moitié de la limite de détection dans l'eau potable (As) et les concentrations mesurées dans l'eau du lac Dufault (Ba, Cd, Ni : LSC95; Be : LD).

b Valeurs déterminées à partir des concentrations rapportées pour plans d'eau de la zone d'étude (voir annexe H-3 et section 3.5.3.2).

**TABLEAU 16**

Teneurs de fond (modélisées) dans l'air intérieur et les poussières intérieures

| Substance | Air intérieur <sup>a</sup><br>(µg/m <sup>3</sup> ) | Poussières intérieures (mg/kg) |         |
|-----------|----------------------------------------------------|--------------------------------|---------|
|           |                                                    | Été                            | Hiver   |
| Arsenic   | 1,5E-01                                            | 2,5E+02                        | 3,5E+02 |
| Baryum    | 1,0E-01                                            | 1,8E+02                        | 2,5E+02 |
| Béryllium | 1,5E-04                                            | 2,7E-01                        | 3,5E-01 |
| Cadmium   | 1,0E-02                                            | 1,8E+01                        | 2,4E+01 |
| Cuivre    | 1,6E+00                                            | 2,9E+03                        | 3,9E+03 |
| Nickel    | 1,1E-02                                            | 2,1E+01                        | 2,8E+01 |
| Plomb     | 1,3E+00                                            | 2,2E+03                        | 3,1E+03 |

Concentrations estimées par modélisation (voir tableau 7 et annexe F).

a Concentrations de métaux sous forme de PST, excepté pour le nickel.

**TABLEAU 17**

Teneurs de fond (mg/kg-frais) estimées ou modélisées dans les aliments d'origine locale

| Substance | Fruits <sup>a</sup> | Légumes racines <sup>a</sup> | Autres légumes <sup>a</sup> | Chair de gibier <sup>b</sup> | Chair de poisson <sup>c</sup> |
|-----------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Arsenic   | 3,0E-01             | 1,2E-02                      | 5,2E-01                     | 6,3E-02                      | 2,4E-01                       |
| Baryum    | 4,1E-01             | 3,8E-01                      | 2,5E+00                     | 3,1E-02                      | 1,0E-02                       |
| Béryllium | 3,7E-04             | 1,8E-04                      | 1,2E-03                     | 3,2E-03                      | 1,3E-03                       |
| Cadmium   | 1,1E-01             | 3,6E-01                      | 7,4E-01                     | 2,8E-01                      | 1,0E-02                       |
| Cuivre    | 4,6E+00             | 2,8E+00                      | 6,8E+00                     | 1,0E+01                      | 2,7E-01                       |
| Nickel    | 1,3E-01             | 1,9E-01                      | 1,5E-01                     | 1,3E-01                      | 1,3E-02                       |
| Plomb     | 2,7E+00             | 4,1E-01                      | 4,3E+00                     | 2,9E+00                      | 7,0E-03                       |

Modélisations décrites au tableau 7 et à l'annexe F.

a Concentrations modélisées au récepteur pertinent le plus exposé.

b Moyenne des teneurs de fond modélisées dans les 4 espèces d'oiseaux et de mammifères potentiellement chassés dans la zone d'étude (valeurs disponibles au tableau F-5).

c Concentrations basées sur des données mesurées (sauf Be : modélisé).

**TABLEAU 18**  
Intervalles des doses (mg/kg-pc par jour) d'exposition chronique estimées

| Substances           | Intervalles des doses bruit de fond |                   |                   | Intervalles des doses additionnelles |                   |                   |
|----------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|
|                      | Ingestion                           | Contact cutané    | Inhalation        | Ingestion                            | Contact cutané    | Inhalation        |
| Arsenic <sup>a</sup> | 6,2E-04 - 2,8E-03                   | 2,7E-05 - 6,0E-05 | 3,4E-05 - 7,7E-05 | 2,8E-09 - 1,3E-08                    | 1,2E-10 - 2,5E-10 | 1,9E-10 - 4,3E-10 |
| Baryum               | 9,6E-03 - 2,6E-02                   | 8,2E-06 - 2,5E-05 | 2,3E-05 - 5,4E-05 | 1,1E-08 - 3,9E-08                    | 3,1E-11 - 6,5E-11 | 1,4E-10 - 3,3E-10 |
| Béryllium            | 9,8E-06 - 2,7E-05                   | 1,2E-08 - 6,5E-08 | 3,3E-08 - 7,6E-08 | 2,0E-10 - 7,2E-10                    | 5,7E-13 - 1,2E-12 | 2,3E-12 - 5,2E-12 |
| Cadmium              | 2,5E-03 - 5,7E-03                   | 9,5E-08 - 2,8E-07 | 2,3E-06 - 5,2E-06 | 3,5E-09 - 1,3E-08                    | 1,0E-12 - 2,1E-12 | 6,5E-11 - 1,5E-10 |
| Cuivre               | 6,0E-02 - 1,8E-01                   | 1,4E-04 - 5,0E-04 | 3,7E-04 - 8,5E-04 | 4,5E-07 - 1,6E-06                    | 1,3E-09 - 2,6E-09 | 7,5E-09 - 1,7E-08 |
| Nickel               | 2,5E-03 - 8,2E-03                   | 3,5E-06 - 1,6E-05 | 2,6E-06 - 6,0E-06 | 1,1E-08 - 4,1E-08                    | 1,3E-10 - 2,7E-10 | 1,3E-10 - 2,9E-10 |
| Plomb                | 2,0E-02 - 7,0E-02                   | 6,1E-05 - 1,4E-04 | 3,0E-04 - 6,8E-04 | 1,9E-08 - 6,8E-08                    | 5,4E-11 - 1,1E-10 | 3,3E-10 - 7,6E-10 |

Doses d'exposition estimées selon la méthodologie présentée à l'annexe E. Les valeurs indiquées reflètent la variabilité selon les tranches d'âge à l'autre (doses détaillées disponibles à l'annexe J).

a Sous forme inorganique.

**TABLEAU 19**

Doses (mg/kg-pc par jour) additionnelles estimées pour une exposition chronique par voies multiples

| Substances           | Voies d'exposition combinées            | 0-6<br>mois | 0,5-4<br>ans | 5-11<br>ans | 12-19<br>ans | 20 ans<br>et + |
|----------------------|-----------------------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|----------------|
| Arsenic <sup>a</sup> | Ingestion + contact cutané + inhalation | 6,3E-09     | 1,4E-08      | 7,4E-09     | 3,9E-09      | 3,2E-09        |
| Baryum               | Ingestion + contact cutané              | 1,6E-08     | 4,0E-08      | 2,5E-08     | 1,4E-08      | 1,1E-08        |
| Béryllium            | Ingestion + contact cutané              | 4,6E-10     | 8,6E-10      | 5,7E-10     | 3,4E-10      | 2,9E-10        |
| Cadmium              | Ingestion + contact cutané + inhalation | 1,1E-08     | 1,8E-08      | 1,3E-08     | 7,9E-09      | 6,2E-09        |
| Cuivre               | Ingestion + contact cutané + inhalation | 7,7E-07     | 1,8E-06      | 1,2E-06     | 6,6E-07      | 5,3E-07        |
| Nickel               | Ingestion + contact cutané              | 2,5E-08     | 4,6E-08      | 3,0E-08     | 1,7E-08      | 1,5E-08        |
| Plomb                | Ingestion + contact cutané + inhalation | 2,6E-08     | 6,9E-08      | 4,3E-08     | 2,4E-08      | 1,9E-08        |

Doses d'exposition estimées selon la méthodologie présentée à l'annexe E.

a Sous forme inorganique.

**TABLEAU 20**

Niveaux moyens d'exposition additionnelle à vie estimées  
pour les métaux cancérogènes ou probablement cancérogènes chez l'humain

| <b>Substance</b>     | <b>Inhalation</b><br>(concentration, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | <b>Ingestion<br/>et contact cutané</b><br>(dose, $\text{mg}/\text{kg}\cdot\text{pc}$ par jour) |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Arsenic <sup>a</sup> | 1,8E-07                                                         | 1,8E-09                                                                                        |
| Béryllium            | 2,2E-09                                                         | --                                                                                             |
| Cadmium              | 6,3E-08                                                         | --                                                                                             |
| Nickel               | 1,2E-07                                                         | --                                                                                             |
| Plomb                | 3,2E-07                                                         | 9,8E-09                                                                                        |

Niveaux d'exposition estimés en supposant une exposition continue aux concentrations additionnelles maximales (tableau 8, et doses présentées au tableau 19) durant 15 ans et un amortissement sur 70 ans (détails disponibles à l'annexe E).

a Sous forme inorganique.

-- Substances pour lesquelles aucun coefficient de cancérogénicité par voie orale n'est disponible.

**TABLEAU 21**

Contribution (%) des émissions atmosphériques du Projet Horne 5  
au récepteur le plus exposé

| Substance            | Exposition aiguë <sup>a</sup> | Exposition chronique <sup>b</sup> |                |            |
|----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------|------------|
|                      | Inhalation                    | Ingestion                         | Contact cutané | Inhalation |
| Arsenic <sup>c</sup> | 0,1%                          | 0,0005%                           | 0,0006%        | 0,0006%    |
| Baryum               | 0,08%                         | 0,0002%                           | 0,0008%        | 0,0006%    |
| Béryllium            | 0,5%                          | 0,003%                            | 0,01%          | 0,007%     |
| Cadmium              | 0,7%                          | 0,0002%                           | 0,002%         | 0,003%     |
| Cuivre               | 0,4%                          | 0,0009%                           | 0,002%         | 0,002%     |
| Nickel               | 0,1%                          | 0,0005%                           | 0,008%         | 0,005%     |
| Plomb                | 0,02%                         | 0,0001%                           | 0,0001%        | 0,0001%    |

a Les valeurs indiquées représentent la contribution au récepteur pertinent le plus exposé. Contribution (%) =  $100 \times \text{concentration additionnelle maximale sur 24 heures (tableau 8)} / [\text{teneur de fond maximale sur 24 heures (tableau 12)} + \text{concentration additionnelle maximale sur 24 heures (tableau 8)}]$ .

b Les valeurs indiquées représentent la contribution au récepteur le plus exposé, pour la tranche d'âge présentant la contribution la plus élevée. Elles ont été calculées à partir des doses détaillées présentés à l'annexe J, selon la formule suivante : Contribution (%) =  $100 \times \text{dose additionnelle} / [\text{dose bruit de fond} + \text{dose additionnelle}]$ .

c Sous forme inorganique.



**TABLEAU 22**

Contribution (%) des émissions atmosphériques du Projet Horne 5 lorsque les teneurs de fond dans l'air sont équivalentes aux normes de qualité de l'atmosphère en vigueur au Québec

| Substance            | Exposition aiguë <sup>a</sup> | Exposition chronique <sup>b</sup> |                |            |
|----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------|------------|
|                      | Inhalation                    | Ingestion                         | Contact cutané | Inhalation |
| Arsenic <sup>c</sup> | N.A.                          | 0,002%                            | 0,02%          | 0,04%      |
| Baryum               | N.A.                          | 0,0002%                           | 0,002%         | 0,002%     |
| Béryllium            | N.A.                          | N.P.                              | N.P.           | N.P.       |
| Cadmium              | N.A.                          | 0,0002%                           | 0,004%         | 0,01%      |
| Cuivre               | 1,3%                          | N.A.                              | N.A.           | N.A.       |
| Nickel               | 0,3%                          | N.A.                              | N.A.           | N.A.       |
| Plomb                | N.A.                          | 0,0006%                           | 0,002%         | 0,002%     |

a Contribution (%) = 100 x concentration additionnelle maximale sur 24 heures (tableau 8) / [norme applicable sur 24 heures + concentration additionnelle maximale sur 24 heures (tableau 8)].

b Contribution (%) = 100 x dose additionnelle / [dose estimée lorsque les teneurs de fond dans l'air sont équivalentes aux normes annuelles applicables (annexe J-3) + dose additionnelle].

c Sous forme inorganique.

N.A. Non applicable (aucune norme pour cette période).

N.P. Non pertinent, la teneur de fond retenue dans la présente étude est inférieure à la norme applicable.

**TABLEAU 23**  
Indices de risque maximaux pour l'exposition additionnelle

| Substance | Exposition aiguë par inhalation <sup>a</sup> |          |           | Exposition chronique <sup>b</sup> |                 |
|-----------|----------------------------------------------|----------|-----------|-----------------------------------|-----------------|
|           | 1 heure                                      | 8 heures | 24 heures | Inhalation                        | Voies multiples |
| Arsenic   | 0,01 <sup>c</sup>                            | -        | -         | -                                 | 0,00005         |
| Baryum    | -                                            | 0,0001   | -         | 0,0000007                         | 0,0000002       |
| Béryllium | -                                            | -        | 0,00007   | 0,0000005                         | 0,0000004       |
| Cadmium   | -                                            | -        | 0,01      | -                                 | 0,0002          |
| Cuivre    | 0,0008                                       | -        | -         | -                                 | 0,000004        |
| Nickel    | 0,0007                                       | 0,001    | -         | 0,00003                           | 0,000004        |
| Plomb     | -                                            | 0,006    | -         | -                                 | 0,0003          |

Les valeurs présentées correspondent à l'indice de risque additionnel estimé pour le récepteur le plus exposé pertinent.

- a Ces valeurs ont été calculées comme suit : Indice de risque additionnel maximal (IR<sub>Add</sub>) = concentration additionnelle maximale estimée sur la période (tableau 8) / VTR<sub>inh</sub> correspondante (tableau 2).
- b Ces valeurs ont été calculées comme suit : Indice de risque additionnel maximal (IR<sub>Add</sub>) = dose additionnelle maximale par inhalation ou par voies multiples (tableau 18) / c. VTR<sub>inh</sub> ou c. VTR<sub>ing</sub> (tableau 3).
- c Concentration sur 1 heure divisée par une VTR établie pour 4 heures (cette approche est prudente car la concentration maximale estimée sur une heure est plus élevée que la concentration maximale sur 4 heures).
- Substance pour laquelle il n'existe pas VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

**TABLEAU 24**

Risque additionnel de cancer estimé pour une exposition durant toute la durée du Projet

| Substance                                                    | Inhalation | Ingestion<br>et contact cutané |
|--------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------|
| Arsenic                                                      | 7,8E-10    | 2,7E-09                        |
| Béryllium                                                    | 5,3E-12    | --                             |
| Cadmium                                                      | 2,6E-10    | --                             |
| Nickel                                                       | 1,6E-10    | --                             |
| Plomb                                                        | 3,9E-12    | 8,4E-11                        |
| Sous-totaux                                                  | 1,2E-09    | 2,8E-09                        |
| Total                                                        | 4,0E-09    |                                |
| Total exprimé<br>par million d'individu ( $\times 10^{-6}$ ) | 0,004      |                                |

Les valeurs présentées correspondent au risque additionnel maximal estimé pour le récepteur pertinent le plus exposé.

Risque additionnel maximal = concentration ou dose d'exposition additionnelle moyenne à vie (tableau 21) x risque unitaire ou coefficient de cancérogénicité (tableau 4).

- Substances pour lesquelles aucun coefficient de cancérogénicité par voie orale n'est disponible.

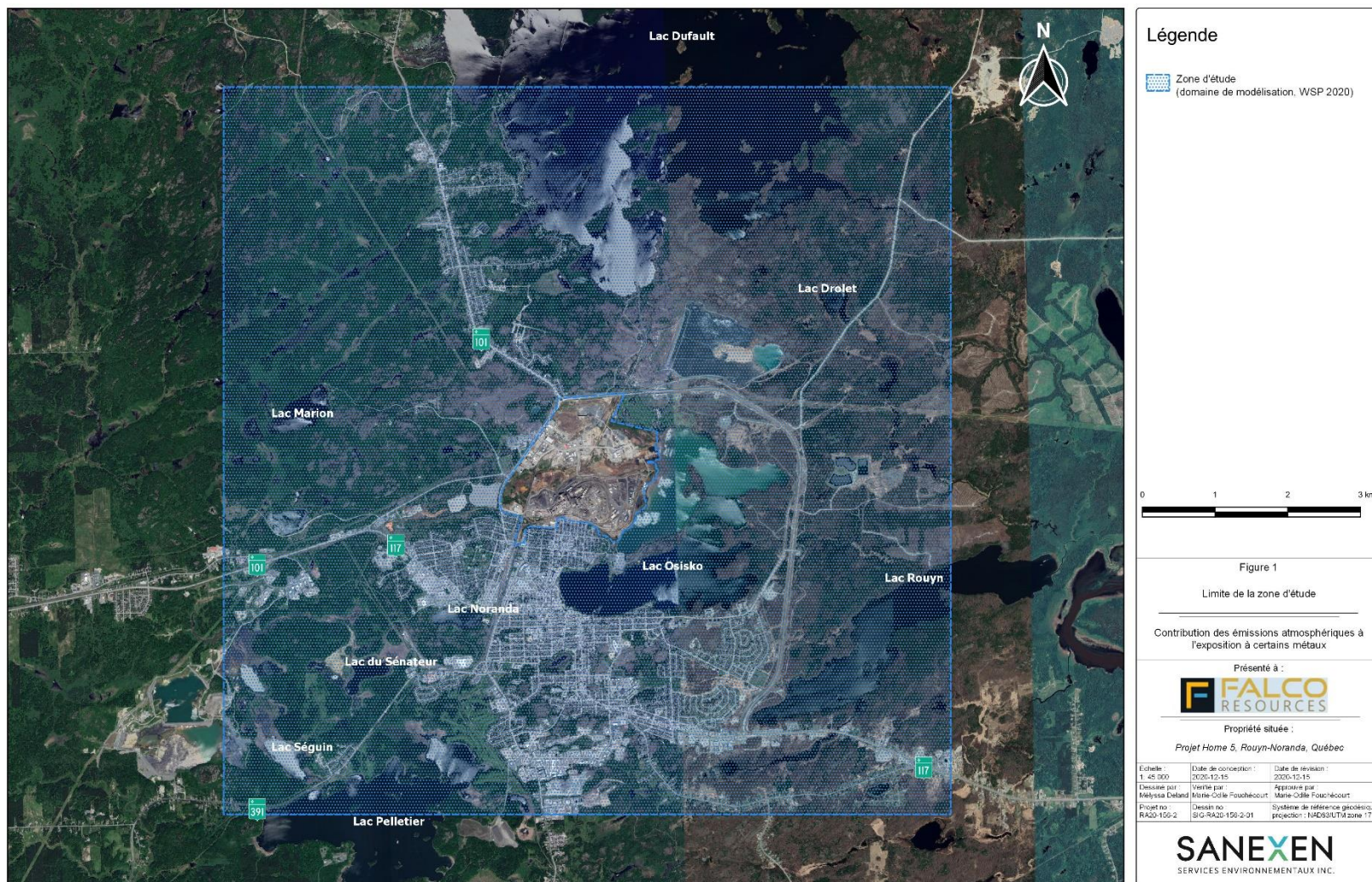
## LISTE DES FIGURES

|                 |                                                             |    |
|-----------------|-------------------------------------------------------------|----|
| <b>FIGURE 1</b> | Limites de la zone d'étude .....                            | 65 |
| <b>FIGURE 2</b> | Localisation des récepteurs.....                            | 66 |
| <b>FIGURE 3</b> | Stations de mesure de la qualité de l'air considérées ..... | 67 |

**CONTRIBUTION DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES À L'EXPOSITION À CERTAINS MÉTAUX**  
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec

Sanexen Services Environnementaux inc.

Ressources Falco Ltée



**FIGURE 1** Limites de la zone d'étude



# CONTRIBUTION DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES À L'EXPOSITION À CERTAINS MÉTAUX

## Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec

Sanexen Services Environnementaux inc.

Ressources Falco Ltée

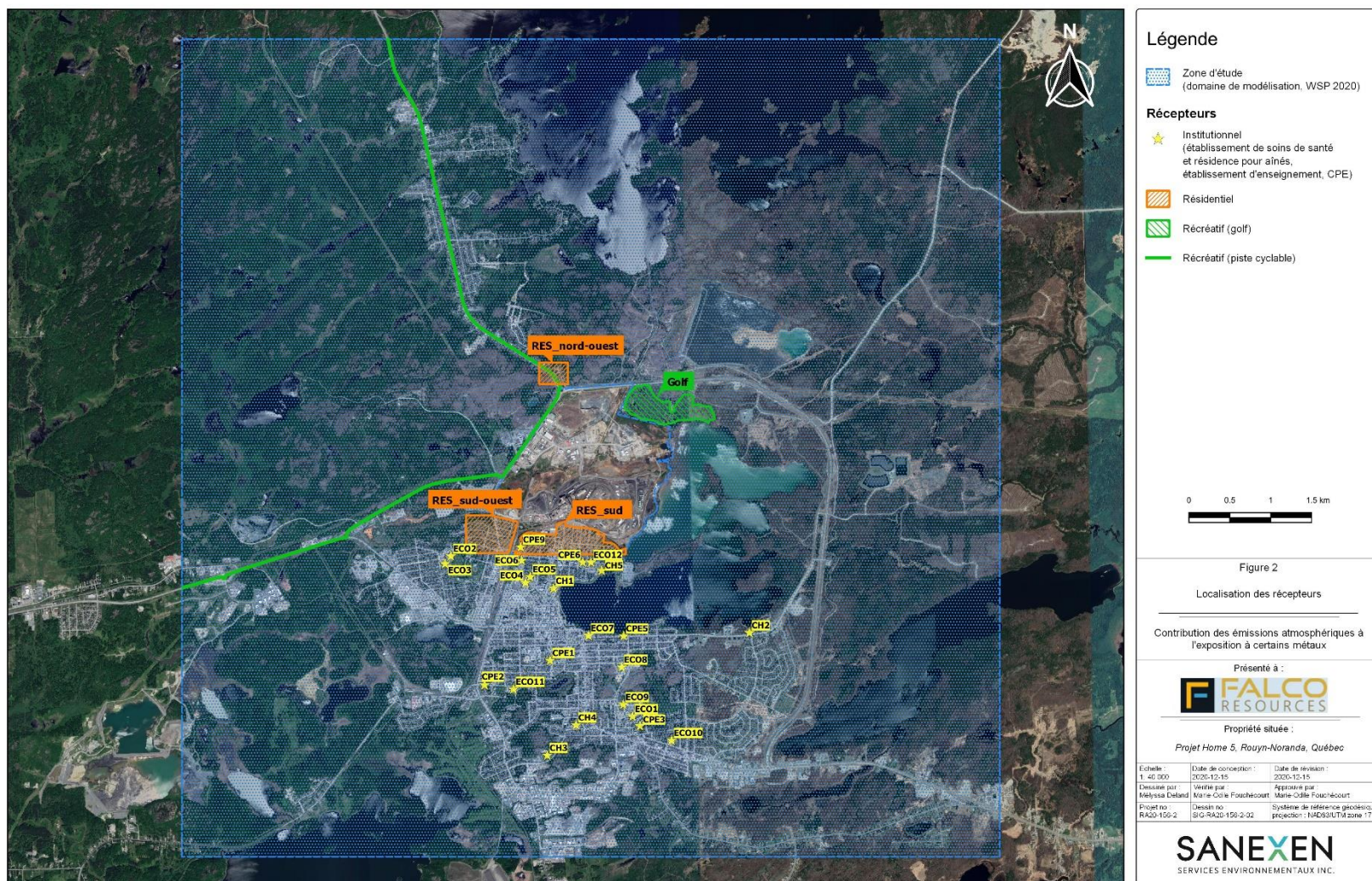
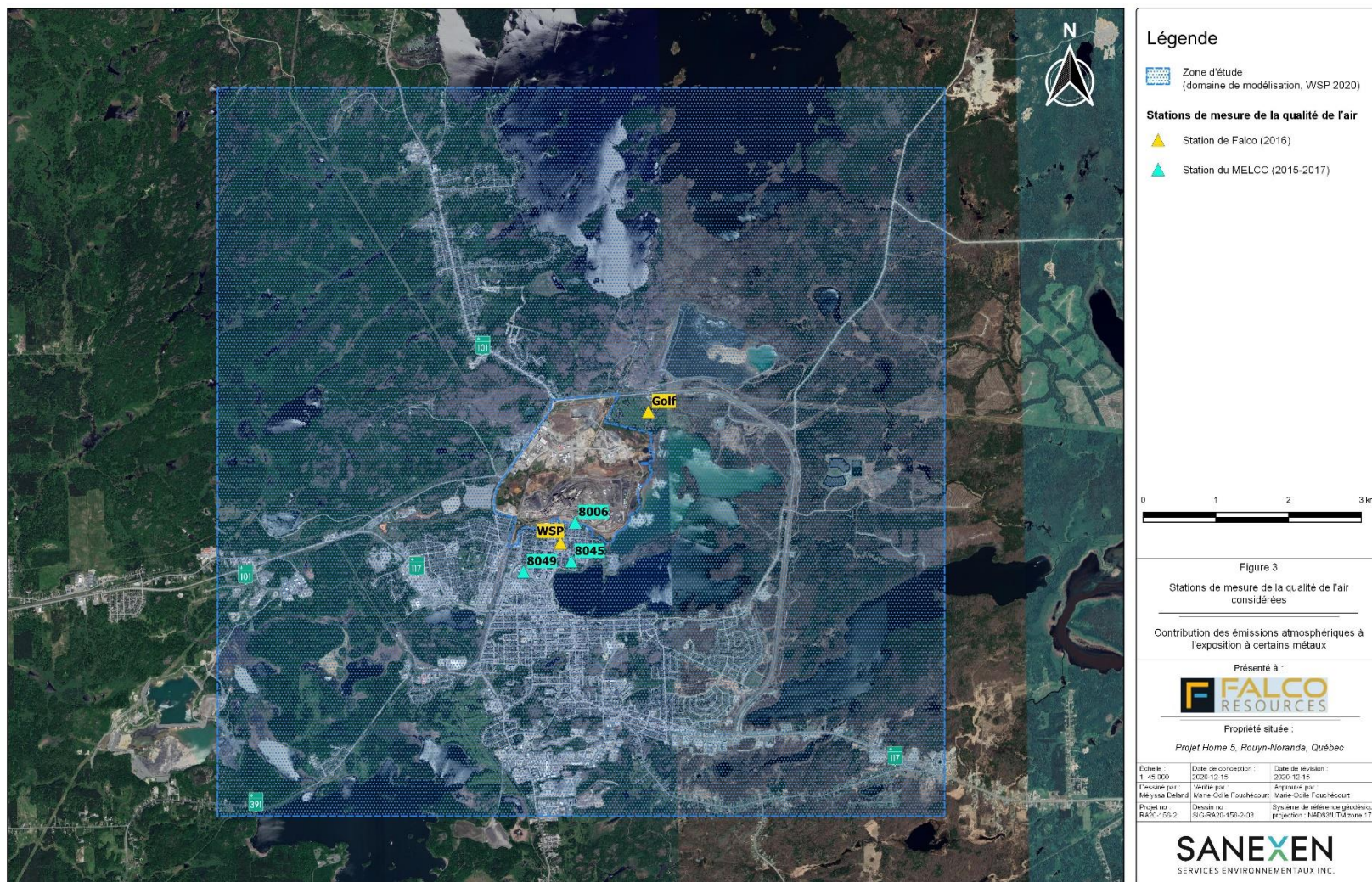


FIGURE 2 Localisation des récepteurs





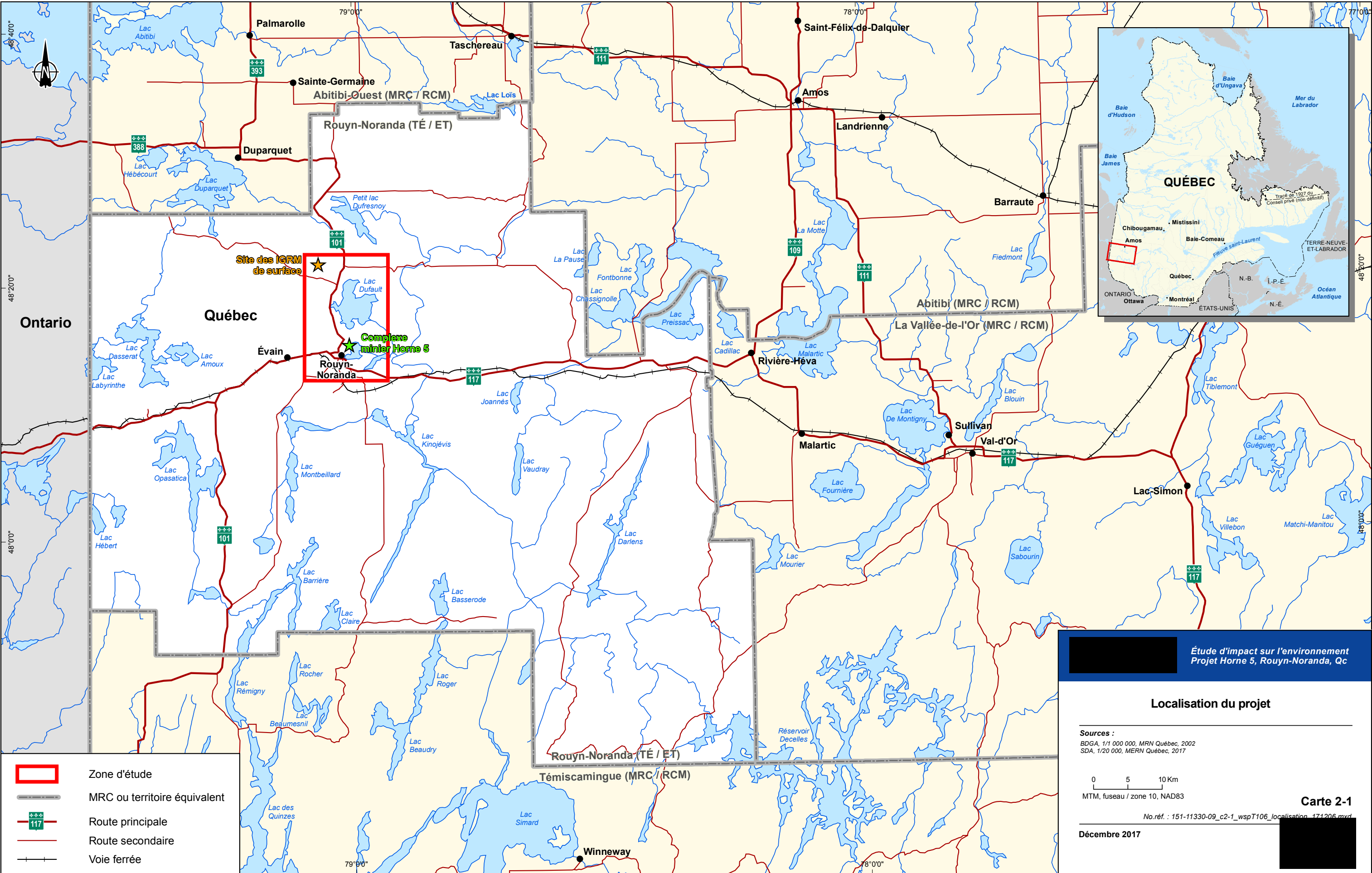
**FIGURE 3** Stations de mesure de la qualité de l'air considérées

## **ANNEXE A**

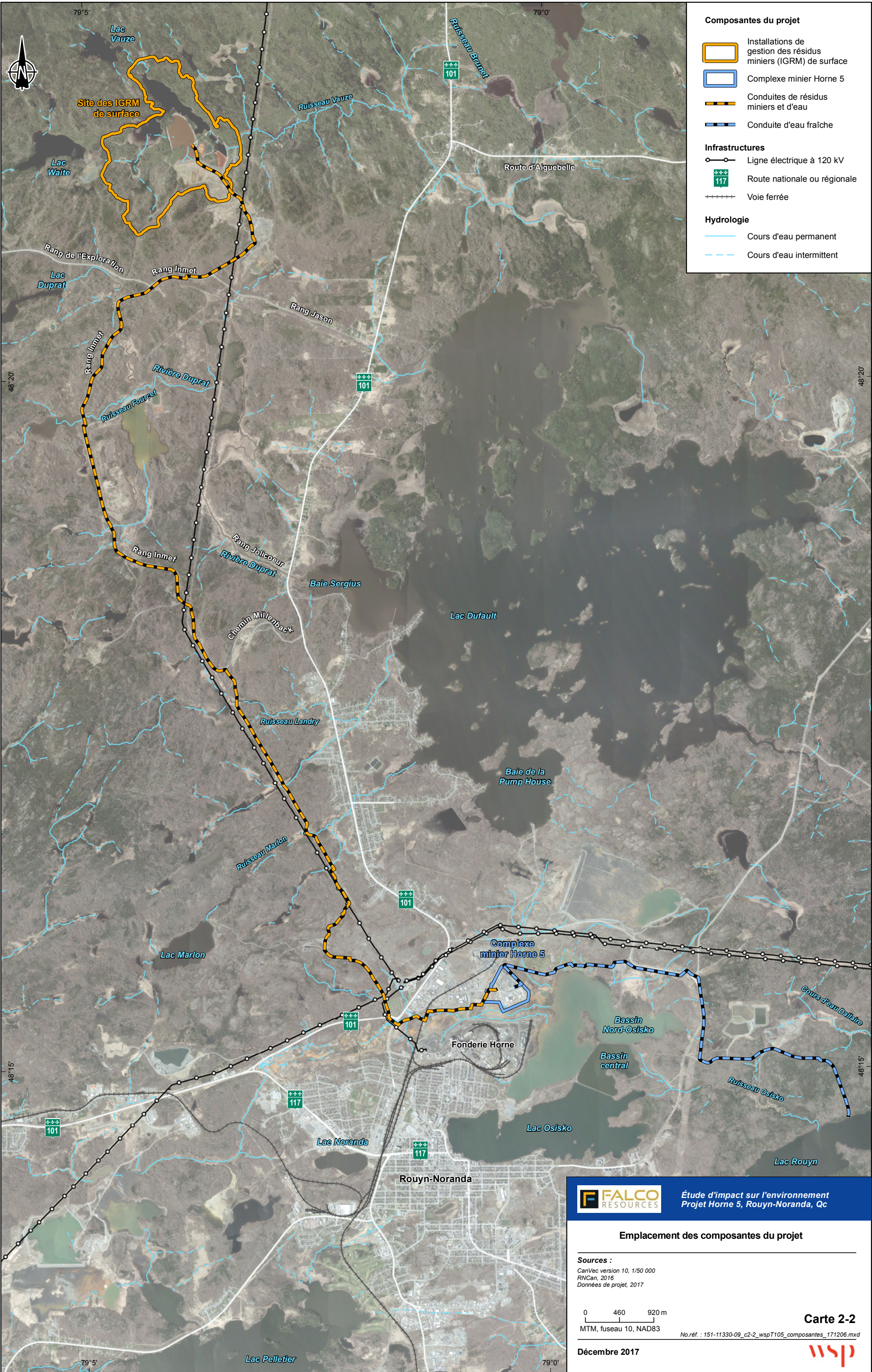
---

Figures tirées de l'ÉIE (WSP)











## **ANNEXE B**

---

Conditions générales et limitations de l'étude

## CONDITIONS GÉNÉRALES ET LIMITATIONS ÉTUDE DE L'EXPOSITION AUX ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

Le présent rapport a été préparé pour l'usage exclusif du client à qui il est adressé (le « **Client** ») et il est strictement confidentiel. L'utilisation de ce rapport ou sa reproduction par une tierce personne ne devra se faire qu'à la suite de la réception de l'autorisation écrite du Client, dont une copie sera acheminée à Sanexen Services Environnementaux inc. (« **Sanexen** »), ainsi que de l'autorisation écrite de Sanexen. Cette utilisation et/ou reproduction du rapport est sujette aux présentes conditions générales et limitations. Sanexen décline toute responsabilité ou obligation associée à l'utilisation non autorisée de ce rapport par une tierce personne; toute conséquence découlant de la décision d'une tierce personne d'utiliser ce rapport lui est strictement imputable.

Les données factuelles, les interprétations, les conclusions et recommandations contenues dans ce rapport se rapportent uniquement au site décrit dans ce rapport (le « **Site** ») et ne s'appliquent à aucun autre site ou lieu. Ce rapport doit être lu dans son ensemble, puisque des sections pourraient être mal interprétées lorsque prises individuellement. Par ailleurs, le Client et toute personne autorisée conformément à ce qui précède, ne doivent se fier qu'au texte du rapport portant la mention « *rapport final* »; Sanexen se dégage de toute responsabilité découlant de l'utilisation de tout autre texte, opinion, ébauche ou rapport préliminaire émis par Sanexen ou de la traduction complète ou partielle de la version finale du rapport.

L'étude de l'exposition aux émissions atmosphériques (l'« **Étude** ») effectuée par Sanexen et décrite dans ce rapport a été effectuée aux seules fins spécifiques du contrat octroyé et décrit dans le présent rapport, et ne doit en aucun cas servir à d'autres fins. La méthodologie suivie est celle décrite dans le présent rapport et l'Étude est conforme, au meilleur de notre connaissance, aux règles et pratiques professionnelles acceptées au moment de sa réalisation et dans les champs de compétence concernés.

Le présent rapport contient des renseignements obtenus du Client et de tierces parties dont l'exactitude n'a pas été vérifiée. Sanexen présume que les renseignements qui lui ont été fournis par le Client ou par une tierce personne sont exacts et bien fondés. Cependant, Sanexen n'assume aucune responsabilité quant à leur justesse ou à leur fiabilité ni quant à la réticence ou non-divulgateur d'une information pertinente ou à la dissimulation d'information par le Client ou par de tierces personnes. Sanexen ne peut notamment pas garantir l'exactitude des données disponibles dans les études antérieures, attestées ou non, servant de base à l'Étude. Le fait qu'une substance n'ait pas été évaluée au cours de la présente étude n'exclut pas le fait que cette substance puisse se retrouver à des concentrations supérieures aux limites de détection ou aux critères indiqués dans les politiques, lois et règlements en vigueur, ou puisse représenter un risque pour l'environnement ou la santé humaine. Par ailleurs, la précision des estimations obtenues et leur interprétation sont sujettes aux incertitudes inhérentes aux données toxicologiques existantes, aux modèles mathématiques et au choix des scénarios d'exposition.

---

Les résultats dont fait état le présent rapport ont été obtenus à partir des données et renseignements disponibles au moment où l'étude a été réalisée et telles que décrites dans le présent document. Sanexen ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de conditions cachées ou imprévisibles ou de changements survenus après la date où l'information a été recueillie par Sanexen. De plus, Sanexen n'assume aucune responsabilité quant à l'utilisation de ce rapport à des fins autres que celles pour lesquelles il a été rédigé, à la valeur réelle ou perçue du Site ni à l'échec d'une transaction en raison du contenu de ce rapport. Sanexen n'a aucun intérêt dans le Site faisant l'objet du présent rapport.

À moins d'avis contraire, les résultats, l'interprétation des données, les commentaires, les recommandations et les conclusions contenus dans ce rapport sont basés, au mieux de notre connaissance, sur les politiques, lois et règlements en vigueur au moment de la rédaction du rapport et applicables spécifiquement au Site, ainsi que sur des opinions professionnelles exprimées spécifiquement dans le contexte du contrat octroyé par le Client. Si ces politiques, lois ou règlements sont modifiés ou différents de ceux présumés, Sanexen devra en être informée par le Client afin de réviser, s'il y a lieu, le contenu interprétatif du rapport. Lorsqu'aucune politique, aucune loi ni aucun règlement n'est disponible pour permettre l'interprétation des données, les commentaires, recommandations et conclusions exprimés au présent rapport sont fondés, au meilleur de notre connaissance, sur les règles et pratiques professionnelles acceptées dans les champs de compétence concernés.

Toute opinion exprimée et toute référence aux politiques, lois et règlements qui seraient exprimées dans le texte de ce rapport sont purement techniques et sont fournies à titre indicatif. Ces opinions et références ne doivent aucunement être considérées comme un conseil juridique ou un avis juridique.

## **ANNEXE C**

---

Information relative aux données toxicologiques

## TABLE DES MATIÈRES

|           |                                                                                      |          |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1.</b> | <b>VTR POUR EXPOSITION AIGUË.....</b>                                                | <b>1</b> |
| 1.1       | <i>Risk Exposure Level (acute REL et 8-hour REL)</i> proposées par Cal/EPA .....     | 1        |
| 1.2       | <i>Minimal Risk Level (acute MRL)</i> proposées par ATSDR .....                      | 1        |
| 1.3       | Autres sources de données.....                                                       | 1        |
| 1.4       | VTR provisoires .....                                                                | 3        |
| <b>2.</b> | <b>VTR POUR EXPOSITION CHRONIQUE.....</b>                                            | <b>4</b> |
| <b>3.</b> | <b>VTR PROVISOIRES RETENUES.....</b>                                                 | <b>5</b> |
| <b>4.</b> | <b>CLASSIFICATIONS DU POTENTIEL CANCÉROGÈNE POUR L'HUMAIN .....</b>                  | <b>6</b> |
| 4.1       | Classification selon U.S. EPA - IRIS .....                                           | 6        |
| 4.2       | Classification selon le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) ..... | 7        |
| 4.3       | Classification selon Santé Canada.....                                               | 7        |
| <b>5.</b> | <b>INFORMATION SUR LES CONVERSIONS (DOSE-CONCENTRATION) .....</b>                    | <b>8</b> |

## 1. VTR POUR EXPOSITION AIGUË

### 1.1 Risk Exposure Level (acute REL et 8-hour REL) proposées par Cal/EPA

Les REL sont des VTR proposées par l'*Office of Environmental Health Hazard Assessment* (OEHHA) de l'Agence de protection de l'environnement de Californie (Cal/EPA)<sup>1</sup> pour une exposition aiguë définie comme une exposition par inhalation d'une durée d'une heure (*acute REL*) ou de 8 heures (*8-hour REL*). Ces valeurs de référence correspondent à une concentration à laquelle un individu peut être exposé pendant 1 heure (ou 8 heures) sans que ne surviennent d'effets néfastes sur sa santé. Les *acute REL* sont déterminées de façon à être sécuritaires pour la population en général, incluant les sous-groupes les plus sensibles, selon l'approche généralement utilisée pour dériver des VTR protégeant d'effets autres que le cancer (ex. : application d'un facteur de sécurité à la concentration sans effet néfaste observé (NOAEL) ajustée au besoin<sup>2</sup>). La répétition d'expositions de courte durée ( $\leq 1$  h) reste sécuritaire dans la mesure où les épisodes d'exposition sont intermittents. Le *8-hour REL* réfère à la concentration moyenne sur 8 heures, et l'exposition peut être répétée.

### 1.2 Minimal Risk Level (acute MRL) proposées par ATSDR

Les *acute MRL*<sup>3</sup> sont proposées par l'*Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (ATSDR) pour une exposition aiguë, définie comme une exposition continue durant 1 à 14 jours consécutifs. Les *acute MRL* sont déterminées de façon à être sécuritaires pour la population en général, incluant les sous-groupes les plus sensibles, selon l'approche généralement utilisée pour dériver des VTR protégeant d'effets autres que le cancer (ex. : application d'un facteur de sécurité à la concentration sans effet néfaste observé (NOAEL) ajustée au besoin<sup>4</sup>). Lorsque pertinent, la concentration d'exposition expérimentale est ajustée pour une exposition continue chez l'humain. Ces *acute MRL* réfèrent à une exposition plus longue que les *acute REL* et les *8-hour REL* définis par Cal/EPA.

### 1.3 Autres sources de données

#### 1.3.1 Concentrations limites d'exposition en situation d'urgence

Les concentrations limites d'exposition en situation d'urgence ne sont pas des VTR à proprement parler. Ce sont plutôt des valeurs qui visent à protéger la population en cas d'urgence environnementale, donc à s'assurer qu'il n'y a pas d'effets sérieux et irréversibles sur la santé de la population. Les valeurs proposées par différents organismes sont présentées ci-dessous.

- Les *Acute Emergency Guideline Level* (AEGl) sont des valeurs développées par le *National Research Council, National Academy of Sciences (NRC/NAS)* puis recommandées par U.S EPA<sup>5</sup>. Les AEGl représentent des seuils limites d'exposition visant à protéger la population générale en situation d'urgence (exposition rare ou « une fois dans une vie »). Jusqu'à trois niveaux de seuils peuvent être déterminés pour cinq durées d'exposition (10 et 30 minutes, 1, 4 et 8 heures), chaque seuil correspondant à des niveaux différents de sévérité d'effets toxiques. L'U.S. EPA présume que les AEGl sont applicables à l'ensemble de la population, incluant les bébés, les enfants et les autres individus qui

1 <http://oehha.ca.gov/air/allrels.html>

2 Par exemple, pour tenir compte de la durée d'exposition ou de différences toxicocinétiques entre l'animal et l'humain.

3 <http://www.atsdr.cdc.gov/mrls/index.asp>

4 Par exemple, pour tenir compte de la durée d'exposition ou de différences toxicocinétiques entre l'animal et l'humain.

5 Les AEGl sont accessibles à : <http://www.epa.gov/oppt/aegl/>



pourraient être sensibles. Le premier niveau de protection (AEGL-1) est défini comme la concentration dans l'air au-delà de laquelle la population générale, incluant les personnes sensibles, pourraient subir un inconfort notoire (odeur, goût), de l'irritation des organes sensoriels ou certains effets asymptomatiques, non liés aux sens. Cependant, les effets ne sont pas handicapants et ils sont transitoires et réversibles après cessation de l'exposition.

- Les *Emergency Response Planning Guideline* (ERPG) sont développés par l'*American Industrial Hygiene Association* (AIHA)<sup>1</sup>. Comme les AEGL, les ERPG ont pour objectif de fournir une estimation des plages de concentrations au-dessus desquelles des effets néfastes sur la santé pourraient raisonnablement être anticipés/observés. L'ERPG-1 correspond à la concentration maximale dans l'air (moyenne sur 1 heure) en deça de laquelle presque tous les individus peuvent être exposés sans qu'il y ait d'effets sur leur santé autres que des effets mineurs et transitoires ou sans que ces individus perçoivent une odeur désagréable clairement définie.
- En l'absence d'AEGL et d'ERPG, l'*U.S. Department of Emergency* (U.S. DOE) peut avoir développé des valeurs provisoires appelées *Temporary Emergency Exposure Limit* (TEEL). Une TEEL-1 est définie comme la concentration dans l'air (moyenne sur une heure) au-delà de laquelle la population générale, incluant les individus les plus susceptibles, pourrait ressentir un inconfort notable, de l'irritation ou certains effets asymptomatiques non liés aux sens; cependant, ces effets ne sont pas incapacitants et ils sont transitoires et réversibles après cessation de l'exposition (U.S. DOE 2016)<sup>2</sup>.

### 1.3.2 Normes en milieu de travail

En milieu de travail, la valeur d'exposition moyenne permise (VEMP) ou, en anglais, la *Threshold Limit Value-Time Weighted Average* (TLV-TWA) sont des concentrations moyennes sur 8 ou 10 heures destinées à protéger la santé des travailleurs.

Ces normes en milieu de travail sont déterminées par divers organismes comme l'*American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH), le *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) et l'*Occupational Safety and Health Administration* (OSHA). Au Québec, les VEMP sont inscrites dans le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST)<sup>3</sup>. Par défaut, des valeurs provisoires (*Workplace Environmental Exposure Levels*, WEELs)<sup>4</sup> peuvent être proposées par l'AIHA ou l'*Occupational Alliance for Risk Science* (OARS). La VEMP est définie dans le RSST comme « la concentration moyenne, pondérée pour une période de 8 heures par jour, en fonction d'une semaine de 40 heures, d'une substance chimique (sous forme de gaz, poussières, fumées, vapeurs ou brouillards) présente dans l'air au niveau de la zone respiratoire du travailleur ».

1 Les ERPG sont accessibles à : <https://www.aiha.org/get-involved/AIHAGuidelineFoundation/EmergencyResponsePlanningGuidelines/Pages/default.aspx>

2 <https://www.standards.doe.gov/standards-documents/1000/1046-Bhdbk-2016/@images/file>. Les TEEL sont accessibles à : <http://www.atlintl.com/DOE/teels/teel.html>.

3 Règlement sur la santé et la sécurité du travail. <http://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/simdut-1988/guide-utilisation-fiche-signalétique/pages/13-reglementation.aspx>

4 Les WEEL sont accessibles à : <https://www.aiha.org/get-involved/AIHAGuidelineFoundation/WEELs/Pages/default.aspx> ou à : <http://www.tera.org/OARS/>

La notion d'effet néfaste pour les travailleurs n'est pas clairement définie par les organismes qui établissent ces normes et la documentation disponible ne permet pas toujours de connaître la façon dont les concentrations proposées ont été déterminées (dose critique et facteurs de sécurité non détaillés). Lorsque l'information est disponible, il appert que les TLV-TWA ou VEMP correspondent souvent à la NOAEL ou à la plus faible concentration avec effet (ou avec effet néfaste) observé (LOEL et LOAEL, respectivement) chez l'humain (ou chez l'animal) à la suite d'une exposition de plus ou moins longue durée. Pour les substances ne présentant pas de toxicité aiguë particulière, les TLV-TWA ou VEMP sont basées sur la protection des travailleurs pour une exposition à long terme (effets survenant à des niveaux d'exposition plus faibles que lors d'une exposition à court terme). Les TLV-TWA sont déterminées pour des adultes en bonne santé (moins sensibles que la population générale).

#### 1.4 VTR provisoires

Lorsqu'aucune VTR pour une exposition aiguë (*acute REL*, *8-hour REL*, *acute MRL*) n'était disponible, un effort a été effectué afin de développer des valeurs provisoires permettant une évaluation préliminaire du risque. Cette approche préliminaire vise à identifier des situations où les concentrations mesurées ou estimées dans l'air sur une courte période (ex. : 1 heure, 8 heures, 24 heures) se rapprocheraient des concentrations identifiées comme ayant des effets possibles sur la santé. À cette fin, les concentrations ayant des effets possibles sur la santé à la suite d'une exposition par inhalation de courte durée sont identifiées parmi les valeurs visant à protéger la population en cas d'urgence environnementale (AEGL-1, ERPG-1, TEEL-1) et/ou parmi celles visant à protéger la santé des travailleurs (TLV-TWA, VEMP).

Généralement, les valeurs provisoires ont été dérivées en divisant la plus faible valeur identifiée parmi les TLV-TWA, AEGL-1, ERPG-1 et TEEL-1 disponibles par un facteur de sécurité arbitraire (de 100)<sup>1</sup> qui vise à s'assurer que toute concentration dans l'air se rapprochant d'un niveau d'effet soit identifiée (« système d'alerte »). La VTR provisoire correspond donc à une AEGL-1 (ou ERPG-1 ou TEEL-1 ou TLV-TWA) divisée par 100, à moins que cette valeur soit inférieure à la VTR par inhalation pour une exposition sous-chronique (s.c.  $VTR_{inh}$ ) ou chronique (c.  $VTR_{inh}$ ). Dans un tel cas, la VTR sous-chronique ou chronique serait appliquée. Advenant que la concentration estimée ou mesurée soit supérieure à la VTR provisoire (ex. : concentration estimée > TLV-TWA/100), une analyse plus approfondie des résultats est réalisée (ex. : recherche et analyse des données toxicologiques brutes disponibles, évaluation de l'incertitude associées à la toxicité et à l'exposition).

1 Bien que cette valeur de 100 soit issue d'un choix arbitraire, cette valeur peut être vue comme englobant le facteur d'incertitude par défaut (10) généralement appliqué pour tenir compte de la variabilité interindividuelle (protection de la population la plus sensible) multiplié par un facteur additionnel de 10 qui pourrait couvrir d'autres sources d'incertitude comme le niveau d'effet du point de départ (LOAEL), des lacunes de la base de données, etc.

## 2. VTR POUR EXPOSITION CHRONIQUE

Les valeurs toxicologiques de référence retenues pour estimer le risque d'effets avec seuil (doses et concentrations de référence protégeant du cancer ou d'autres effets) ou le risque de cancer pour les substances sans seuil (risque unitaire ou coefficient de cancérogénicité) proviennent généralement des sources suivantes :

- Santé Canada : plusieurs dénominations de VTR (dose journalière acceptable (DJA), dose journalière tolérable (DJT), apport quotidien tolérable (AQT), concentration tolérable (CT), coefficient de cancérogénicité, risque unitaire) sont disponibles dans le document d'orientation pour les sites contaminés<sup>1</sup> et dans d'autres documents disponibles en ligne<sup>2,3</sup>;
- Agence pour la protection de l'environnement des États-Unis (U.S. EPA) : base de données IRIS (*Integrated Risk Information System*), qui fournit *Reference Dose* (RfD), *Reference Concentration* (RfC), *Cancer Slope Factor* (coefficient de cancérogénicité) et/ou *Unit Risk* (risques unitaires pour l'air et/ou l'eau potable);
- *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (ATSDR) : *Minimal Risk Levels* (MRLs) pour une exposition aiguë, sous-chronique (*intermediate*) ou chronique présentés dans les *Toxicological Profiles*;
- Organisation mondiale de la santé (OMS) : diverses VTR, comme des doses journalières admissibles (DJA) peuvent être disponibles dans des publications (ex. : *Concise International Chemical Assessment Document* (CICADs), *Environmental Health Criteria* (EHC) *monographs*, *Joint Expert Committee on Food Additives* (JECFA) – *Monographs and Evaluations*, *Joint Meeting on Pesticide Residues* (JMPR)). Les recommandations européennes<sup>4</sup> pour la qualité de l'air sont aussi une source de VTR, notamment pour les oxydes gazeux et les particules;
- *National Institute for Public Health and the Environment* (RIVM) se rapportant du ministère hollandais de la santé, du bien-être et du sport;
- Agence pour la protection de l'environnement de Californie (Cal/EPA) : l'*Office of Environmental Health Hazard* (OEHHa) fournit des VTR (REL, *cancer slope factor*, *unit risk*) dans une base de données<sup>5</sup>;
- *Institute of Medicine* (IOM) de la *National Academy of Sciences* (NAS), qui fournit notamment de l'information pour les éléments inorganiques (ex. : métaux, oligoéléments).

À l'occasion, des VTR provenant d'autres sources peuvent aussi être présentées. Parmi celles-ci figurent notamment les *Provisional Peer-Reviewed Toxicity Values* (PPTRVs) dérivées par l'U.S. EPA pour le *Superfund Program* (<http://hhpprtv.ornl.gov/>). Les PPTRV (ex. : p-RfD, p-RfC, p-Unit Risk) sont qualifiées de « provisoires » car elles n'ont pas fait l'objet d'un consensus auprès de tous les programmes de l'U.S. EPA, contrairement aux VTR présentées dans IRIS. L'U.S. EPA dérive des PPTRV lorsqu'il n'y a pas de valeur disponible dans IRIS. Ces valeurs sont établies selon la même procédure que les VTR de IRIS (même sources, même directives) et font également l'objet d'une révision par des pairs à l'interne (par deux scientifiques de l'U.S. EPA) et à l'externe (par trois experts scientifiques indépendants). Les PPTRV sont mises à jour régulièrement.

---

1 L'évaluation du risque pour les sites contaminés fédéraux au Canada - Partie II : Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) de Santé Canada, version 2.0

2 Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada - Documents techniques. <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/index-fra.php#techniques>

3 Lignes directrices sur la qualité de l'air intérieur résidentiel. <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/air/in/res-in/index-fra.php>

4 [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/outdoorair\\_agg/en/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_agg/en/)

5 <https://oehha.ca.gov/chemicals>

### 3. VTR PROVISOIRES RETENUES

En l'absence de VTR recommandée par une institution reconnue par l'INSPQ, des valeurs provisoires ont été utilisées afin d'identifier tout risque potentiel, dans la mesure des données toxicologiques disponibles. En effet, il apparaissait important d'évaluer, au moins de façon préliminaire, les risques qui pourraient être posés par chacune des substances d'intérêt à court terme, à la suite d'une exposition aiguë par inhalation (reflétant des pics de concentrations), et à moyen ou long terme, à la suite d'une exposition répétée via différentes voies (inhalation, ingestion et contact cutané).

Les valeurs provisoires (VTR provisoires *ad hoc*) utilisées dans la présente étude ont été dérivées selon une approche volontairement prudente qui peut être résumée comme suit :

- Exposition aiguë (8 heures) par inhalation – en l'absence de VTR fournie par les institutions susmentionnées pour évaluer le risque par inhalation à court terme (ex. : 1 heure, 8 heures, 24 heures), des valeurs provisoires pour une exposition de 8 heures ont été dérivées en divisant la concentration moyenne permise en milieu de travail (TLV-TWA<sup>1</sup>) par un facteur de sécurité :
  - Un facteur de sécurité arbitraire de 100 a généralement été retenu afin de tenir compte du fait que le niveau de protection recherché en santé environnementale (absence de tout effet néfaste pour la population, incluant les individus les plus sensibles) est plus élevé qu'en milieu de travail (ex. : tolérance d'effets réversibles chez des adultes en bonne santé). Ce facteur de sécurité a été appliqué à 2 métaux (Ba, Pb),
  - Pour 1 métal (Be), la TLV-TWA divisée par 100 était plus faible que la VTR pour une exposition chronique et n'a donc pas été retenue;
- Exposition aiguë (24 heures) par inhalation – application de la c. VTR<sub>inh</sub> lorsque celle-ci est basée sur un effet sensibilisant (cas du Be) et/ou lorsque la TLV-TWA divisée par 100 était plus faible que la VTR pour une exposition chronique (cas du Be).

1 *Threshold Limit Value – Time-Weighted Average* : concentration moyenne sur une journée de travail (8 ou 10 heures) permise en milieu de travail, ou valeur équivalente (voir annexe C).

## 4. CLASSIFICATIONS DU POTENTIEL CANCÉROGÈNE POUR L'HUMAIN

### 4.1 Classification selon U.S. EPA - IRIS<sup>1</sup>

Classification la plus récente<sup>2</sup>, disponible uniquement pour les substances évaluées à partir de 2005 :

- *Carcinogenic to Humans* (cancérogène pour l'humain)<sup>3</sup>;
- *Likely to be Carcinogenic to Humans* (probablement cancérogène pour l'humain)<sup>1</sup>;
- *Suggestive Evidence of Carcinogenic Potential* (preuves suggérant un potentiel cancérogène)<sup>1</sup>;
- *Inadequate Information to Assess Carcinogenic Potential* (information inadéquate pour évaluer le potentiel cancérogène)<sup>1</sup>;
- *Not Likely to be Carcinogenic to Humans* (probablement non cancérogène pour l'humain)<sup>1</sup>.

Classification antérieure<sup>4</sup> (1986-2005) :

- Groupe A : *Carcinogenic to Humans* (cancérogène pour l'humain)<sup>1</sup>;
- Groupes B1 et B2 : *Probably Carcinogenic to Humans* (probablement cancérogène pour l'humain)<sup>1</sup>;
- Groupe C : *Possibly Carcinogenic to Humans* (possiblement cancérogène pour l'humain)<sup>1</sup>;
- Groupe D : *Not Classifiable as to Human Carcinogenicity* (non classable pour son potentiel cancérogène chez l'humain)<sup>1</sup>.

Les fondements de cette classification sont résumés dans le tableau ci-dessous :

| Preuve chez l'humain | Preuve chez l'animal |         |            |                    |                    |
|----------------------|----------------------|---------|------------|--------------------|--------------------|
|                      | Suffisante           | Limitée | Inadéquate | Absence de données | Absence de preuves |
| Suffisante           | A                    | A       | A          | A                  | A                  |
| Limitée              | B1                   | B1      | B1         | B1                 | B1                 |
| Inadéquate           | B2                   | C       | D          | D                  | D                  |
| Absence de données   | B2                   | C       | D          | D                  |                    |
| Absence de preuves   | B2                   | C       | D          | D                  |                    |

1 <http://www.epa.gov/iris/index.html>;

2 *Guidelines for Carcinogen Risk Assessment*, 2005, disponible à : <http://www.epa.gov/cancerguidelines/>

3 Traduction libre

4 *Guidelines for Carcinogen Risk Assessment*, 1986, disponible à : <http://www.epa.gov/cancerguidelines/guidelines-carcinogen-risk-assessment-1986.htm>

#### 4.2 Classification selon le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC)<sup>1</sup>

- Groupe 1 : cancérogène pour l'humain;
- Groupe 2A : probablement cancérogène pour l'homme;
- Groupe 2B : peut-être cancérogène pour l'homme;
- Groupe 3 : inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme;
- Groupe 4 : probablement pas cancérogène pour l'homme.

#### 4.3 Classification selon Santé Canada<sup>2</sup>

- Groupe I : cancérogène pour l'humain;
- Groupe II : probablement cancérogène pour l'humain;
- Groupe III : susceptible d'être cancérogène pour l'humain;
- Groupe IV : peu susceptible d'être cancérogène pour l'humain;
- Groupe V : probablement non cancérogène pour l'humain;
- Groupe VI : inclassable en ce qui concerne la cancérogénicité chez l'humain.

---

1 <http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

2 <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/approach/index-eng.php>

## 5. INFORMATION SUR LES CONVERSIONS (DOSE-CONCENTRATION)

Pour plusieurs substances, il arrive qu'il existe une VTR par ingestion seulement ou par inhalation seulement. Dans de tels cas et lorsqu'il a été jugé plausible que les effets observés par l'une ou l'autre voie puissent se produire quelle que soit la voie d'exposition (ex. : effets systémiques), une valeur provisoire peut avoir été dérivée selon une approche prudente et en tenant compte :

- Du taux d'absorption relatif de chacune des voies (valeurs documentées ou, par défaut, 100 % par voie orale et 100 % par inhalation);
- Des caractéristiques d'un adulte (soit un volume d'air inhalé par jour arrondi à 0,23 m<sup>3</sup>/kg de poids corporel (p.c.) par jour). Cette dernière valeur correspond aux caractéristiques d'exposition recommandées dans les lignes directrices pour l'analyse de risque québécoises<sup>1</sup> (0,223 m<sup>3</sup>/kg-p.c. par jour, poids corporel : 74,6 kg, d'où un taux d'inhalation de 16,6 m<sup>3</sup>/jour) et fédérales<sup>2</sup> (poids corporel d'un adulte : 70,4 kg, taux d'inhalation : 16,6 m<sup>3</sup>/jour, d'où un volume d'air inhalé de 0,235 m<sup>3</sup>/jour).

Ainsi :

$$\text{Concentration de référence provisoire} = (\text{Dose de référence} / \text{Volume d'air inhalé par jour}) \times (F_{\text{oral}}/F_{\text{inhal}}) \times 1\,000$$

Et inversement :

$$\text{Dose de référence provisoire} = \text{Concentration de référence} \times \text{Volume d'air inhalé par jour} \times (F_{\text{inhal}}/F_{\text{oral}}) \times 0,001$$

Où :

|                                         |                                                                                     |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Concentration de référence provisoire : | Concentration exprimée en µg/m <sup>3</sup>                                         |
| Dose de référence :                     | Dose exprimée en mg/kg-p.c. par jour                                                |
| Volume d'air inhalé par jour :          | Volume moyen pour un adulte (0,23 m <sup>3</sup> /kg-p.c. par jour; voir ci-dessus) |
| F <sub>oral</sub> :                     | Taux d'absorption par voie orale                                                    |
| F <sub>inhal</sub> :                    | Taux d'absorption par inhalation                                                    |
| 1 000 :                                 | Facteur de conversion de mg à µg                                                    |
| 0,001 :                                 | Facteur de conversion de µg à mg                                                    |

1 INSPQ (2012). Lignes directrices pour la réalisation des évaluations du risque toxicologique d'origine environnementale au Québec. <https://www.inspq.qc.ca/publications/1440>

2 Santé Canada (2010). L'évaluation du risque pour les sites contaminés fédéraux au Canada - Partie I : L'évaluation quantitative préliminaire des risques (ÉQPR) pour la santé humaine, version 2.0.



## **ANNEXE D**

---

Description et localisation précise des récepteurs

## Identification et localisation des récepteurs évalués

| Nom            | Catégorie                                                                  | Description                                                              | Coordonnée x | Coordonnée y |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|
| RES_nord-ouest | Résidentiel                                                                | Quartier résidentiel adjacent à la zone industrielle                     | a            | a            |
| RES_sud        | Résidentiel                                                                | Quartier résidentiel adjacent à la zone industrielle                     | a            | a            |
| RES_sud-ouest  | Résidentiel                                                                | Quartier résidentiel adjacent à la zone industrielle                     | a            | a            |
| ECO1           | Institutionnel (établissement d'enseignement)                              | CÉGEP de l'Abitibi-Témiscamingue                                         | 648008       | 5343716      |
| ECO2           | Institutionnel (établissement d'enseignement)                              | École primaire-Sacré-Coeur                                               | 645787       | 5345676      |
| ECO3           | Institutionnel (établissement d'enseignement)                              | École Petit-Sacré-Coeur                                                  | 645717       | 5345582      |
| ECO4           | Institutionnel (établissement d'enseignement)                              | École secondaire-La Source                                               | 646700       | 5345350      |
| ECO5           | Institutionnel (établissement d'enseignement)                              | Centre Polymétier (écoles des adultes)                                   | 646758       | 5345423      |
| ECO6           | Institutionnel (établissement d'enseignement)                              | École secondaire-Noranda School                                          | 646653       | 5345624      |
| ECO7           | Institutionnel (établissement d'enseignement)                              | Centre Élisabeth-Bruyère (éducation des adultes)                         | 647470       | 5344704      |
| ECO8           | Institutionnel (établissement d'enseignement)                              | École secondaire- D'Iberville                                            | 647877       | 5344319      |
| ECO9           | Institutionnel (établissement d'enseignement)                              | Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue                            | 647895       | 5343862      |
| ECO10          | Institutionnel (établissement d'enseignement)                              | École primaire-Le Prélude                                                | 648486       | 5343423      |
| ECO11          | Institutionnel (établissement d'enseignement)                              | École primaire- Notre-Dame-de-Grâce                                      | 646553       | 5344049      |
| ECO12          | Institutionnel (établissement d'enseignement)                              | École primaire - Notre-Dame-de-Protection                                | 647500       | 5345600      |
| CH1            | Institutionnel) (établissement de soins et résidence pour personnes âgées) | Centre hospitalier de Rouyn-Noranda                                      | 647042       | 5345282      |
| CH2            | Institutionnel) (établissement de soins et résidence pour personnes âgées) | Maison de soins palliatifs RN                                            | 649438       | 5344739      |
| CH3            | Institutionnel) (établissement de soins et résidence pour personnes âgées) | Centre de réadaptation la Maison Inc                                     | 646967       | 5343240      |
| CH4            | Institutionnel) (établissement de soins et résidence pour personnes âgées) | RPA-Maison PieXII                                                        | 647318       | 5343611      |
| CH5            | Institutionnel) (établissement de soins et résidence pour personnes âgées) | Pavillon Jacques Fisette                                                 | 647632       | 5345500      |
| CPE1           | Institutionnelle (centre de la petite enfance)                             | CPE Bonaventure, 259 avenue Principale, Rouyn-Noranda                    | 647000       | 5344400      |
| CPE2           | Institutionnelle (centre de la petite enfance)                             | CPE Bonaventure, 381 rue Notre-Damee, Rouyn-Noranda                      | 646200       | 5344100      |
| CPE3           | Institutionnelle (centre de la petite enfance)                             | CPE Fleur et miel, 545 boulevard du Collège, Rouyn-Noranda               | 648100       | 5343600      |
| CPE5           | Institutionnelle (centre de la petite enfance)                             | CPE Au Jardin de Pierrot Inc., 399 Rue Perreault E, Rouyn-Noranda        | 647900       | 5344700      |
| CPE6           | Institutionnelle (centre de la petite enfance)                             | CPE L'Anode magique, Installation Rouyn-Noranda, 36 6e rue Rouyn-Noranda | 647400       | 5345600      |
| CPE9           | Institutionnelle (centre de la petite enfance)                             | La Ribambelle, 111 11e Rue, Rouyn-Noranda                                | 646641,1     | 5345786,2    |
| GOLF           | Récréatif (golf)                                                           | Club de golf Noranda                                                     | a            | a            |
| CYCL           | Récréatif (piste cyclable)                                                 | Piste cyclable longeant la route 101                                     | a            | a            |

a Récepteur le plus exposé parmi les récepteurs discrets situés dans le secteur défini  
Coordonnées géographiques: MTM, fuseau 10, NAD83

## **ANNEXE E**

---

Paramètres et équations utilisés pour estimer les  
niveaux d'exposition des récepteurs aux métaux

## TABLE DES MATIÈRES

|           |                                                                                            |           |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>PARAMÈTRES D'EXPOSITION .....</b>                                                       | <b>1</b>  |
| <b>2.</b> | <b>PROPRIÉTÉS DES MÉTAUX .....</b>                                                         | <b>3</b>  |
| <b>3.</b> | <b>JEU D'ÉQUATIONS.....</b>                                                                | <b>4</b>  |
| 3.1       | Estimation de la dose par inhalation d'air extérieur .....                                 | 4         |
| 3.2       | Estimation de la dose par inhalation d'air intérieur .....                                 | 4         |
| 3.3       | Estimation de la dose par ingestion de sol .....                                           | 4         |
| 3.4       | Estimation de la dose par ingestion de poussières intérieures .....                        | 5         |
| 3.5       | Estimation de la dose par contact cutané avec le sol.....                                  | 5         |
| 3.6       | Estimation de la dose par contact cutané avec les poussières intérieures .....             | 5         |
| 3.7       | Estimation de la dose par ingestion d'eau potable .....                                    | 6         |
| 3.8       | Estimation de la dose par ingestion de fruits, de légumes racines ou d'autre légumes ..... | 6         |
| 3.9       | Estimation de la dose par ingestion de viande .....                                        | 6         |
| 3.10      | Estimation de la dose par ingestion de poisson .....                                       | 7         |
| 3.11      | Estimation de la dose par contact cutané avec l'air ambiant.....                           | 7         |
| 3.12      | Estimation de la dose par voie cutanée à partir de l'eau (bains ou baignade).....          | 7         |
| 3.13      | Estimation de la dose par ingestion de lait maternel (0 à 6 mois) .....                    | 8         |
| 3.14      | Combinaison des doses d'exposition par ingestion, contact cutané et inhalation .....       | 9         |
| 3.15      | Estimation des niveaux d'exposition moyens à vie .....                                     | 10        |
| <b>4.</b> | <b>RÉFÉRENCES .....</b>                                                                    | <b>11</b> |

## LISTE DES TABLEAUX

|                    |                                                                            |   |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------|---|
| <b>TABLEAU E-1</b> | Paramètres d'exposition des récepteurs .....                               | 2 |
| <b>TABLEAU E-2</b> | Valeur des paramètres requis pour estimer l'exposition des récepteurs..... | 3 |

## **1. PARAMÈTRES D'EXPOSITION**

La plupart des paramètres utilisés sont ceux recommandés par l'INSPQ, 2012 pour les évaluations déterministes, pour des récepteurs mixtes (hommes et femmes combinés), selon un scénario résidentiel en milieu rural (voir section 3.2.3 du rapport).

Les paramètres considérés afin d'estimer l'exposition des récepteurs sont présentés au tableau E1.

# CONTRIBUTION DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES À L'EXPOSITION À CERTAINS MÉTAUX

Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec

Sanexen Services Environnementaux inc.

Ressources Falco Ltée

**TABLEAU E-1**  
Paramètres d'exposition des récepteurs

| Paramètre                                                         | Tranche d'âge     |              |             |              |                |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|-------------|--------------|----------------|
|                                                                   | 0-6<br>mois       | 0,5-4<br>ans | 5-11<br>ans | 12-19<br>ans | 20 ans<br>et + |
| Durée des périodes d'exposition (ans)                             | 0,5               | 4,5          | 7           | 8            | 50             |
| Poids corporel (kg)                                               | 6,7               | 14,9         | 30,4        | 60,75        | 74,75          |
| Surface corporelle (m <sup>2</sup> )                              | 0,345             | 0,577        | 0,985       | 1,608        | 1,856          |
| Taux d'inhalation (m <sup>3</sup> /kg/jour)                       | 0,509             | 0,461        | 0,382       | 0,297        | 0,223          |
| Taux d'ingestion de sol en été (mg/jour)                          | 10                | 42,5         | 17,5        | 10           | 10             |
| Taux d'ingestion de sol en hiver (mg/jour)                        | 0                 | 0            | 0           | 0            | 0              |
| Taux d'ingestion de poussières intérieures (mg/jour)              | 10                | 42,5         | 17,5        | 10           | 10             |
| Taux d'ingestion d'eau potable (L/jour)                           | 0,655             | 0,91         | 1,198       | 1,523        | 1,907          |
| Taux d'ingestion de viandes (kg/jour) <sup>a</sup>                | 0,001             | 0,099        | 0,168       | 0,204        | 0,204          |
| Taux d'ingestion de poissons (kg/jour)                            | 0,000             | 0,003        | 0,010       | 0,016        | 0,020          |
| Taux d'ingestion de légumes racines (kg/jour)                     | 0,022             | 0,053        | 0,104       | 0,108        | 0,122          |
| Taux d'ingestion d'autres légumes (kg/jour)                       | 0,025             | 0,089        | 0,174       | 0,191        | 0,285          |
| Taux d'ingestion de fruits et jus de fruits (kg/jour)             | 0,042             | 0,426        | 0,504       | 0,568        | 0,382          |
| Taux d'ingestion de lait maternel (kg/jour)                       | 0,73 <sup>b</sup> | 0            | 0           | 0            | 0              |
| Proportion de viande d'origine locale (%) <sup>c</sup>            | 50                | 50           | 50          | 50           | 50             |
| Proportion de fruits et légumes d'origine locale (%) <sup>c</sup> | 50                | 50           | 50          | 50           | 50             |
| Proportion de poisson d'origine locale (%) <sup>d</sup>           | 100               | 100          | 100         | 100          | 100            |
| Aliments d'origine commerciale (%) <sup>e</sup>                   | 50                | 50           | 50          | 50           | 50             |
| Temps moyen à l'extérieur en été (heures/jour)                    | 2,47              | 3,23         | 3,23        | 3,88         | 2,47           |
| Temps moyen à l'extérieur en hiver (heures/jour)                  | 0,55              | 0,72         | 0,72        | 0,58         | 0,55           |
| Surface corporelle exposée au sol en été (%)                      | 25                | 25           | 25          | 25           | 25             |
| Surface corporelle exposée aux poussières en été (%)              | 25                | 25           | 25          | 25           | 25             |
| Surface corporelle exposée au sol en hiver (%)                    | 0                 | 0            | 0           | 0            | 0              |
| Surface corporelle exposée aux poussières en hiver (%)            | 10                | 10           | 10          | 10           | 10             |
| Taux d'adhérence du sol sur la peau (mg/cm <sup>2</sup> )         | 0                 | 0,2          | 0,2         | 0,07         | 0,07           |
| Taux d'adhérence des poussières sur la peau (mg/cm <sup>2</sup> ) | 0,04              | 0,04         | 0,04        | 0,04         | 0,04           |
| Fréquence des contacts sol-peau (/jour)                           | 1                 | 1            | 1           | 1            | 1              |
| Fréquence des contacts poussières-peau (/jour)                    | 1                 | 1            | 1           | 1            | 1              |
| Fréquences des bains/douches (/semaine)                           | 7                 | 7            | 7           | 7            | 7              |
| Durée moyenne des bains/douches (minutes)                         | 10                | 10           | 10          | 10           | 10             |
| Fréquences des baignades en été (/semaine)                        | 1                 | 1            | 1           | 1            | 1              |
| Fréquences des baignades en hiver (/semaine)                      | 0                 | 0            | 0           | 0            | 0              |
| Durée moyenne des baignades (minutes)                             | 15                | 15           | 15          | 15           | 15             |
| Temps passé dans la zone d'étude - heures/jour                    | 24                | 24           | 24          | 24           | 24             |
| Temps passé dans la zone d'étude - jours/semaine                  | 7                 | 7            | 7           | 7            | 7              |
| Temps passé dans la zone d'étude - semaines/an                    | 52                | 52           | 52          | 52           | 52             |

a Les taux appliqués pour la viande correspondent aux taux indiqués pour viande et œufs par l'INSPQ, 2012.

b Soit environ 0,742 L/jour.

c Proportion indiquée par l'INSPQ (2012) pour le scénario résidentiel en milieu rural.

d Afin de tenir compte de la popularité de la pêche sportive dans la zone d'étude, l'ajustement de 50% indiqué par l'INSPQ (2012) pour le scénario résidentiel en milieu rural n'a pas été appliqué.

e L'apport en métaux par les aliments commerciaux a été considéré égal à la moitié des apports alimentaires documentés pour la population générale (valeurs fournies à l'annexe I).

## 2. PROPRIÉTÉS DES MÉTAUX

Les valeurs attribuées aux paramètres requis pour estimer l'exposition des récepteurs sont présentées au tableau E2.

**TABLEAU E-2**  
Valeur des paramètres requis pour estimer l'exposition des récepteurs

| Substances | KPE<br>(cm/h) | KPA<br>(cm/h) | $f_{\text{abs-cut}}$<br>- | $f_{\text{abs\_GI}}$<br>- | $f_{\text{abs inh}}$<br>- | FBT <sub>lait_mater</sub><br>(j/kg) |
|------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Arsenic    | 1,0E-03       | 1,4E-03       | 4,0E-02                   | 1,0E+00                   | 1                         | 1,0E-04                             |
| Baryum     | 1,0E-03       | 1,4E-03       | 1,0E-02                   | 7,0E-02                   | 1                         | 5,0E-04                             |
| Béryllium  | 1,0E-03       | 1,4E-03       | 1,0E-02                   | 6,0E-03                   | 1                         | 2,0E-06                             |
| Cadmium    | 1,0E-03       | 1,4E-03       | 1,0E-03                   | 2,5E-02                   | 1                         | 1,0E-03                             |
| Cuivre     | 1,0E-03       | 1,4E-03       | 1,0E-02                   | 1,2E-02 <sup>a</sup>      | 1                         | 2,0E-03                             |
| Nickel     | 1,0E-04       | 3,5E-05       | 4,0E-02                   | 4,0E-02                   | 1                         | 2,0E-02                             |
| Plomb      | 4,0E-06       | 2,0E-07       | 1,0E-02                   | 1,0E+00                   | 1                         | 3,0E-04                             |

KPE : Constante de perméabilité cutanée à partir de l'eau. Valeurs tirées de U.S. EPA, 1992. Par défaut, une valeur prudente de 0,001 a été utilisée.

KPA : Constante de perméabilité cutanée à partir de l'air. Valeurs estimées selon  
 $\log KPA = 1,979279 + 1,60838 \log KPE$  (MEF, 1996).

$f_{\text{abs-cut}}$  : Fraction absorbée au niveau cutané à partir du sol. Valeurs tirées d'INSPQ, 2012.

$f_{\text{abs\_GI}}$  : Fraction absorbée par voie gastrointestinale. Valeurs tirées du *Risk Assessment Information System* ([https://rais.ornl.gov/cgi-bin/tools/TOX\\_search?select=chem\\_spef](https://rais.ornl.gov/cgi-bin/tools/TOX_search?select=chem_spef)).

$f_{\text{abs inh}}$  : Fraction absorbée par inhalation. Par défaut, 1.

FBT<sub>lait\_mater</sub> : Facteur de biotransfert pour le lait maternel. Valeurs tirées de Yu, *et coll.*, 2001.

<sup>a</sup> Correspond au taux d'absorption minimal du cuivre par ingestion (12%) indiqué par l'OMS (WHO, 2004).



### 3. JEU D'ÉQUATIONS

Les sous-sections suivantes présentent les équations utilisées afin d'estimer l'exposition des récepteurs. Les paramètres d'exposition sont ceux présentés aux tableaux E1. Les paramètres spécifiques aux métaux sont ceux présentés au tableau E2. Il est à noter que les unités de certains paramètres présentés aux tableaux E1 et E2 ont pu être transformées afin de réaliser certains calculs. Par ailleurs, lorsqu'applicable, des doses d'exposition par certaines voies ont été calculées pour l'été et pour l'hiver.

#### 3.1 Estimation de la dose par inhalation d'air extérieur

$$Dinh_{ext} = (Ca_{ext,g} + Ca_{ext,part}) \times Inh \times T_{ext} \times FE$$

Où :

|                 |                                                                                                                                                       |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $Dinh_{ext}$    | Dose par inhalation d'air extérieur, mg/kg-pc par jour                                                                                                |
| $Ca_{ext,g}$    | Concentration dans l'air extérieur sous forme gazeuse, mg/m <sup>3</sup>                                                                              |
| $Ca_{ext,part}$ | Concentration dans l'air extérieur sous forme particulaire, mg/m <sup>3</sup>                                                                         |
| $Inh$           | Taux d'inhalation, m <sup>3</sup> /kg-pc par jour                                                                                                     |
| $T_{ext}$       | Proportion du temps passé à l'extérieur (temps passé à l'extérieur (heures par jour)/24 heures)                                                       |
| $FE$            | Fréquence d'exposition pour la période d'exposition considérée<br>(temps passé dans la zone d'étude (jours par période)/durée de la période en jours) |

#### 3.2 Estimation de la dose par inhalation d'air intérieur

$$Dinh_{int} = (Ca_{int,g} + Ca_{int,part}) \times Inh \times T_{int} \times FE$$

Où :

|                 |                                                                                                                                                       |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $Dinh_{int}$    | Dose par inhalation d'air intérieur, mg/kg-pc par jour                                                                                                |
| $Ca_{ext,g}$    | Concentration dans l'air extérieur sous forme gazeuse, mg/m <sup>3</sup>                                                                              |
| $Ca_{ext,part}$ | Concentration dans l'air extérieur sous forme particulaire, mg/m <sup>3</sup>                                                                         |
| $Inh$           | Taux d'inhalation, m <sup>3</sup> /kg-pc par jour                                                                                                     |
| $T_{int}$       | Proportion du temps passé à l'intérieur (temps passé à l'intérieur (heures par jour)/24 heures)                                                       |
| $FE$            | Fréquence d'exposition pour la période d'exposition considérée<br>(temps passé dans la zone d'étude (jours par période)/durée de la période en jours) |

#### 3.3 Estimation de la dose par ingestion de sol

$$D_s = \frac{C_s \times QI_s \times FE}{P}$$

Où :

|        |                                                                                                                                                       |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $D_s$  | Dose par ingestion de sol, mg/kg-pc par jour                                                                                                          |
| $C_s$  | Concentration dans le sol de surface, mg/kg                                                                                                           |
| $QI_s$ | Quantité de sol ingéré par jour, kg/jour                                                                                                              |
| $FE$   | Fréquence d'exposition pour la période d'exposition considérée<br>(temps passé dans la zone d'étude (jours par période)/durée de la période en jours) |
| $P$    | Poids corporel, kg                                                                                                                                    |

### 3.4 Estimation de la dose par ingestion de poussières intérieures

$$D_p = \frac{C_p \times QI_p \times FE}{P}$$

Où :

|        |                                                                                                                                                       |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $D_p$  | Dose par ingestion de poussières intérieures, mg/kg-pc par jour                                                                                       |
| $C_p$  | Concentration dans le sol de surface, mg/kg                                                                                                           |
| $QI_p$ | Quantité de poussières intérieures ingérées par jour, kg/jour                                                                                         |
| $FE$   | Fréquence d'exposition pour la période d'exposition considérée<br>(temps passé dans la zone d'étude (jours par période)/durée de la période en jours) |
| $P$    | Poids corporel, kg                                                                                                                                    |

### 3.5 Estimation de la dose par contact cutané avec le sol

$$D_{cut_{sol}} = \frac{EV \times (C_{sol} \times T_{adh} \times A) \times Abs \times FE \times FCV}{P}$$

Où :

|                 |                                                                                                                                                       |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $D_{cut_{sol}}$ | Dose par contact cutané avec le sol, mg/kg-pc par jour                                                                                                |
| $EV$            | Fréquence de l'événement (Nombre de contacts sol-peau par jour)                                                                                       |
| $C_{sol}$       | Concentration dans le sol de surface, mg/kg                                                                                                           |
| $T_{adh}$       | Taux d'adhérence des particules sur la peau, mg/cm <sup>2</sup> -événement                                                                            |
| $A$             | Surface corporelle exposée aux particules, cm <sup>2</sup>                                                                                            |
| $Abs$           | Fraction du contaminant absorbée par la peau ( $f_{abs-cut}$ , tableau E2)                                                                            |
| $FE$            | Fréquence d'exposition pour la période d'exposition considérée<br>(temps passé dans la zone d'étude (jours par période)/durée de la période en jours) |
| $FCV$           | Facteur de conversion d'unités (1,0E-06 kg/mg)                                                                                                        |
| $P$             | Poids corporel, kg                                                                                                                                    |

### 3.6 Estimation de la dose par contact cutané avec les poussières intérieures

$$D_{cut_{pou}} = \frac{EV \times (C_{pou} \times T_{adh} \times A) \times Abs \times FE \times FCV}{P}$$

Où :

|                 |                                                                                |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| $D_{cut_{pou}}$ | Dose par contact cutané avec les poussières intérieures sol, mg/kg-pc par jour |
| $EV$            | Fréquence de l'événement (Nombre de contacts sol-peau par jour)                |
| $C_{pou}$       | Concentration dans les poussières intérieures, mg/kg                           |
| $T_{adh}$       | Taux d'adhérence des particules sur la peau, mg/cm <sup>2</sup> -événement     |
| $A$             | Surface corporelle exposée aux particules, cm <sup>2</sup>                     |
| $Abs$           | Fraction du contaminant absorbé par la peau ( $f_{abs-cut}$ , tableau E2)      |

|     |                                                                                                                                                       |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FE  | Fréquence d'exposition pour la période d'exposition considérée<br>(temps passé dans la zone d'étude (jours par période)/durée de la période en jours) |
| FCV | Facteur de conversion d'unités (1,0E-06 kg/mg)                                                                                                        |
| P   | Poids corporel, kg                                                                                                                                    |

### 3.7 Estimation de la dose par ingestion d'eau potable

$$D_e = \frac{C_e \times QI_e \times FE \times F_{eau}}{P}$$

Où :

|                  |                                                                                                                                                       |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| D <sub>e</sub>   | Dose par ingestion d'eau potable, mg/kg-pc par jour                                                                                                   |
| C <sub>e</sub>   | Concentration dans l'eau potable, mg/L                                                                                                                |
| QI <sub>e</sub>  | Taux d'ingestion d'eau potable, L/jour                                                                                                                |
| FE               | Fréquence d'exposition pour la période d'exposition considérée<br>(temps passé dans la zone d'étude (jours par période)/durée de la période en jours) |
| F <sub>eau</sub> | Fraction de l'eau potable d'origine locale (fixée à 1,0)                                                                                              |
| P                | Poids corporel, kg                                                                                                                                    |

### 3.8 Estimation de la dose par ingestion de fruits, de légumes racines ou d'autres légumes

$$D_{fruits} = \frac{C_{fruits} \times QI_{fruits} \times FE \times F_{fruits}}{P}$$

Où :

|                      |                                                                                                                                                       |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| D <sub>fruits</sub>  | Dose par ingestion de fruits (ou de légumes racines ou d'autres légumes), mg/kg-pc par jour                                                           |
| C <sub>fruits</sub>  | Concentration dans les fruits (ou les légumes racines ou d'autres légumes), mg/kg                                                                     |
| QI <sub>fruits</sub> | Taux d'ingestion de fruits et jus de fruits (ou de légumes racines ou d'autres légumes), kg/jour                                                      |
| FE                   | Fréquence d'exposition pour la période d'exposition considérée<br>(temps passé dans la zone d'étude (jours par période)/durée de la période en jours) |
| F <sub>fruits</sub>  | Fraction des fruits et jus de fruits (ou des légumes racines ou d'autres légumes) d'origine locale                                                    |
| P                    | Poids corporel, kg                                                                                                                                    |

### 3.9 Estimation de la dose par ingestion de viande

$$D_{viande} = \frac{C_{viande} \times QI_{viande} \times FE \times F_{viande}}{P}$$

Où :

|                      |                                                                                                                                                       |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| D <sub>viande</sub>  | Dose par ingestion de viande, mg/kg-pc par jour                                                                                                       |
| C <sub>viande</sub>  | Concentration dans la viande, mg/kg                                                                                                                   |
| QI <sub>viande</sub> | Taux d'ingestion de viande, kg/jour                                                                                                                   |
| FE                   | Fréquence d'exposition pour la période d'exposition considérée<br>(temps passé dans la zone d'étude (jours par période)/durée de la période en jours) |

|              |                                        |
|--------------|----------------------------------------|
| $F_{viande}$ | Fraction de la viande d'origine locale |
| $P$          | Poids corporel, kg                     |

### 3.10 Estimation de la dose par ingestion de poisson

$$D_{poisson} = \frac{C_{poisson} \times QI_{poisson} \times FE \times F_{poisson}}{P}$$

Où :

|                |                                                                                                                                        |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $D_{poisson}$  | Dose par ingestion de poisson, mg/kg-pc par jour                                                                                       |
| $C_{poisson}$  | Concentration dans le poisson, mg/kg                                                                                                   |
| $QI_{poisson}$ | Taux d'ingestion de poisson, kg/jour                                                                                                   |
| $FE$           | Fréquence d'exposition pour la période d'exposition considérée<br>(temps passé dans la zone d'étude - jours/période / Durée – période) |
| $F_{poisson}$  | Fraction du poisson d'origine locale                                                                                                   |
| $P$            | Poids corporel, kg                                                                                                                     |

### 3.11 Estimation de la dose par contact cutané avec l'air ambiant

$$D_{cut_{air}} = \frac{[(C_{air_{ext}} \times K_{p_{air}} \times A \times t_{ext}) + (C_{air_{int}} \times K_{p_{air}} \times A \times t_{int})] \times FE}{P}$$

Où :

|                 |                                                                                                                                        |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $D_{cut_{air}}$ | Dose par contact cutané avec l'air ambiant, mg/kg-pc par jour                                                                          |
| $C_{air_{ext}}$ | Concentration dans l'air extérieur sous forme gazeuse, mg/cm <sup>3</sup>                                                              |
| $K_{p_{air}}$   | Constante de perméabilité dans l'air sous forme gazeuse, cm/heure (KPA, tableau E2)                                                    |
| $A$             | Surface de la peau exposée aux vapeurs, cm <sup>2</sup>                                                                                |
| $t_{ext}$       | Temps d'exposition à l'extérieur, nombre d'heures par jour                                                                             |
| $C_{air_{int}}$ | Concentration dans l'air intérieur sous forme gazeuse, mg/cm <sup>3</sup>                                                              |
| $t_{int}$       | Temps d'exposition à l'intérieur, nombre d'heures par jour                                                                             |
| $FE$            | Fréquence d'exposition pour la période d'exposition considérée<br>(temps passé dans la zone d'étude - jours/période / Durée – période) |
| $P$             | Poids corporel, kg                                                                                                                     |

Pour les métaux non volatils (comme les 7 métaux à l'étude), la concentration sous forme gazeuse est nulle, donc la dose par contact cutané avec l'air ambiant est également nulle.

### 3.12 Estimation de la dose par voie cutanée à partir de l'eau (bains ou baignade)

$$D_{cut_{eau}} = \frac{DA \times A \times EV \times FE}{P}$$

$$DA = K_{p_{eau}} \times C_e \times t$$

Où :

|                                |                                                                                                                                        |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| D <sub>cut<sub>eau</sub></sub> | Dose par voie cutanée à partir de l'eau, mg/kg-pc par jour                                                                             |
| DA                             | Dose absorbée par événement d'exposition, mg/cm <sup>2</sup> /événement                                                                |
| A                              | Surface corporelle exposée, cm <sup>2</sup>                                                                                            |
| EV                             | Nombre d'événements d'exposition par jour                                                                                              |
| FE                             | Fréquence d'exposition pour la période d'exposition considérée<br>(temps passé dans la zone d'étude - jours/période / Durée – période) |
| P                              | Poids corporel, kg                                                                                                                     |
| K <sub>peau</sub>              | Coefficient de perméabilité cutanée à partir de l'eau, cm/heure (KPE, tableau E2)                                                      |
| C <sub>e</sub>                 | Concentration dans l'eau, mg/cm <sup>3</sup> (eau domestique pour les bains, eau de surface pour la baignade)                          |
| t                              | Durée du contact avec l'eau, nombre d'heures par jour                                                                                  |

### 3.13 Estimation de la dose par ingestion de lait maternel (0 à 6 mois)

$$Dose_{lait\_mat} = \frac{C_{lait\_mat} \times \left( \frac{TI_{lait\_mat}}{\delta_{lait\_mat}} \right)}{PC_{tout\_petits}}$$

$$C_{lait\_mat} = Dose_{eq\_orale} \times FBT_{lait\_mat} \times \delta_{lait\_mat}$$

$$Dose_{eq\_orale} = \left[ Dose_{tot\_ing} + \frac{Dose_{tot\_inh} \times f_{abs\_inh}}{f_{abs\_GI}} + \frac{Dose_{tot\_cut}}{f_{abs\_GI}} \right] \times PC_{mère}$$

$$Dose_{tot\_inh} = \left[ \frac{Dose_1 + Dose_3}{2} \right] + \left[ \frac{Dose_2 + Dose_4}{2} \right]$$

$$Dose_{tot\_cut} = \left[ \frac{Dose_5 + Dose_6}{2} \right] + \left[ \frac{Dose_7 + Dose_8}{2} \right] + \left[ \frac{Dose_9 + Dose_{10}}{2} \right] + Dose_{11} + \left[ \frac{Dose_{12} + Dose_{13}}{2} \right]$$

$$Dose_{tot\_ing} = \left[ \frac{Dose_{14} + Dose_{15}}{2} \right] + \left[ \frac{Dose_{16} + Dose_{17}}{2} \right] + \sum_{i=18}^{23} Dose_i$$

Où :

|                                     |                                                                          |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Dose <sub>lait<sub>mat</sub></sub>  | Dose par ingestion de lait maternel (0 à 6 mois), mg/kg-pc par jour      |
| C <sub>lait<sub>mat</sub></sub>     | Concentration dans le lait maternel, mg/L                                |
| TI <sub>lait<sub>mat</sub></sub>    | Taux d'ingestion de lait maternel, 0,73 kg/jour                          |
| δ <sub>lait<sub>mat</sub></sub>     | Densité du lait maternel, 1,03 kg/L                                      |
| PC <sub>tout<sub>petits</sub></sub> | Poids corporel des tout-petits, 6,70 kg                                  |
| Dose <sub>eq<sub>orale</sub></sub>  | Dose totale en équivalent oral (ingestion) de la mère, mg/jour           |
| FBT <sub>lait<sub>mat</sub></sub>   | Facteur de biotransfert pour le lait maternel, jour/kg (tableau E2)      |
| Dose <sub>tot<sub>ing</sub></sub>   | Dose totale par ingestion de la mère, mg/kg-pc par jour                  |
| Dose <sub>tot<sub>inh</sub></sub>   | Dose totale par inhalation de la mère, mg/kg-pc par jour                 |
| F <sub>abs<sub>Inh</sub></sub>      | Fraction absorbée par inhalation (tableau E2)                            |
| F <sub>abs<sub>GI</sub></sub>       | Facteur absorption par voie gastrointestinale (tableau E2)               |
| Dose <sub>tot<sub>cut</sub></sub>   | Dose totale par voie cutanée de la mère, mg/kg-pc par jour               |
| PC <sub>mère</sub>                  | Poids corporel de la mère, 69,1 kg                                       |
| Dose <sub>1</sub>                   | Dose de la mère par inhalation d'air extérieur en été, mg/kg-pc par jour |

|                    |                                                                                                                                      |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dose <sub>2</sub>  | Dose de la mère par inhalation d'air intérieur en été, mg/kg-pc par jour                                                             |
| Dose <sub>3</sub>  | Dose de la mère par inhalation d'air extérieur en hiver, mg/kg-pc par jour                                                           |
| Dose <sub>4</sub>  | Dose de la mère par inhalation d'air intérieur en hiver, mg/kg-pc par jour                                                           |
| Dose <sub>5</sub>  | Dose de la mère par voie cutanée avec l'air intérieur et extérieur en été, mg/kg-pc par jour                                         |
| Dose <sub>6</sub>  | Dose de la mère par voie cutanée avec l'air intérieur et extérieur en hiver, mg/kg-pc par jour                                       |
| Dose <sub>7</sub>  | Dose de la mère par voie cutanée avec le sol en été, mg/kg-pc par jour                                                               |
| Dose <sub>8</sub>  | Dose de la mère par voie cutanée avec le sol en hiver, mg/kg-pc par jour                                                             |
| Dose <sub>9</sub>  | Dose de la mère par voie cutanée avec l'eau de baignade extérieure en été, mg/kg-pc par jour                                         |
| Dose <sub>10</sub> | Dose de la mère par voie cutanée avec l'eau de baignade extérieure en hiver, mg/kg-pc par jour                                       |
| Dose <sub>11</sub> | Dose de la mère par voie cutanée avec l'eau d'usage domestique, mg/kg-pc par jour                                                    |
| Dose <sub>12</sub> | Dose de la mère par voie cutanée avec les poussières en été, mg/kg-pc par jour                                                       |
| Dose <sub>13</sub> | Dose de la mère par voie cutanée avec les poussières en hiver, mg/kg-pc par jour                                                     |
| Dose <sub>14</sub> | Dose de la mère par ingestion de sol en été, mg/kg-pc par jour                                                                       |
| Dose <sub>15</sub> | Dose de la mère par ingestion de sol en hiver, mg/kg-pc par jour                                                                     |
| Dose <sub>16</sub> | Dose de la mère par ingestion de poussières en été, mg/kg-pc par jour                                                                |
| Dose <sub>17</sub> | Dose de la mère par ingestion de poussières en hiver, mg/kg-pc par jour                                                              |
| Dose <sub>18</sub> | Dose de la mère par ingestion d'eau potable, mg/kg-pc par jour                                                                       |
| Dose <sub>19</sub> | Dose de la mère par ingestion de fruits, mg/kg-pc par jour                                                                           |
| Dose <sub>20</sub> | Dose de la mère par ingestion de légumes, mg/kg-pc par jour                                                                          |
| Dose <sub>21</sub> | Dose de la mère par ingestion de viandes, mg/kg-pc par jour                                                                          |
| Dose <sub>22</sub> | Dose de la mère par ingestion de poisson, mg/kg-pc par jour                                                                          |
| Dose <sub>23</sub> | Dose de la mère par ingestion d'aliments commerciaux (soit 50% des apports mentionnés à l'Annexe I) <sup>1</sup> , mg/kg-pc par jour |

### 3.14 Combinaison des doses d'exposition par ingestion, contact cutané et inhalation

Aucune VTR n'étant disponible pour évaluer les risques posés par une exposition aux métaux par contact cutané, les doses par contact cutané ont été combinées aux doses par ingestion. Comme les doses par contact cutané calculées à partir des équations présentées dans les sections précédentes correspondent à des doses absorbées, elles doivent être divisées par la fraction absorbée dans le tractus gastro-intestinal afin d'être exprimées en doses équivalentes par voie orale. L'exposition combinée a donc été estimée ainsi :

$$Dose_{cut\_eq.oral} = \frac{Dose_{tot\_cut}}{f_{abs\_GI}}$$

Où :

|                       |                                                                                               |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| $Dose_{cut\_eq.oral}$ | Dose totale par contact cutané exprimée en équivalent oral (mg/kg-pc par jour)                |
| $Dose_{tot\_cut}$     | Dose totale absorbée par contact cutané (mg/kg-pc par jour) (voir section 3.13)               |
| $f_{abs\_GI}$         | Fraction absorbée par voie gastro-intestinale (sans unité) propre à la substance (tableau E2) |

1 Exposition « bruit de fond » uniquement

De la même façon, lorsque l'exposition par inhalation est combinée à l'exposition par ingestion et par contact cutané, celles-ci doivent être converties afin d'être exprimées en doses équivalentes par voie orale. Cette conversion est réalisée à l'aide de l'équation suivante :

$$Dose_{inh\_eq.oral} = Dose_{tot\_inh} \times \frac{f_{abs\_inh}}{f_{abs\_GI}}$$

Où :

$Dose_{inh\_eq.oral}$  Dose totale par inhalation exprimée en équivalent oral (mg/kg-pc par jour)

$Dose_{tot\_inh}$  Dose totale inhalée (mg/kg-pc par jour) (voir section 3.13)

$f_{abs\_inh}$  Fraction absorbée par inhalation (sans unité) propre à la substance<sup>1</sup> (tableau E2)

$f_{abs\_GI}$  Fraction absorbée par voie gastro-intestinale (sans unité) propre à la substance (tableau E2).

Il est à noter que l'ensemble des doses par contact cutané présentées dans le rapport ou dans les annexes sont exprimées en équivalent oral, et peuvent donc être combinées directement avec les doses par ingestion.

### 3.15 Estimation des niveaux d'exposition moyens à vie

Les niveaux d'exposition moyens à vie par ingestion et par inhalation ont été calculés selon l'équation suivante en pondérant le niveau d'exposition de chaque groupe d'âge par la durée correspondante ( $T_i$ ).

$$Exposition\ moyenne\ à\ vie = \frac{\sum_{i=1}^5 [Dose_i\ ou\ Concentration_i] \times T_i}{\sum_{i=1}^5 T_i}$$

Où

Exposition moyenne à vie : Dose (mg/kg-pc par jour) ou concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) moyenne entre 0 et 70 ans;

$Dose_i$  : Dose ou concentration d'exposition additionnelle (moyenne sur une base annuelle) du groupe d'âge  $i$ ;

$T_i$  : Nombre d'années correspondant au groupe d'âge  $i$ .

Comme la durée du Projet Horne 5 est de 15 ans, l'exposition additionnelle moyenne à vie correspond à 15 années d'exposition sur une durée de vie de 70 ans. Afin de maximiser<sup>2</sup> l'exposition estimée, il a été supposé que l'individu récepteur naîtrait au début de l'exploitation et sera exposé durant ses 15 premières années de vie (la concentration/dose additionnelle pour les années ultérieures étant considérée nulle). Ainsi, les concentrations/doses additionnelles ont été appliquées aux groupes d'âge ( $i$ ) 0-0,5 ans, 0,5-4 ans, 5-11 ans et 12-19 ans.

1 Pour plusieurs substances, aucune information n'était disponible par rapport à la fraction absorbée par inhalation. Dans ces conditions, une approche prudente consistant à supposer que la totalité (100%) de la dose inhalée était absorbée a été retenue.

2 À concentration d'exposition égale, la dose d'exposition des enfants est plus élevée que celle des adultes car leurs taux d'exposition relatifs à leur poids corporel est plus élevé (par exemple, le taux global d'ingestion de nourriture d'un enfant de 0,5-4 ans est de 0,07 kg/kg-pc par jour tandis que celui d'un adulte est environ 5 fois plus faible (0,014 kg/kg-pc par jour). L'exposition cumulée sur 15 ans estimée pour un enfant (qui évolue de 0 à 15 ans) est donc plus élevée que celle estimée pour un adulte.



#### 4. RÉFÉRENCES

INSPQ (2012). Lignes directrices pour la réalisation des évaluations du risque toxicologique d'origine environnementale au Québec. Institut national de santé publique du Québec. 163 pages. Depuis [http://www.inspq.gc.ca/pdf/publications/1440\\_LignesDirectRealEvaRisqueToxicoOrigEnviroSanteHum.pdf](http://www.inspq.gc.ca/pdf/publications/1440_LignesDirectRealEvaRisqueToxicoOrigEnviroSanteHum.pdf)

MEF (1996). Guide technique pour la réalisation des analyses préliminaires des risques toxicologiques. Groupe d'analyse de risque, Direction des laboratoires, Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec. Rapport. 737 pages.

U.S. EPA (1992). Dermal exposure assessment: Principles and applications. Interim report. United States Environment Protection Agency, Exposure Assessment Group, Office of Health and Environmental Protection Agency, Washington, DC. Rapport. 388 p. pages. [https://rais.ornl.gov/documents/DERM\\_EXP.PDF](https://rais.ornl.gov/documents/DERM_EXP.PDF).

WHO (2004). Copper in Drinking-water. Background Document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality. World Health Organization (WHO). Geneva. WHO/SDE/WSH/03.04/88. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/copper.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/copper.pdf).

Yu, C., Zielen, A. J., Cheng, J.-J., LePoire, D. J., Gnanapragasam, E. et Kamboj, S. (2001). User's Manual for RESRAD Version 6. United States Department of Energy, Argonne National Laboratory, Environmental Assessment and Information Sciences Division. Rapport. 458 p. pages. <http://web.ead.anl.gov/resrad/documents/resrad6.pdf>.

## **ANNEXE F**

---

Modélisation des transferts de métaux dans les médias environnementaux d'intérêt:  
équations, paramètres, et concentrations modélisées

## TABLE DES MATIÈRES

|           |                                                                                                   |           |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>MODÉLISATIONS DES CONCENTRATIONS MULTIMÉDIAS .....</b>                                         | <b>1</b>  |
| 1.1       | Air intérieur .....                                                                               | 1         |
| 1.2       | Poussières intérieures .....                                                                      | 1         |
| 1.3       | Chair des poissons .....                                                                          | 2         |
| 1.4       | Végétaux terrestres .....                                                                         | 2         |
| 1.4.1     | Types de végétaux considérés .....                                                                | 2         |
| 1.4.2     | Voies de transfert et concentrations utilisées .....                                              | 3         |
| 1.4.3     | Modèles utilisés .....                                                                            | 3         |
| 1.4.3.1   | <i>Parties végétatives et reproductrices</i> .....                                                | 3         |
| 1.4.3.2   | <i>Racines</i> .....                                                                              | 5         |
| 1.5       | Invertébrés terrestres .....                                                                      | 5         |
| 1.5.1     | Teneurs de fond .....                                                                             | 6         |
| 1.5.2     | Concentrations additionnelles .....                                                               | 6         |
| 1.6       | Végétaux aquatiques .....                                                                         | 7         |
| 1.7       | Invertébrés aquatiques et benthiques .....                                                        | 8         |
| 1.8       | Chair des mammifères et des oiseaux .....                                                         | 8         |
| 1.8.1     | Considérations générales .....                                                                    | 8         |
| 1.8.2     | Ajustement des facteurs de biotransfert .....                                                     | 9         |
| 1.8.3     | Définition des taux d'ingestion de sol et de sédiments .....                                      | 9         |
| 1.8.4     | Définition des régimes alimentaires .....                                                         | 9         |
| 1.8.5     | Équations utilisées .....                                                                         | 10        |
| <b>2.</b> | <b>PROPRIÉTÉS DES SUBSTANCES D'INTÉRÊT .....</b>                                                  | <b>11</b> |
| 2.1       | Facteur de bioaccumulation par le poisson .....                                                   | 11        |
| 2.2       | Facteurs de bioconcentration sol-végétaux et sédiments-végétaux .....                             | 11        |
| 2.3       | Facteurs de bioconcentration sol-invertébrés du sol .....                                         | 12        |
| 2.4       | Facteurs de bioconcentration sédiments-racines .....                                              | 12        |
| 2.5       | Facteurs de bioconcentration eau-invertébrés aquatiques et sédiments-invertébrés benthiques ..... | 12        |
| 2.6       | Facteurs de biotransfert de référence pour les mammifères et les oiseaux .....                    | 13        |
| <b>3.</b> | <b>PROPRIÉTÉS DES ESPÈCES DE MAMMIFÈRES ET D'OISEAUX INCLUSES AU MODÈLE CONCEPTUEL ....</b>       | <b>14</b> |
| <b>4.</b> | <b>CONCENTRATIONS ESTIMÉES OU MODÉLISÉES DANS LES MÉDIAS ENVIRONNEMENTAUX .....</b>               | <b>15</b> |
| 4.1       | Teneurs de fond .....                                                                             | 15        |
| 4.2       | Concentrations additionnelles .....                                                               | 15        |
| 4.3       | Concentrations modélisées à partir des normes de qualité de l'atmosphère .....                    | 16        |
| <b>5.</b> | <b>RÉFÉRENCES .....</b>                                                                           | <b>17</b> |

## LISTE DES TABLEAUX

|                    |                                                                                                                                                     |    |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>TABLEAU F-1</b> | Propriétés des métaux utilisées pour modéliser des concentrations multimédias.....                                                                  | 23 |
| <b>TABLEAU F-2</b> | Caractéristiques des plantes utilisées pour modéliser les concentrations découlant du dépôt atmosphérique.....                                      | 25 |
| <b>TABLEAU F-3</b> | Propriété des espèces de mammifères et d'oiseaux incluses au modèle conceptuel de l'écosystème du gibier .....                                      | 26 |
| <b>TABLEAU F-4</b> | Régimes alimentaires des espèces de mammifères et d'oiseaux incluses au modèle conceptuel de l'écosystème du gibier .....                           | 27 |
| <b>TABLEAU F-5</b> | Teneurs de fond mesurées ou modélisées dans l'écosystème du gibier.....                                                                             | 28 |
| <b>TABLEAU F-6</b> | Concentrations additionnelles modélisées dans l'écosystème du gibier .....                                                                          | 29 |
| <b>TABLEAU F-7</b> | Concentrations modélisées lorsque les teneurs de fond dans l'air sont équivalentes aux normes de qualité de l'atmosphère en vigueur au Québec ..... | 30 |

## LISTE DES FIGURES

|                   |                                                 |    |
|-------------------|-------------------------------------------------|----|
| <b>FIGURE F-1</b> | Modèle conceptuel de l'écosystème modélisé..... | 32 |
|-------------------|-------------------------------------------------|----|

## 1. MODÉLISATIONS DES CONCENTRATIONS MULTIMÉDIAS

Cette section présente la méthodologie utilisée afin de déterminer les concentrations en métaux dans les médias biotiques et abiotiques pertinents pour estimer l'exposition chronique des récepteurs humains par voies multiples. Afin de faciliter la compréhension des transferts modélisés dans le biote, un modèle conceptuel de l'écosystème considéré est fourni à la figure F-1.

Les paramètres propres aux substances et aux récepteurs écologiques sont respectivement documentés aux sections 2 et 3. Les concentrations utilisées comme intrant dans le modèle conceptuel du gibier sont documentées à la section 4.

### 1.1 Air intérieur

Pour estimer l'exposition chronique<sup>1</sup>, les concentrations (teneurs de fond et concentrations additionnelles) dans l'air intérieur des bâtiments fréquentés par les récepteurs humains ont été estimées à partir des équations suivantes :

$$C_{ai} = TP \times C_{air}$$

Où :

$C_{ai}$  : Concentration de la substance (sous forme de particule) dans l'air intérieur, mg/m<sup>3</sup>

$C_{air}$  : Concentration de la substance (sous forme de particule) dans l'air extérieur, mg/m<sup>3</sup> (sur une base annuelle)

TP : Taux de pénétration des particules dans la résidence, sans unité (fixé à 0,7; MEF (1996)).

### 1.2 Poussières intérieures

Les poussières intérieures proviennent d'une multitude de sources qui incluent les sols de surface et les particules en suspension dans l'air. L'estimation des concentrations dans les poussières intérieures des bâtiments a été réalisée à partir des concentrations dans le sol et dans l'air ambiant à l'aide des équations suivantes.

$$C_{pou} = (C_{sol} \times f_{sol}) + (C_{ptc} \times f_{PST})$$

$$C_{ptc} = \frac{C_{ai} \times f_{ptc}}{C_{PST} \times FCV}$$

Où :

$C_{pou}$  : Concentration de la substance dans les poussières intérieures, mg/kg

$C_{sol}$  : Concentration de la substance dans le sol de surface, mg/kg

$f_{sol}$  : Fraction des poussières provenant du sol de surface, sans unité (fixé à 0,3 pour l'été et 0 pour l'hiver (sol gelé); (INSPQ, 2012))

$C_{ptc}$  : Concentration de la substance dans les particules (PST) de l'air intérieur, mg/kg (sur une base annuelle)

1 Pour l'exposition aiguë par inhalation (1-24 heures), il a été supposé que l'exposition avait lieu à l'extérieur uniquement (hypothèse prudente). Dans la présente étude, aucune variation saisonnière n'a été considérée pour les concentrations de métaux retenues dans l'air (utilisation des concentrations moyennes sur une base annuelle).

|             |                                                                                                                                                                             |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $f_{PST}$ : | Fraction des poussières intérieures provenant des particules en suspension totales (PST) dans l'air, sans unité (fixé à 0,1 pour l'été et 0,143 pour l'hiver <sup>1</sup> ) |
| $C_{ai}$ :  | Concentration de la substance dans l'air intérieur, mg/m <sup>3</sup> (voir section 1.1)                                                                                    |
| $f_{ptc}$ : | Fraction de la substance adsorbée aux particules dans l'air intérieur, sans unités (fixé à 1 pour tous les métaux à l'étude)                                                |
| $C_{PST}$ : | Concentration de PST dans l'air intérieur, µg/m <sup>3</sup> (fixé à 70 % de la concentration en PST dans l'air extérieur <sup>2</sup> )                                    |
| FCV :       | Facteur de conversion d'unités, 1,0E-09 kg/µg                                                                                                                               |

### 1.3 Chair des poissons

Les concentrations additionnelles de tous les métaux dans l'eau de surface sont considérées nulles (voir section 3.4.3 du rapport).

Le recours à la modélisation pour estimer les teneurs de fond dans la chair de poisson n'était requis que pour un métal (Be) puisque des données mesurées étaient disponibles pour les 6 autres métaux. Les teneurs de fond du Be dans les poissons ont été estimées à l'aide d'un facteur de bioaccumulation ( $FBA_{poisson}$ ) documenté à partir de la littérature. Le calcul a été réalisé à l'aide de l'équation suivante :

$$C_{poisson} = C_{eau} \times FBA_{poisson}$$

Où

$C_{poisson}$  : Concentration de la substance dans les poissons, mg/kg<sub>frais</sub>

$C_{eau}$  : Concentration de la substance dans l'eau de surface, mg/L

$FBA_{poisson}$  : Facteur de bioaccumulation de la substance dans le poisson, L/kg<sub>frais</sub> (tableau F-1)

### 1.4 Végétaux terrestres

#### 1.4.1 Types de végétaux considérés

Pour les fins de la présente étude, deux catégories de végétaux terrestres ont été considérées, soit ceux directement consommés par les humains (fruits et légumes) et ceux consommés par le gibier.

- Les végétaux consommés par les récepteurs humains incluent les légumes-racines (racines), les autres légumes (parties végétatives) et les fruits (parties reproductrices). Cette catégorie inclut des végétaux cultivés et/ou qui pourraient être récoltés en milieu naturel (ex. : petits fruits). Dans le cadre des présentes modélisations, ces végétaux ont toutefois été dénommés et considérés comme des « plantes potagères », ce qui constitue une approche prudente<sup>3</sup>.
- Les végétaux qui entrent dans le régime alimentaire de certains récepteurs écologiques chassés et consommés par les récepteurs humains (gibier), soit les végétaux herbacés, arbustifs et arborescents qui peuvent être retrouvés dans les secteurs naturels de la zone d'étude.

1 Pour l'hiver, la valeur de 0,143 a été obtenue en divisant la fraction estivale (0,1) par la fraction de poussières intérieures (en été) ne correspondant pas à des particules de sol (0,7). Ainsi, la proportion des poussières intérieures provenant des matières en suspension dans l'air par rapport aux sources intérieures est maintenue tout au long de l'année.

2 Soit 85 µg/m<sup>3</sup> (LSC95 des données mesurées à la station Golf). Les données à partir desquelles ces LSC95 ont été déterminées sont présentées à l'annexe H-1.

3 Car les concentrations dans les plantes potagères ont été estimées pour le récepteur pertinent le plus exposé (voir section 1.4.2).

### 1.4.2 Voies de transfert et concentrations utilisées

La concentration totale d'un métal dans une plante terrestre découle du cumul de plusieurs voies de transfert. Les concentrations dans les végétaux sont estimées pour les différentes parties des végétaux (racines, parties végétatives et parties reproductrices). Pour les substances à l'étude (c.-à-d. des métaux non volatils), les voies de transfert pertinentes sont l'absorption racinaire (c.-à-d. racinaire) à partir du sol et le dépôt des métaux (sous forme de particules totales) présents dans l'air sur les parties aériennes de la plante.

Les concentrations dans les végétaux ont été estimées à partir des concentrations suivantes :

- Les concentrations additionnelles dans les végétaux ont été estimées à partir des concentrations additionnelles de métaux dans l'air ambiant<sup>1</sup> (les concentrations additionnelles dans les sols étant considérées nulles). Pour ce faire, les concentrations retenues dans l'air correspondent soit au récepteur pertinent le plus exposé (tableau 9 du rapport, pour les plantes potagères), soit à la concentration moyenne sur l'ensemble de la zone d'étude (annexe G-1, pour les végétaux consommés par le gibier);
- Les teneurs de fond dans les végétaux ont été estimées à partir des teneurs de fond déterminées dans les sols (tableau 13 du rapport pour les plantes potagères, tableau 14 du rapport pour les plantes consommées par le gibier) et dans l'air ambiant (tableau 12 du rapport).

### 1.4.3 Modèles utilisés

#### 1.4.3.1 Parties végétatives et reproductrices

Les concentrations (teneurs de fond et concentrations additionnelles) de métaux dans les parties végétatives ou reproductrices ont été calculées selon l'équation suivante :

$$C_{vgt} = [1 - TH] * [C_{rad} + C_{dépôt}]$$

Où :

$C_{vgt}$  : Concentration totale de la substance dans les végétaux, mg/kg<sub>frais</sub>

TH : Taux d'humidité, kg<sub>eau</sub>/kg<sub>frais</sub>

$C_{rad}$  : Concentration de la substance provenant de l'absorption racinaire, mg/kg<sub>sec</sub>

$C_{dépôt}$  : Concentration de la substance due au dépôt atmosphérique, mg/kg<sub>sec</sub>

Le taux d'humidité utilisé pour convertir les concentrations de base sèche à base fraîche (0,87) correspond à la moyenne pondérée calculée par Baes III, *et coll.* (1984) pour les parties exposées des végétaux.

Les concentrations dans les parties végétatives et reproductrices dues à l'absorption racinaire se calculent directement à partir des concentrations dans le sol, à l'aide de facteurs de bioconcentration (FBC). Le FBC est un coefficient empirique qui correspond au ratio de la concentration en une substance mesurée dans la plante et de celle mesurée dans le sol. Les concentrations découlant de l'absorption racinaire sont calculées à l'aide de l'équation suivante :

$$C_{rad} = C_{sol} \times FBC_{sol-vgt} \quad \text{ou} \quad C_{rad} = C_{sol} \times FBC_{sol-rep}$$

1 Concentrations sous forme de PST (moyenne sur une base annuelle).



Où :

$C_{sol}$  : Concentration de la substance dans le sol de sous-surface, mg/kg

$FBC_{sol-vgt}$  : Facteur de bioconcentration sol-plante (parties végétatives) de la substance, kg/kg<sub>sec</sub> (tableau F-1)

$FBC_{sol-rep}$  : Facteur de bioconcentration sol-plante (parties reproductrices) de la substance, kg/kg<sub>sec</sub> (tableau F-1)

Les concentrations dans les végétaux dues au dépôt atmosphérique (teneurs de fond et concentrations additionnelles) ont été calculées à partir de l'équation suivante :

$$C_{dépôt} = \frac{[T_{dépôt-sec} + T_{dépôt-humide} \times F_w] \times R_p \times [1 - e^{-(k_p t)}]}{Y_p \times k_p}$$

Où :

$T_{dépôt-sec}$  : Taux de dépôt atmosphérique sec de la substance, mg/m<sup>2</sup>/an

$T_{dépôt-humide}$  : Taux de dépôt atmosphérique humide de la substance, mg/m<sup>2</sup>/an

$F_w$  : Fraction de la substance dans le dépôt humide qui adhère au végétal

$R_p$  : Fraction d'interception des parties comestibles de la plante (sans unité) (tableau F-2)

$k_p$  : Coefficient de perte de surface ; la valeur par défaut utilisée par est 18,07 an<sup>-1</sup>

$t$  : Temps moyen d'accumulation des dépôts atmosphériques sur la plante, an

$Y_p$  : Productivité de la plante, kg-sec/m<sup>2</sup> (tableau F-2)

Les taux de dépôt sec et humide ont été calculés selon :

$$T_{dépôt-sec} = C_{air} \times V_{dp} \times FC$$

$$T_{dépôt-humide} = C_{air} \times p \times \Lambda_p$$

Où :

$C_{air}$  : Concentration de la substance dans l'air (sous forme particulaire), mg/m<sup>3</sup>

$V_{dp}$  : Vitesse de dépôt des particules, m/s

$p$  : Précipitations annuelles, m/an

$\Lambda_p$  : Ratio de lessivage des particules, sans unité

$FC$  : Facteur de conversion, 365 x 24 x 60 x 60 s/an

Aux fins d'application des trois équations précédentes, la vitesse de dépôt des particules a été fixée à 0,01 m/s (Sanexen, 2002a). Le coefficient de pertes de surface ( $k_p$ ) a été fixé à une valeur correspondant à une demi-vie de 14 jours. La fraction du contaminant dans le dépôt humide qui adhère au végétal a été fixée à 0,6. Ces valeurs sont celles recommandées par l'U.S. EPA (1999a).

Le temps moyen d'accumulation des dépôts atmosphériques sur la plante est réputé correspondre à la moitié de la période de croissance des végétaux. Pour les aires naturelles (végétation herbacée, arbustive et arborescente) cette durée a été fixée à la période où la température moyenne mensuelle de l'air est supérieure à 0°C, soit 7 mois pour la zone d'étude; le temps moyen d'accumulation estimé correspond donc à 0,29 an. Pour les plantes potagères, le temps moyen d'accumulation correspond à la période de croissance avant la récolte et a été fixé respectivement à 0,1 et 0,16 an pour les parties végétatives et reproductrices (MEF, 1996).

Les termes de productivité végétale et de fraction d'interception sont estimés de manière générale pour l'ensemble des végétaux susceptibles de présenter un intérêt écologique. La productivité et la fraction d'interception dépendent du type de végétation et de la densité de la végétation. La densité de la végétation a été définie en observant les images aériennes disponibles pour la région de la zone d'étude. Pour les zones naturelles, la végétation herbacée, arbustive et arborescente a été caractérisée comme « dense »; les valeurs retenues sont tirées de (Sanexen, 2002a). Pour les plantes potagères, les valeurs retenues correspondent à celles présentées par le MEF (1996).

Le ratio de lessivage des particules ( $\Lambda_p$ ) a été fixé à 200 000, soit la valeur recommandée par l'U.S. EPA (1993a).

#### 1.4.3.2 Racines

Les concentrations (teneurs de fond et concentrations additionnelles<sup>1</sup>) dans les racines se calculent directement à partir des concentrations dans le sol, à l'aide d'un FBC, selon l'équation suivante :

$$C_{rac} = [1 - TH] \times C_{sol} \times FBC_{sol-rac}$$

Où :

$C_{rac}$  : Concentration de la substance dans les racines, mg/kg<sub>frais</sub>

TH : Taux d'humidité, kg<sub>eau</sub>/kg<sub>frais</sub>

$C_{sol}$  : Concentration de la substance dans le sol de sous-surface, mg/kg

$FBC_{sol-rac}$  : Facteur de bioconcentration sol-racines de la substance, kg/kg<sub>sec</sub> (tableau F-1)

Le taux d'humidité utilisé afin de convertir les concentrations de base sèche à base fraîche (0,78) correspond à la moyenne pondérée calculée par Baes III, *et coll.* (1984) pour les parties non exposées des végétaux.

La répartition des métaux dans les différentes parties des végétaux découle d'une série de processus complexes qui dépendent de plusieurs facteurs (métal, conditions environnementales, type/espèce de plante, voie d'entrée). Tremel-Schaub et Feix (2005) précisent que seule une fraction des métaux absorbés par les feuilles (dépôt atmosphérique) ou par les racines (absorption racinaire) est transportée dans les autres parties de la plante. Dans le cadre du présent projet, puisque les concentrations additionnelles n'étaient attribuables qu'au dépôt atmosphérique, les concentrations additionnelles dans les racines ont été considérées équivalentes aux concentrations additionnelles dans les parties végétatives (sur une base sèche), ce qui constitue une approche prudente.

### 1.5 Invertébrés terrestres

Les invertébrés terrestres font partie de l'alimentation de certaines espèces de gibier (voir tableau F-4). La catégorie des invertébrés terrestres regroupe divers organismes ayant un mode de vie, et donc une exposition aux substances d'intérêt, très variable. Ainsi, si les invertébrés du sol (ex. : les vers de terre) sont en contact intime avec le sol, plusieurs autres invertébrés sont principalement associés avec la végétation. Par ailleurs, pour plusieurs de ces invertébrés, la durée du stade larvaire peut excéder la durée de la forme

1 Les concentrations additionnelles dans le sol étant considérées nulles dans la présente étude, les concentrations additionnelles dans les racines attribuables à l'absorption racinaire sont également nulles.

adulte. Le milieu avec lequel ces organismes sont en contact durant leur stade larvaire et leur stade adulte peut différer (Sanexen, 2002a).

Sur cette base, les concentrations bruit de fond et additionnelles ont été estimées par des approches distinctes. Celles-ci sont décrites dans les sous-sections suivantes.

### 1.5.1 Teneurs de fond

Les teneurs de fond dans les invertébrés terrestres ont été estimées à partir des teneurs de fond dans le sol de sous-surface. Les modèles les mieux validés pour estimer les concentrations de métaux dans les invertébrés terrestres sont ceux développés pour les invertébrés du sol. Dès lors, les teneurs de fond ont été estimées pour cette classe d'invertébrés. Selon l'information disponible dans la littérature, ces concentrations ont été estimées à partir de deux équations distinctes :

- L'équation de type I permet de représenter la non-linéarité de la relation entre les concentrations dans les sols et celles dans les invertébrés<sup>1</sup>. Pour certains métaux, le pH a également une influence sur l'accumulation dans les invertébrés. Des équations de régression de ce type ont été développées par Sample, *et coll.* (1998) pour 5 des métaux d'intérêt (As, Cd, Cu, Ni et Pb; voir section 2.2).
- Pour les 2 autres métaux (Ba, Be), l'équation de type II a été utilisée. Celle-ci considère implicitement que la relation entre les concentrations dans les sols et les invertébrés est linéaire ( $FBC_{sol-inv\_terr}$  invariable).

Type I :

$$C_{inv\_terr} = 0,17 \times e^{[B0+B1 \ln(C_{sol})+B2(pH)]}$$

Type 2 :

$$C_{inv\_terr} = 0,17 \times C_{sol} \times FBC_{sol-inv\_terr}$$

Où :

$C_{inv\_terr}$  : Concentration de la substance dans les invertébrés terrestres, mg/kg<sub>frais</sub>

0,17 : Facteur de conversion masse sèche vers masse fraîche, kg<sub>sec</sub>/kg<sub>frais</sub>

B0, B1, B2<sup>2</sup> : Paramètres de l'équation de régression de la substance (tableau F-1)

$C_{sol}$  : Concentration de la substance dans le sol de sous-surface, mg/kg

pH : pH du sol (soit 4,5 pour la zone d'étude; (Henderson, *et coll.*, 2002))

$FBC_{sol-inv\_terr}$  : Facteur de bioconcentration sol-invertébrés terrestres de la substance (base sèche, kg<sub>sol</sub>/kg<sub>sec</sub>)

### 1.5.2 Concentrations additionnelles

Les concentrations additionnelles dans les invertébrés du sol estimées à l'aide des équations présentées à la section 1.5.1 sont nulles puisque les concentrations additionnelles de métaux dans les sols sont nulles (voir section 3.4.2 du rapport). Cependant, les concentrations additionnelles de métaux dans la végétation ne sont pas nulles et sont une source d'exposition pour les invertébrés terrestres associés à la végétation.

1 Cette relation est attendue notamment pour les métaux essentiels régulés par les organismes vivants; à faible concentration dans le sol, les organismes auront tendance à accumuler davantage les métaux qu'à forte concentration. Ainsi, malgré une augmentation de la concentration dans les invertébrés, le  $FBC_{sol-inv\_sol}$  ( $C_{inv\_sol}/C_{sol}$ ) diminuera à mesure que la concentration dans le sol augmentera.

2 Ce paramètre n'est appliqué que pour certains métaux, lorsque les données suggèrent que le pH a une influence significative sur l'accumulation dans les invertébrés.

De façon prudente, les concentrations additionnelles dans les invertébrés terrestres ont donc été estimées en supposant que ceux-ci sont associés aux parties végétatives de la végétation terrestre.

Pour estimer les concentrations additionnelles, il a été considéré que les larves des invertébrés terrestres étaient majoritairement associées aux feuilles de la végétation terrestre<sup>1</sup>, ce qui constitue une approche prudente. Les concentrations additionnelles ont été estimées à partir des concentrations additionnelles dans les végétaux terrestres à l'aide de l'équation suivante :

$$C_{inv\_terr} = C_{vgt} \times FBC_{vgt-inv\_terr}$$

Où :

$C_{inv\_terr}$  : Concentration de la substance dans les invertébrés terrestres, mg/kg<sub>frais</sub>

$C_{vgt}$  : Concentration de la substance dans les parties végétatives de la végétation terrestre<sup>2</sup>, mg/kg<sub>frais</sub>

$FBC_{vgt-inv\_terr}$  : Facteur de bioconcentration de la substance entre les végétaux et les invertébrés terrestres associés aux végétaux (soit, à défaut de valeurs documentées, 1 kg<sub>frais</sub>/kg<sub>frais</sub>).

## 1.6 Végétaux aquatiques

Les végétaux aquatiques font partie de l'alimentation de certaines espèces de gibier (voir tableau F-4). Compte-tenu des habitudes alimentaires des récepteurs écologiques s'alimentant de ce type de végétation (orignal et fuligule) et des particularités du présent projet<sup>3</sup>, les concentrations dans les végétaux aquatiques consommés ont été estimées en supposant que ces végétaux possédaient des racines en contact avec les sédiments ainsi que des parties végétatives et reproductrices émergeant de l'eau (ex. : nénuphar). Ainsi, les teneurs de fond dans ces végétaux ont été estimées à partir des teneurs de fond dans les sédiments et dans l'air ambiant, et les concentrations additionnelles ont été estimées à partir des concentrations additionnelles dans l'air ambiant. Cette approche permet de maximiser l'exposition additionnelle des récepteurs humains qui consomment les récepteurs écologiques chassés ou piégés.

Dans ce contexte, les concentrations de métaux dans les racines et dans les parties végétatives et reproductrices des végétaux aquatiques ont été estimées à partir des mêmes équations que pour les végétaux terrestres (voir section 1.4.3).

- Les concentrations dues à l'absorption racinaire ont été estimées à partir des concentrations dans les sédiments (voir section 4.1) plutôt que celles dans les sols.
- Des facteurs de bioconcentrations sédiments-racines de végétaux aquatiques ( $FBC_{sed-rac\_vgt\_aq}$ ) ont pu être documentés à partir de données disponibles dans la littérature scientifique (section 2.3). En l'absence de facteurs de bioconcentration sédiments-parties végétatives/reproductrices des végétaux aquatiques, les mêmes valeurs que pour les végétaux terrestres ( $FBC_{sed-vgt}$  et  $FBC_{sol-rep}$  présentés à la section 2.1) ont été utilisées. Cette approche est celle retenue par l'U.S. EPA (1999).
- Comme pour les végétaux terrestres, il a été considéré que les concentrations additionnelles dans les végétaux aquatiques seraient attribuables au dépôt de particules sur les parties émergées. La fraction d'interception et la productivité végétale considérées pour la végétation aquatique a été fixée respectivement à 0,75 et 1,0 kg/m<sup>2</sup>, soit les valeurs applicables à la végétation herbacée (densité forte). Par ailleurs, les concentrations additionnelles dans les racines ont été considérées équivalentes

1 Végétation herbacée, arbustive et arborescente, en proportions égales.

2 La moyenne des concentrations estimées dans les parties végétatives de la végétation herbacée, arbustive et arborescente a été utilisée.

3 C'est-à-dire concentrations additionnelles considérées nulles dans plusieurs médias environnementaux, incluant l'eau de surface et les sédiments.

aux concentrations additionnelles dans les parties végétatives (sur une base sèche), ce qui constitue une approche prudente.

## 1.7 Invertébrés aquatiques et benthiques

Ces invertébrés font partie de l'alimentation de certaines espèces de gibier (voir tableau F-4). Des données locales étaient disponibles pour estimer les teneurs de fond de la majorité des métaux (As, Ba, Cd, Cu et Ni) dans les invertébrés aquatiques et benthiques (voir section 4). Par ailleurs, puisque les concentrations dans l'eau de surface et les sédiments sont considérées nulles, les concentrations additionnelles dans les invertébrés aquatiques et benthiques sont donc considérées nulles également.

Dans ce contexte, le recours à la modélisation était requis uniquement pour estimer les teneurs de fond de 2 métaux (Be et Pb) dans les invertébrés aquatiques (vivant dans la colonne d'eau) et benthiques (vivant dans les sédiments). Les équations suivantes ont été utilisées :

Invertébrés aquatiques :

$$C_{inv\_aq} = C_{eau} \times FBC_{eau-inv\_aq}$$

Invertébrés aquatiques benthiques :

$$C_{inv\_ben} = C_{sed} \times FBC_{sed-inv\_ben}$$

Où

|                        |                                                                                                |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $C_{inv\_aq}$ :        | Concentration de la substance dans les invertébrés aquatiques, mg/kg <sub>frais</sub>          |
| $C_{eau}$ :            | Concentration de la substance dans l'eau, mg/L                                                 |
| $FBC_{eau-inv\_aq}$ :  | Facteur de bioconcentration eau-invertébrés aquatiques de la substance, L/kg <sub>frais</sub>  |
| et                     |                                                                                                |
| $C_{inv\_ben}$ :       | Concentration de la substance dans les invertébrés benthiques, mg/kg <sub>frais</sub>          |
| $C_{sed}$ :            | Concentration de la substance dans les sédiments, mg/kg                                        |
| $FBC_{sed-inv\_ben}$ : | Facteur de bioconcentration eau-invertébrés benthiques de la substance, kg/kg <sub>frais</sub> |

## 1.8 Chair des mammifères et des oiseaux

### 1.8.1 Considérations générales

Les concentrations en métaux dans la chair de différentes espèces de mammifères et d'oiseaux ont été estimées à partir des doses d'exposition multivoies. Pour ce faire, les propriétés des récepteurs, les régimes alimentaires ainsi que certaines habitudes de vie pouvant influencer l'exposition aux substances d'intérêt (ex. : taux d'ingestion de sol) ont été documentées. Plusieurs propriétés des espèces sont celles documentées dans les bases de données de TerraSys<sup>MC</sup> (Sanexen, 2002b). La plupart d'entre-elles ont été déterminées à partir d'équations allométriques compilées par l'U.S. EPA (1993b). Le reste des informations provient de la littérature. Les propriétés des récepteurs écologiques d'intérêt sont présentées aux tableaux F-3 et F-4. Les concentrations dans les compartiments biotiques et abiotiques utilisées afin d'estimer les concentrations dans la chair des mammifères et des oiseaux sont présentées au tableau F-5 (teneurs de fond) et au tableau F-6 (concentrations additionnelles).

### 1.8.2 Ajustement des facteurs de biotransfert

Le facteur de biotransfert (FBT) est défini, pour un récepteur et une substance donnés, comme le ratio de la concentration dans la chair (muscle, ou autre organe, en mg/kg de chair) et de la dose d'exposition sous-jacente (en mg/jour), laquelle dépend de la quantité de nourriture (source de la substance) ingérée<sup>1</sup>. Le FBT est donc exprimé en jour/kg de chair. Comme les FBT ne sont pas normalisés par rapport à la masse corporelle, la valeur du FBT varie d'une espèce à l'autre, ce qui explique pourquoi les FBT rapportés dans la littérature sont plus faibles pour les organismes de grande taille que pour ceux de petite taille (voir par exemple l'annexe K de OEHHA (2012)).

Pour toutes les substances d'intérêt, des FBT expérimentaux sont disponibles pour le bœuf et pour le poulet (désignées ci-après « espèces de référence »). Or, les espèces de mammifères et d'oiseaux pertinents à la présente étude peuvent être significativement plus petits ou plus grands que ces espèces de référence. Dans son guide technique, l'OEHHA (2012) recommande, en l'absence de FBT documentés pour certaines espèces, d'extrapoler les FBT d'une espèce à l'autre à partir d'une équation allométrique basée sur le taux métabolique de chaque espèce. Cette approche a été retenue pour la présente étude (équation fournie à la section 1.8.5).

Ainsi, les FBT spécifiques aux espèces de mammifères et d'oiseaux pertinents à la présente étude ont été estimés à partir des FBT de référence documentés pour le bœuf et le poulet (tableau F-1), avec ajustement tenant compte de la masse corporelle des espèces de référence (500 kg pour le bœuf et 1,75 kg pour le poulet) et des espèces d'intérêt (voir tableau F-3).

### 1.8.3 Définition des taux d'ingestion de sol et de sédiments

Les taux d'ingestion de sol et de sédiments des animaux sont estimés sur la base d'analyses du contenu stomacal et les valeurs sont généralement rapportées comme une proportion du taux de consommation de nourriture (sur une base sèche). Des valeurs ont été rapportées pour plusieurs espèces de mammifères et d'oiseaux, notamment par Beyer, *et coll.* (1994) et U.S. EPA (1993b). Les taux d'ingestion de sol documentés pour les espèces pertinentes à la présente étude (ou, à défaut, pour des espèces similaires) ont été utilisés.

Tous les taux d'ingestion de sol et de sédiments retenus étaient fournis sur la base d'un pourcentage dans la diète, sur une base sèche ( $\text{kg}_{\text{sol}}/\text{kg}_{\text{aliments secs}}$ ). Or, les taux d'ingestion de nourriture documentés sont fournis sur une base humide. Afin de convertir les taux d'ingestion de nourriture de la base humide à la base sèche, le pourcentage d'humidité des aliments consommés par les omnivores, herbivores et insectivores ont été fixés, respectivement, à 75%, 80% et 75% (Sanexen, 2002a). Il est à noter que l'ingestion de sol ou de sédiments n'a été considérée que pour les mois durant lesquels le sol n'est pas recouvert de neige<sup>2</sup>.

### 1.8.4 Définition des régimes alimentaires

L'exposition des mammifères et des oiseaux est estimée à partir des concentrations mesurées ou estimées dans l'ensemble des aliments ingérés. Les régimes alimentaires des espèces de mammifères et d'oiseaux ont été définis sur la base de la meilleure information disponible. Lorsque nécessaire et possible, les régimes alimentaires ont été définis sur une base saisonnière (printemps, été, automne et hiver).

1 Dose (mg/jour) = Quantité de nourriture ingérée par l'animal (kg/jour) x Concentration de la substance dans la nourriture (mg/kg).

2 Mois durant lesquels la température moyenne est supérieure au point de congélation, soit 7 mois par année.

L'information par rapport aux sources consultées afin de définir les régimes alimentaires des espèces pertinentes à la présente étude est présentée à la section 3.

### 1.8.5 Équations utilisées

Les concentrations de métaux dans les tissus des mammifères et des oiseaux ont été calculées en faisant la sommation des concentrations découlant de l'alimentation, de l'ingestion d'eau, de sol de surface ou de sédiments, et de l'inhalation. Dans le présent projet, la contribution du contact cutané avec le sol de surface n'a pas été retenue. En effet, en raison de leur plumage ou de leur fourrure, le contact cutané est généralement une voie d'exposition négligeable pour ces récepteurs (Suter II, *et coll.*, 2000). Par ailleurs, puisque les concentrations additionnelles dans les sols de surface sont réputées nulles (voir section 3.4.2 du rapport), cette voie n'aurait pas contribué à l'exposition additionnelle des récepteurs.

Les concentrations dans la chair des mammifères et des oiseaux ont été estimées à partir des équations suivantes, inspirées de celles intégrées au logiciel TerraSys<sup>MC</sup> (Sanexen, 2002b) :

$$C_{chair} = \left[ \sum_i f_{alim\ i} \times T_{ing-alim} \times C_{alim\ i} + T_{ing-eau} \times C_{eau} + T_{ing-sol/sed} \times C_{sol/sed} + T_{inh} \times C_{Air} \right] \times FBT$$

$$FBT = FBT_{reference} * \frac{M_{reference}^{0,75}}{M_{espèce}^{0,75}}$$

Où

|                  |                                                                                                                                                           |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $C_{chair}$ :    | Concentration de la substance dans la chair d'une espèce (en mg/kg <sub>frais</sub> );                                                                    |
| $i$ :            | Indice de chaque élément de l'alimentation de l'espèce considérée;                                                                                        |
| $f_{alim\ i}$ :  | Fraction de l'élément $i$ dans l'alimentation de l'espèce considérée (en kg <sub>frais</sub> /kg <sub>frais</sub> , tableau F-4)                          |
| $T_{ing-alim}$ : | Taux d'ingestion de nourriture de l'espèce considérée (en kg <sub>frais</sub> /j, tableau F-3);                                                           |
| $C_{alim\ i}$ :  | Concentration de la substance dans l'élément $i$ du régime alimentaire (en mg/kg <sub>frais</sub> );                                                      |
| $T_{ing-eau}$ :  | Taux d'ingestion d'eau de surface de l'espèce considérée (en L/j, tableau F-3);                                                                           |
| $C_{eau}$ :      | Concentration de la substance dans l'eau de surface (en mg/L);                                                                                            |
| $T_{ing-sol}$ :  | Taux d'ingestion de sol ou de sédiments de l'espèce considérée (en kg <sub>sol sec</sub> /j, tableaux F-3);                                               |
| $C_{sol}$ :      | Concentration de la substance dans le sol de surface ou dans les sédiments (en mg/kg <sub>sol sec</sub> );                                                |
| $T_{inh}$ :      | Taux d'inhalation de l'espèce considérée (en m <sup>3</sup> /j, tableau F-3);                                                                             |
| $C_{Air}$ :      | Concentration de la substance dans l'air ambiant (en mg/m <sup>3</sup> ; métaux sous forme de PST, moyenne du secteur à l'étude, voir annexe G-1 et G-2); |

Et

|                     |                                                                                                                                    |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $FBT$ :             | Facteur de biotransfert de la substance spécifique à l'espèce considérée (en j/kg <sub>frais</sub> );                              |
| $FBT_{reference}$ : | Facteur de biotransfert de la substance pour l'espèce de référence (en j/kg <sub>frais</sub> , tableau F-1);                       |
| $M_{espèce}$        | Masse de l'espèce considérée (en kg <sub>frais</sub> , tableaux F-3);                                                              |
| $M_{référence}$     | Masse de l'espèce de référence (soit 1,75 kg <sub>frais</sub> pour les oiseaux et 500 kg pour les mammifères, voir section 1.8.2). |



## 2. PROPRIÉTÉS DES SUBSTANCES D'INTÉRÊT

Les propriétés des métaux requises par les modèles présentés à la section 1 sont fournies au tableau F-1. À moins d'indication contraire dans les sous-sections qui suivent, les propriétés des substances d'intérêt sont celles incluses dans la base de données du logiciel TerraSys<sup>MC</sup> (Sanexen, 2002b). Celles-ci ont été documentées à partir de la littérature scientifique.

### 2.1 Facteur de bioaccumulation par le poisson

Le seul  $FBA_{\text{poisson}}$  requis dans le cadre de la présente étude concerne le Be<sup>1</sup>. La valeur retenue (100 L/kg<sub>frais</sub>) est celle recommandée par Staven, *et coll.* (2003).

### 2.2 Facteurs de bioconcentration sol-végétaux et sédiments-végétaux

Les FBC applicables aux différentes parties de la plante ( $FBC_{\text{sol-vgt}}$ ,  $FBC_{\text{sol-rep}}$ ,  $FBC_{\text{sol-rac}}$ ) retenus dans la présente étude ont été déterminés comme suit :

- Pour 3 métaux (As, Cd, Pb)<sup>2</sup>, 50<sup>e</sup> centiles des valeurs rapportés par Bonnard, *et coll.* (2017) pour les légumes-feuilles ( $FBC_{\text{sol-vgt}}$ ) et pour légumes-fruits et les fruits ( $FBC_{\text{sol-rep}}$ ). Le  $FBC_{\text{sol-rac}}$  a quant à lui été estimé à partir de la moyenne des 50<sup>e</sup> centiles compilés pour les légumes-racines et les tubercules;
- Pour 2 métaux (Cu, Ni), les FBC retenus ont été déterminés directement à partir des données brutes de la Base de données des teneurs en éléments traces métalliques de plantes potagères (BAPPET)<sup>3</sup> (Denys, *et coll.*, 2012). Malgré une certaine variabilité<sup>4</sup>, la visualisation des données brutes (concentrations mesurées dans le sol vs. FBC) indique une relation claire entre les concentrations dans les sols et les FBC rapportés, et les nuages de points générés pour les différentes parties de la plante (feuilles, fruits, tige, racines) se sont avérés très similaires. Par ailleurs, aucune relation entre les FBC et les autres propriétés rapportées dans la BAPPET (pH, contenu en argile ou en matière organique du sol) n'a pu être identifiée. Conséquemment, les FBC retenus correspondent au 50<sup>e</sup> centile des FBC rapportés dans la BAPPET pour des concentrations dans les sols similaires aux teneurs de fond documentées dans la zone d'étude<sup>5</sup>. Ces FBC ont été appliqués à toutes les parties de la plante.
- Pour les 2 métaux restants (Ba, Be), non inclus dans la BAPPET, les valeurs proposées par Staven, *et coll.* (2003) ont été retenues. Cette publication propose des FBC distincts pour les parties végétatives, reproductrices et pour les racines.

En l'absence de FBC spécifiques aux sédiments, les FBC développés pour les végétaux terrestres ont été utilisés pour estimer les concentrations dues à l'absorption racinaire de la végétation aquatique.

1 Des concentrations mesurées dans la zone d'étude étaient disponibles pour représenter les teneurs de fond des autres métaux d'intérêt, et les concentrations additionnelles de tous les métaux dans les poissons ont été considérées nulles et ne nécessitaient donc aucune estimation par modélisation.

2 Les valeurs proposées pour le Ni n'ont pas été retenues car une disparité relativement importante (et jugée suspecte) a été observée entre les FBC (50<sup>e</sup> centiles) calculés par Bonnard, *et coll.* (2017) pour les parties végétatives (0,027) et reproductrices (0,13).

3 Source principale des données utilisées par Bonnard, *et coll.* (2017).

4 Cette variabilité peut être due à plusieurs facteurs, notamment des différences dans les conditions expérimentales ayant prévalu ou des différences dans les espèces végétales ayant été utilisées.

5 Soit entre 300 et 700 mg/kg pour le Cu, et entre 20 et 40 mg/kg pour le Ni.

## 2.3 Facteurs de bioconcentration sol-invertébrés du sol

La source principale à partir de laquelle les  $FBC_{\text{sol-inv\_sol}}$  ont été sélectionnés est le rapport de Sample, *et coll.* (1998) qui présente, pour 5 métaux (As, Cd, Cu, Ni et Pb), des équations de régression permettant d'estimer les concentrations dans les invertébrés du sol en fonction de la concentration dans le sol<sup>1</sup>. Cette estimation est réalisée à partir de paramètres (B0, B1 et, pour certains métaux, B2) spécifiques à chaque métal, à l'aide de l'équation de type I présentée à la section 1.5.1. Dans ce rapport, des équations de régression n'intégrant que les concentrations dans les sols (paramètre B1) ou intégrant également le pH (paramètre B2) ont été développées. Pour le Cd et le Pb, l'équation intégrant les paramètres B0, B1 et B2 a été retenue puisque ces 3 paramètres étaient statistiquement significatifs et que l'intégration du pH augmentait le coefficient de détermination ( $R^2$ ). Pour l'As et le Cu, la forme intégrant uniquement les paramètres B0 et B1 a été retenue puisque le paramètre B2 n'était pas statistiquement significatif. Pour le Ni, puisque le paramètre B1 était négatif et non statistiquement significatif, seul le paramètre B0 a été utilisé<sup>2</sup>.

Pour les 2 autres métaux (Ba et Be), l'équation de type II présentée à la section 1.5.1 a été utilisée. Pour le Ba, le  $FBC_{\text{sol-inv-terr}}$  retenu est celui rapporté par l'OMS (WHO, 2001). En l'absence d'information par rapport à la base (fraîche ou sèche) sur laquelle cette valeur était rapportée, il a été supposé par prudence que ce FBC était exprimé en base fraîche. Pour le Be, en l'absence de donnée expérimentale, la valeur générique<sup>3</sup> de l'U.S. EPA (1999) a été retenue.

## 2.4 Facteurs de bioconcentration sédiments-racines

Pour tous les métaux à l'étude, des  $FBC_{\text{sed-rac\_vgt\_aq}}$  ont pu être calculés à partir de concentrations mesurées dans les sédiments et les racines de végétaux aquatiques et documentées dans un rapport émanant d'instances gouvernementales américaines (Tadayon, *et coll.*, 1997) ou dans des articles publiés (Bonanno, 2011; Di Leo, *et coll.*, 2013; Klink, *et coll.*, 2013; Punshon, *et coll.*, 2003; Shuping, *et coll.*, 2011; Singh, *et coll.*, 2017). Pour chacune de ces études, le  $FBC_{\text{sed-rac\_vgt\_aq}}$  moyen<sup>4</sup> a été calculé (pour chaque substance d'intérêt mesurée) en divisant les concentrations mesurées dans les racines par celles mesurées dans les sédiments. Ces valeurs ont été compilées dans une base de données et, pour chaque substance d'intérêt, la moyenne des  $FBC_{\text{sed-rac\_vgt\_aq}}$  obtenus dans les différentes études a été retenue pour la présente étude.

Les concentrations rapportées dans les racines des végétaux étant fournies en base sèche ( $\text{mg/kg}_{\text{sec}}$ ), les  $FBC_{\text{sed-rac\_vgt\_aq}}$  calculés sont également présentés en base sèche ( $\text{kg/kg}_{\text{sec}}$ ).

## 2.5 Facteurs de bioconcentration eau-invertébrés aquatiques et sédiments-invertébrés benthiques

Le transfert de métaux dans les invertébrés aquatiques et benthiques n'a dû être modélisé que pour 2 métaux (Be et Pb). En effet, des concentrations mesurées dans la zone d'étude étaient disponibles pour représenter les teneurs de fond des autres métaux d'intérêt, et les concentrations additionnelles de tous

1 Les équations intégrant les données de validation ont été retenues, puisqu'elles sont basées sur davantage de données que celles n'intégrant pas les données de validation.

2 Ce modèle prédit donc une concentration dans les invertébrés ne variant pas lorsque la concentration dans les sols varie. Le Ni est un oligo-élément impliqué dans certaines voies métaboliques. Il est donc possible que les êtres vivants soient en mesure de réguler cette substance. Cela pourrait expliquer que les données disponibles suggèrent que la concentration de Ni dans les invertébrés varie peu en fonction de la concentration dans les sols.

3 Valeur correspondant à la moyenne arithmétique des FBC expérimentaux disponibles pour les métaux (As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg inorganique, Ni, Zn).

4 Moyenne de l'ensemble des types de sédiments et espèces de végétaux étudiés.

les métaux dans les invertébrés aquatiques et benthiques ont été considérées nulles et ne nécessitaient donc aucune estimation par modélisation.

- Les  $FBC_{\text{eau-inv-aq}}$  retenus pour le Be et le Pb sont basés sur des données expérimentales, et ont été proposées par l'U.S. EPA (1999);
- Le  $FBC_{\text{sed-inv-ben}}$  retenu pour le Be est basé sur des données expérimentales, et a été rapporté par Stantec (2009)<sup>1</sup>.

Pour le Pb, la valeur retenue a été estimée à partir de la droite de régression développée<sup>2</sup> par l'ORNL (1998). Cette droite de régression permet d'estimer les concentrations dans les invertébrés benthiques sur une base sèche ( $\text{mg/kg}_{\text{sec}}$ ); le FBC développé à partir de celle-ci a donc été ajusté en supposant que le taux d'humidité moyen des invertébrés benthiques était de  $0,83 \text{ kg}_{\text{eau}}/\text{kg}_{\text{frais}}$  (Sanexen, 2002a). L'équation utilisée est la suivante :

$$FBC_{\text{sed-inv-ben}} = \frac{0,17 \times 10^{[0,653 \times \log(C_{\text{sed}}) - 0,515]}}{C_{\text{sed}}}$$

Où :

$FBC_{\text{sed-inv-ben}}$  : Facteur de bioconcentration sédiments-invertébrés benthiques ( $\text{kg/kg}_{\text{frais}}$ )

0,17 : Facteur de conversion masse sèche vers masse fraîche ( $\text{kg}_{\text{sec}}/\text{kg}_{\text{frais}}$ )

$C_{\text{sed}}$  : Concentration en Pb dans les sédiments ( $\text{mg/kg}_{\text{sec}}$ )

## 2.6 Facteurs de biotransfert de référence pour les mammifères et les oiseaux

La source principale à partir de laquelle les FBT de référence (bœuf et poulet) retenus pour la présente étude ont été tirés est un rapport de l'OEHA (2012). Pour plusieurs des substances d'intérêt (As, Cd, Ni et Pb), ce document décrit sommairement les données disponibles dans la littérature et présente une discussion justifiant les FBT recommandés. À défaut (Ba, Be, Cu), les valeurs proposées par Staven, *et coll.* (2003) ont été utilisées.

1 Valeur présentée à l'annexe K du rapport de Stantec.

2 À partir des concentrations obtenues après dépurification des invertébrés.

### 3. PROPRIÉTÉS DES ESPÈCES DE MAMMIFÈRES ET D'OISEAUX INCLUSES AU MODÈLE CONCEPTUEL

Les propriétés des espèces de mammifères et d'oiseaux incluses au modèle conceptuel ainsi que leurs régimes alimentaires sont requis afin d'estimer les concentrations dans la chair de ces espèces. Pour l'orignal, l'ours noir et la gélinotte huppée (perdrix), ces informations ont été tirées des fiches préparées par le PASCF (2012)<sup>1</sup>. Pour le fuligule à collier, en l'absence d'une telle fiche, le document préparé par le CEAEQ (2005)<sup>2</sup> a été consulté. Les informations manquantes ont été complétées à l'aide des équations allométriques intégrées au logiciel TerraSys (Sanexen, 2002b), tirées de U.S. EPA (1993b).

L'information disponible<sup>3</sup> suggère qu'à l'automne, en préparation à l'hibernation (qui débute en novembre), l'ours noir augmente significativement son apport calorique (facteur de 2,5x). Conséquemment, les taux d'ingestion d'eau, de sol et de nourriture documentés pour cette espèce ont été majorés par un facteur de 2,5x en septembre et octobre.

Peu d'information est disponible par rapport aux taux d'ingestion de sol de ces espèces. Ainsi :

- Pour l'orignal, Beyer, *et coll.* (1994) ont rapporté un taux d'ingestion de sol inférieur à 2% du taux d'ingestion de nourriture<sup>4</sup> pour des spécimens collectés au Wyoming (États-Unis). Cependant, l'information disponible suggère que l'orignal s'alimente durant l'été<sup>5</sup> de végétaux aquatiques dont une certaine proportion correspond à des tubercules. Dans ces conditions, il a été considéré que cet organisme ingérerait 2% de sols et 2% de sédiments (été uniquement).
- Pour l'ours noir, aucun taux spécifique n'était disponible. Le CEAEQ (2006) mentionne que l'ingestion de sol par cette espèce est probablement peu fréquente. Comme suggéré par le PASCF (2012), un taux de 2% a été retenu pour la présente étude.
- Pour la gélinotte huppée, aucun taux spécifique n'était disponible. Le PASCF (2012) rapporte que le régime alimentaire de cette espèce serait constitué de 15% d'invertébrés. La recherche d'invertébrés (potentiellement au sol) est susceptible d'occasionner l'ingestion accidentelle de sol. Beyer, *et coll.* (1994) ont rapporté, pour le dindon sauvage, un taux d'ingestion de sol de 9,3%. Vu la similitude entre ces deux espèces, le taux d'ingestion de sol de la gélinotte huppée a été fixé à 10%.
- Pour le fuligule à collier, Beyer, *et coll.* (1994) ont rapporté un taux d'ingestion de sol inférieur à 2% du taux d'ingestion de nourriture pour des spécimens collectés au Minnesota. Un taux légèrement supérieur (3,3%) a également été rapporté par les mêmes auteurs pour le canard colvert. Puisque le fuligule a été sélectionné afin de représenter les différentes espèces de sauvagine de la zone d'étude, un taux d'ingestion de sédiments de 5% a été retenu pour la présente étude.

Les valeurs des paramètres utilisés pour estimer l'exposition des mammifères et des oiseaux en été et en hiver sont présentés aux tableaux F-3 et F-4.

1 Plan d'action pour les sites contaminés fédéraux au Canada.

2 Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec.

3 <http://pleinderessources.gouv.qc.ca/chronique/capsule/pleins-feux-sur-ours-noir-hiver-67.html>

4 Les taux d'ingestion de sol sont rapportés sous la forme d'un pourcentage par rapport au taux d'ingestion de nourriture en base sèche ( $\text{kg}_{\text{sol}}/\text{sed}/\text{kg}_{\text{aliments\_secs}}$ ).

5 Dans la présente section, l'été est défini comme la période durant laquelle le sol n'est pas gelé (température mensuelle moyenne > 0°C).

## 4. CONCENTRATIONS ESTIMÉES OU MODÉLISÉES DANS LES MÉDIAS ENVIRONNEMENTAUX

### 4.1 Teneurs de fond

Les teneurs de fond en métaux basées sur des données mesurées ont été estimées comme suit :

- Air ambiant : voir section 3.5.1 du rapport;
- Sols : voir section 3.5.2 du rapport;
- Eau de surface : voir section 3.5.3 du rapport;
- Sédiments : les teneurs de fond retenues dans les sédiments correspondent aux LSC95 des concentrations rapportées par WSP (2017). Comme pour l'eau de surface<sup>1</sup>, les données obtenues dans certains plans d'eau non fréquentés et présentant des teneurs en certains métaux anormalement élevés ont été exclues;
- Poissons : voir section 3.5.5 du rapport;
- Invertébrés aquatiques et benthiques : les teneurs de fond dans les invertébrés benthiques ont été établies à partir<sup>2</sup> des concentrations rapportées par Proulx (2014) (pour As, Ba, Cd, Cu et Ni)<sup>3</sup>. Cette publication présente des concentrations moyennes mesurées dans les larves de diverses espèces de *chironomus*, prélevées dans 7 lacs de la zone d'étude<sup>4</sup>. Puisque ces larves s'alimentent de particules venant de la colonne d'eau ou des sédiments, et puisque des données mesurées sont jugées plus fiables que des valeurs modélisées, ces concentrations ont été utilisées pour représenter les invertébrés aquatiques et benthiques. La médiane des concentrations moyennes rapportées pour les différents lacs échantillonnés a été retenue<sup>5</sup>.

La compilation des données brutes utilisées pour estimer les teneurs de fond dans les milieux environnementaux est fournie à l'annexe H. Les concentrations estimées ou modélisées dans les médias environnementaux pertinents à l'estimation des teneurs de fond dans le gibier (4 espèces distinctes) sont présentées au tableau F-5.

### 4.2 Concentrations additionnelles

Le détail des concentrations additionnelles modélisées dans le gibier (4 espèces distinctes) et son écosystème est présenté au tableau F-6. Les concentrations additionnelles dans les aliments d'origine locale consommés par les récepteurs humains (gibier, plantes potagères, poisson) sont présentées au tableau 11 du rapport.

1 Voir section 3.4.3.2 du rapport.

2 Dans cette publication, les concentrations ont été rapportées sur une base sèche. Celles-ci ont été converties en base fraîche en supposant que les larves avaient une teneur en eau de 83% (Jonusaite, *et coll.*, 2011).

3 Faute de données, les concentrations de Be ont dû être estimées par modélisation (voir section 1.8).

4 Lacs Dufault, D'Alembert, Duprat, Marlon, Osisko, Pelletier et Rouyn.

5 Les résultats étaient très variables d'un lac à l'autre. Les plages de concentrations obtenues dans les lacs situés dans le secteur du CMH5 et des IGRM étant très semblables, les concentrations ainsi déterminées ont été appliquées aux deux secteurs.

### 4.3 Concentrations modélisées à partir des normes de qualité de l'atmosphère

Dans le cadre de l'analyse de l'incertitude (section 4.5.1 du rapport), la contribution du Projet dans une situation où les teneurs de fond dans l'air seraient égales aux normes de qualité de l'air en vigueur au Québec (RAA) a été évaluée. Les concentrations dans les médias environnementaux qui dépendent de la concentration dans l'air<sup>1</sup> ont ainsi été modélisées en substituant la teneur de fond dans l'air par la norme applicable sur une base annuelle (cas de l'As, du Ba, du Cd et du Pb)<sup>2</sup>. Les concentrations obtenues sont présentées au tableau F-7. Pour les substances pour lesquelles seule une norme sur 24 h existe (cas du Cu et du Ni)<sup>3</sup>, aucune modélisation n'était nécessaire. En effet, pour les expositions de courte durée, la contribution du Projet est estimée uniquement à partir des concentrations bruits de fond et additionnelles dans l'air.

---

1 Concentrations modélisées dans les végétaux terrestres et aquatiques et dans la chair de gibier.

2 Norme sur une base annuelle : As :  $3 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Ba :  $5 \times 10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Cd :  $3,6 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$  et Pb :  $1 \times 10^{-1} \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

3 Norme sur 24 heures : Cu :  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et Ni :  $1,4 \times 10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 5. RÉFÉRENCES

- Baes III, C. F., Sharp, R. D., Sjöreen, A. L. et Shor, R. W. (1984). A Review and Analysis of Parameters for Assessing Transport of Environmentally Released Radionuclides through Agriculture Oak Ridge National Laboratory. Rapport no. ORNL-5786.
- Beyer, W. N., Connor, E. E. et Gerould, S. (1994). Estimates of soil ingestion by wildlife. *Journal of Wildlife Management* **58**(2): 375-382. <http://pubs.er.usgs.gov/publication/5222702>.
- Bonanno, G. (2011). Trace element accumulation and distribution in the organs of *Phragmites australis* (common reed) and biomonitoring applications. *Ecotoxicology and Environmental Safety* **74**(4): 1057-1064. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651311000194>.
- Bonnard, R., Velly, N. et Ramel, M. (2017). Coefficients de transfert des éléments traces métalliques vers les plantes, utilisés pour l'évaluation de l'exposition - Application dans le logiciel MODUL'ERS. 35. <https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/ineris-drc-17-163615-01452a-etm-sol-plantes8-fl-rbn-1502453359.pdf>.
- CEAEQ (2005). Paramètres d'exposition chez les oiseaux: Fuligule à collier. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. 18 p. <http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/ecotoxicologie/oiseaux/Fuligule.pdf>.
- CEAEQ (2006). Paramètres d'exposition chez les mammifères: Ours noir. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. 17 p. <http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/ecotoxicologie/mammifere/Ours.pdf>.
- Denys, S., Douay, F., Roussel, H., Dumat, C., Pourrut, B., Marot, F., Deportes, I., Pinet, C. et Vimont, V. (2012). Base de données des teneurs en éléments traces métalliques de plantes potagères (BAPPET)), Version 1.2 ed. ADEME, INERIS, CNAM, INP, ENSAT, ISA et INRA. [https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/bappet\\_2014\\_-\\_diffuse.zip](https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/bappet_2014_-_diffuse.zip).
- Di Leo, A., Annicchiarico, C., Cardellicchio, N., Spada, L. et Giandomenico, S. (2013). Trace metal distributions in *Posidonia oceanica* and sediments from Taranto Gulf (Ionian Sea, Southern Italy). *2013* **14**(1): 10. <https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/hcmr-med-mar-sc/article/view/12288>.
- Henderson, P. J., Knight, R. D. et McMartin, I. (2002). Geochemistry of soils within a 100 km radius of the Horne Cu smelter, Rouyn-Noranda, Québec. Geological Survey of Canada open file 4169. Terrain Sciences Division, Geological Survey of Canada.
- INSPQ (2012). Lignes directrices pour la réalisation des évaluations du risque toxicologique d'origine environnementale au Québec. Institut national de santé publique du Québec. 163 pages. Depuis [http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1440\\_LignesDirectRealEvaRisqueToxicoOrigEnviroSanteHum.pdf](http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1440_LignesDirectRealEvaRisqueToxicoOrigEnviroSanteHum.pdf).
- Jonusaite, S., Kelly, S. P. et Donini, A. (2011). The physiological response of larval *Chironomus riparius* (Meigen) to abrupt brackish water exposure. *J Comp Physiol B* **181**: 343-352.



Klink, A., Macioł, A., Wisłocka, M. et Krawczyk, J. (2013). Metal accumulation and distribution in the organs of *Typha latifolia* L. (cattail) and their potential use in bioindication. *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters* **43**(3): 164-168. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0075951112000680>.

MEF (1996). Guide technique pour la réalisation des analyses préliminaires des risques toxicologiques. Groupe d'analyse de risque, Direction des laboratoires, Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec. 737 pages.

OEHHA (2012). Air Toxics Hot Spots Program Risk Assessment Guidelines - Technical Support Document for Exposure Assessment and Stochastic Analysis. Office of Environmental Health Hazard Assessment, California Environmental Protection Agency. 978 p. <https://oehha.ca.gov/media/downloads/crn/comcombinedsmall.pdf>.

ORNL (1998). Biota Sediment Accumulation Factors for Invertebrates: Review and Recommendations for the Oak Ridge Reservation. 32 p. + appendix <https://rais.ornl.gov/documents/bjcor-112a1.pdf>.

PASCF (2012). Plan d'action pour les sites contaminés fédéraux (PASCF): document d'orientation sur l'évaluation du risque écotoxicologique - Module 3: Uniformisation des caractéristiques des récepteurs fauniques. Gouvernement du Canada. 20 p. + annexes. <https://www.canada.ca/content/dam/ecccc/migration/fcs-scf/B15E990A-C0A8-4780-9124-07650F3A68EA/13-049-EC-ID541-Module-3-ENG.pdf>.

Proulx, I. (2014). Évaluation du potentiel d'utiliser les larves de Chironomus comme biomoniteurs de la biodisponibilité des éléments traces dans les sédiments. 275 p. Thèse de doctorat en Sciences de l'eau (Université du Québec. Institut national de la recherche scientifique, Québec Canada). <http://espace.inrs.ca/id/eprint/3284/1/T00714.pdf>.

Punshon, T., Gaines, K. F. et Jenkins, R. A., Jr. (2003). Bioavailability and trophic transfer of sediment-bound Ni and U in a southeastern wetland system. *Archives of environmental contamination and toxicology* **44**(1): 30-5.

Sample, B. E., Beauchamp, J. J., Efroymsen, R. A., Suter II, G. W. et Ashwood, T. L. (1998). Development and validation of bioaccumulation models for earthworms. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, East Tennessee, USA. Rapport no. ES/ER/TM-220. 45.

Sanexen (2002a). TerraSys 1.0 – Manuel de référence. Sanexen Services Environnementaux inc. [http://www.sanexen.com/docs/Manuel\\_de\\_reference\\_TerraSys.pdf](http://www.sanexen.com/docs/Manuel_de_reference_TerraSys.pdf).

Sanexen (2002b). TerraSys - Logiciel professionnel d'évaluation des risques écotoxicologiques des terrains contaminés, version 1.09). Sanexen Services Environnementaux inc.

Shuping, L. S., Snyman, R. G., Odendaal, J. P. et Ndakidemi, P. A. (2011). Accumulation and Distribution of Metals in *Bolboschoenus maritimus* (Cyperaceae), from a South African River. *Water, Air, & Soil Pollution* **216**(1): 319-328. <https://doi.org/10.1007/s11270-010-0535-5>.

Singh, N., Kaur, M. et Katnoria, J. K. (2017). Analysis on bioaccumulation of metals in aquatic environment of Beas River Basin: A case study from Kanjli wetland. *GeoHealth* **1**(3): 93-105. <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/2017GH000062>.

Stantec (2009). Site Specific Human Health and Ecological Risk Assessment - Technical Study Report - Durham York Residual Waste EA Study. 458 p.  
[https://www.durhamyorkwaste.ca/Archive/pdfs/study/amended-ea-study-docs/Amended-HHERA-Report/Durham-York-HHERA-FINAL\\_style-guided\\_Dec-10\\_2009-rev.pdf](https://www.durhamyorkwaste.ca/Archive/pdfs/study/amended-ea-study-docs/Amended-HHERA-Report/Durham-York-HHERA-FINAL_style-guided_Dec-10_2009-rev.pdf).

Staven, L. H., Rhoads, K., Napier, B. A. et Streng, D. L. (2003). A Compendium of Transfer Factors for Agricultural and Animal Products. Pacific Northwest National Laboratory Richland, Washington. Rapport no. PNNL-13421. <https://www.nrc.gov/docs/ML1016/ML101600004.pdf>.

Suter II, G. W., Efroymsen, R. A., Sample, B. E. et Jones, D. S. (2000). Ecological risk assessment for contaminated sites. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.

Tadayon, S., King, K. A., Andrews, B. J. et Roberts, W. P. (1997). Field Screening of Water Quality, Bottom Sediment, and Biota Associated with Irrigation Drainage In the Yuma Valley, Arizona, 1995. U.S. Geological Survey, U.S. Fish and Wildlife Service, Tucson, Arizona. 42 p.  
<https://pubs.usgs.gov/wri/1997/4236/report.pdf>.

Tremel-Schaub, A. et Feix, I. (2005). Contamination des sols - Transferts des sols vers les plantes. EDP Science/ADEME.

U.S. EPA (1993a). Addendum to the Methodology for Assessing Health Risks Associated with Indirect Exposure to Combustor Emissions - External Review Draft. Office of Health and Environmental Assessment, U.S. EPA, Washington, D.C. 188 p.  
<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/300021K1.PDF?Dockkey=300021K1.PDF>.

U.S. EPA (1993b). Wildlife exposure factors handbook. U.S.EPA, Office of Health and Environmental Assessment, Office of Research and Development, Washington, DC. Rapport no. EPA/600/R-93/187.  
<https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recorddisplay.cfm?deid=2799>.

U.S. EPA (1999). Screening Level Ecological Risk Assessment Protocol - Appendix C: Media-to-Receptor Bioconcentration Factors (BCFs). 116 p. <https://archive.epa.gov/epawaste/hazard/tsd/td/web/pdf/appx-c.pdf>.

WHO (2001). Barium and Barium Compounds - Concise International Chemical Assessment Document 33. World Health Organization, Geneva, Switzerland. 52 p.  
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42398/9241530332.pdf;jsessionid=E5DDD3135473B2EDB3B3608F3805D7E4?sequence=1>.

WSP (2017). Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec. Étude sectorielle - Qualité des eaux de surface et des sédiments, décembre 2017. Projet No : 151-11330-09. Rapport de WSP pour Ressources Falco Ltée.

## TABLEAUX

---

**CONTRIBUTION DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES À L'EXPOSITION À CERTAINS MÉTAUX**  
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec

Sanexen Services Environnementaux inc.

Ressources Falco Ltée

**TABLEAU F-1**  
Propriétés des métaux utilisées pour modéliser des concentrations multimédias

| Voie de transfert                                             | Paramètre (Référence) <sup>a</sup> | Unité                                    | Arsenic | Baryum  | Béryllium | Cadmium | Cuivre  | Nickel         | Plomb   |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|---------|---------|-----------|---------|---------|----------------|---------|
| sol/sédiment->végétaux (parties végétatives)                  | FBC <sub>sol-vgt</sub>             | kg/kg <sub>sec</sub>                     | 2,3E-02 | 1,5E-01 | 1,0E-02   | 1,6E+00 | 2,8E-02 | 2,7E-02        | 2,2E-02 |
| sol/sédiment-> végétaux (parties reproductrices)              | FBC <sub>sol-rep</sub>             | kg/kg <sub>sec</sub>                     | 1,4E-02 | 1,5E-02 | 1,5E-03   | 2,1E-01 | 2,8E-02 | 2,7E-02        | 2,6E-02 |
| sol/sédiment-> végétaux (racine) <sup>b</sup>                 | FBC <sub>sol-rac</sub>             | kg/kg <sub>sec</sub>                     | 3,4E-03 | 1,5E-02 | 1,5E-03   | 4,8E-01 | 2,8E-02 | 2,7E-02        | 2,2E-02 |
|                                                               | (Référence)                        |                                          | 1       | 2       | 2         | 1       | 3       | 3              | 1       |
| sol->invertébrés terrestres                                   | B0                                 | -                                        | -1,421  | -       | -         | 4,249   | 1,675   | 3,677          | 5,459   |
| sol->invertébrés terrestres                                   | B1                                 | -                                        | 0,706   | -       | -         | 0,553   | 0,264   | - <sup>b</sup> | 0,841   |
| sol->invertébrés terrestres                                   | B2                                 | -                                        | -       | -       | -         | -0,237  | -       | -              | -0,975  |
| sol->invertébrés terrestres                                   | FBC <sub>sol-inv-terr</sub>        | kg/kg <sub>sec</sub>                     | -       | 1,2     | 1,3       | -       | -       | -              | -       |
|                                                               | (Référence)                        |                                          | 4       | 5       | 6         | 4       | 4       | 4              | 4       |
| végétaux->invertébrés terrestres                              | FBC <sub>vgt-inv-terr</sub>        | kg <sub>frais</sub> /kg <sub>frais</sub> | 1       | 1       | 1         | 1       | 1       | 1              | 1       |
| sédiment->végétaux aquatiques (racines)                       | FBC <sub>sed-rac-vgt-aq</sub>      | kg/kg <sub>sec</sub>                     | 0,5     | 0,2     | 0,2       | 5,1     | 1,3     | 1,2            | 2,2     |
|                                                               | (Référence)                        |                                          | 7       | 7       | 7         | 7       | 7       | 7              | 7       |
| eau->végétaux aquatiques                                      | FBC <sub>eau-inv-aq</sub>          | L/kg <sub>frais</sub>                    | -       | -       | 45        | -       | -       | -              | 5059    |
|                                                               | (Référence)                        |                                          | -       | -       | 6         | -       | -       | -              | 6       |
| sédiment->invertébrés benthiques                              | FBC <sub>sed-inv-ben</sub>         | kg/kg <sub>frais</sub>                   | -       | -       | 0,13      | -       | -       | -              | 0,015   |
|                                                               | (Référence)                        |                                          | -       | -       | 8         | -       | -       | -              | 9       |
| eau->poisson                                                  | FBA <sub>poisson</sub>             | L/kg <sub>frais</sub>                    | -       | -       | 100       | -       | -       | -              | -       |
|                                                               | (Référence)                        |                                          | -       | -       | 2         | -       | -       | -              | -       |
| nourriture/eau/sol/sédiments->viande (mammifère de référence) | FBT <sub>boeuf</sub>               | j/kg <sub>frais</sub>                    | 2,0E-03 | 2,0E-04 | 1,0E-03   | 2,0E-04 | 9,0E-03 | 5,0E-03        | 3,0E-04 |
|                                                               | (Référence)                        |                                          | 10      | 2       | 2         | 10      | 2       | 2              | 10      |
| nourriture/eau/sol/sédiments->viande (oiseau de référence)    | FBT <sub>poulet</sub>              | j/kg <sub>frais</sub>                    | 3,0E-02 | 9,0E-03 | 4,0E-01   | 5,0E-01 | 5,0E-01 | 2,0E-02        | 4,0E-01 |
|                                                               | (Référence)                        |                                          | 10      | 2       | 2         | 10      | 2       | 10             | 10      |

a Références 1 : Bonnard, *et coll.* (2017), 2 : Staven, *et coll.* (2003), 3 : Denys, *et coll.* (2012), 4 : Sample, *et coll.* (1998), 5 : WHO (2001), 6 : U.S. EPA (1999), 7 : Valeurs déterminées à partir des données brutes compilées à partir de la littérature scientifique (voir section 2.3), 8 : Stantec (2009), 9 : ORNL (1998), 10 : OEHA (2012).

b Pour le Ni, le paramètre B1 n'était pas statistiquement significatif (c'est-à-dire pas significativement différent de 0) et n'a donc pas été utilisé.

FBC<sub>sol-vgt</sub> Facteur de bioconcentration sol-végétaux (parties végétatives)

FBC<sub>sol-rep</sub> Facteur de bioconcentration sol-végétaux (parties reproductrices)

FBC<sub>sol-rac</sub> Facteur de bioconcentration sol-végétaux (racines)

B0, B1 et B2 Coefficients de l'équation de régression ( $\ln[C_{inv-terr}] = B0 + B1 \times \ln[C_{sol}] + B2 \times pH$ )

FBC<sub>sol-inv-terr</sub> Facteur de bioconcentration sol-invertébrés terrestres

Sanexen Services Environnementaux inc.

Ressources Falco Ltée

|                               |                                                                                                                                             |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FBC <sub>vgt-inv_terr</sub>   | Facteur de bioconcentration végétaux-invertébrés terrestres (par défaut, 1)                                                                 |
| FBC <sub>sed-rac_vgt_aq</sub> | Facteur de bioconcentration sédiments-racines des végétaux aquatiques documentés à partir de la littérature scientifique (voir section 2.3) |
| FBC <sub>eau-inv_aq</sub>     | Facteur de bioconcentration eau-invertébrés aquatiques                                                                                      |
| FBC <sub>sed-inv_ben</sub>    | Facteur de bioconcentration sédiments-invertébrés benthiques                                                                                |
| FBA <sub>poisson</sub>        | Facteur de bioaccumulation par le poisson                                                                                                   |
| FBT <sub>boeuf</sub>          | Facteur de biotransfert pour le bœuf                                                                                                        |
| FBT <sub>poulet</sub>         | Facteur de biotransfert pour le poulet                                                                                                      |
| -                             | Propriété non disponible ou non requise                                                                                                     |

**TABLEAU F-2**

Caractéristiques des plantes utilisées pour modéliser  
les concentrations découlant du dépôt atmosphérique

| Type de végétation <sup>a</sup>    | Productivité de la plante ( $Y_p$ )<br>(kg/m <sup>2</sup> ) | Fraction d'interception ( $R_p$ )<br>(sans unité) |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Végétation herbacée                | 1,0                                                         | 0,75                                              |
| Végétation arbustive               | 1,25                                                        | 0,8                                               |
| Végétation arborescente            | 3,1                                                         | 0,85                                              |
| Plantes potagères (fruits)         | 0,05                                                        | 0,11                                              |
| Plantes potagères (autres légumes) | 0,16                                                        | 0,180                                             |
| Végétation aquatique               | 1,0                                                         | 0,75                                              |

a Les valeurs retenues correspondent à celles associées à la végétation dense (représentatives des zones naturelles)

**TABLEAU F-3**

Propriété des espèces de mammifères et d'oiseaux  
incluses au modèle conceptuel de l'écosystème du gibier

| Espèce                     | Poids corporel (kg) | Facteur d'ajustement du FBT <sup>a</sup> | Taux d'ingestion                  |                  |                   |                  | Taux d'inhalation (m <sup>3</sup> /j) |
|----------------------------|---------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|------------------|-------------------|------------------|---------------------------------------|
|                            |                     |                                          | Aliments (kg <sub>frais</sub> /j) | Eau (L/j)        | Sol (kg/j)        | Sédiments (kg/j) |                                       |
| Orignal                    | 400                 | 1,2                                      | 40                                | 20               | 0,16              | 0,16             | 65                                    |
| Ours noir                  | 68                  | 4,5                                      | 8,2 <sup>b</sup>                  | 4,1 <sup>b</sup> | 0,04 <sup>b</sup> | 0                | 16                                    |
| Gélinotte huppée (perdrix) | 0,55                | 2,4                                      | 0,13                              | 0,04             | 2,5E-03           | 0                | 0,25                                  |
| Fuligule à collier         | 0,7                 | 2,0                                      | 0,20                              | 0,05             | 0                 | 2,0E-03          | 0,30                                  |

a Facteur multiplicatif utilisé afin d'ajuster les facteurs de biotransfert présentés au tableau F-1 pour les espèces de référence (bœuf pour les mammifères, poulet pour les oiseaux).

b En préparation à l'hibernation (qui débute en novembre), l'ours noir augmente son apport calorique de 2,5x (de 8 000 kcal/j à 20 000 kcal/j)<sup>1</sup>. Dès lors, pour les mois de septembre et octobre, ce taux a été augmenté par un facteur de 2,5x.

1 <http://pleinderessources.gouv.qc.ca/chronique/capsule/pleins-feux-sur-ours-noir-hiver-67.html>

TABLEAU F-4

Régimes alimentaires des espèces de mammifères et d'oiseaux  
incluses au modèle conceptuel de l'écosystème du gibier

| Nourriture consommée    | Saison | Orignal              | Ours noir           | Gélinotte huppée     | Fuligule à collier             |
|-------------------------|--------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------|
| Végétation herbacée     | Été    | 20% veg.             | 20% veg.            | 30% veg.             | -                              |
|                         | Hiver  | -                    | NR                  | -                    | NR                             |
| Végétation arbustive    | Été    | 20% veg.             | 5% veg.<br>50% rep. | 25% veg.<br>30% rep. | -                              |
|                         | Hiver  | 5% veg.<br>5% rep.   | NR                  | 25% veg.<br>25% rep. | NR                             |
| Végétation arborescente | Été    | 20% veg.             | 5% veg.             | -                    | -                              |
|                         | Hiver  | 45% veg.<br>45% rep. | NR                  | 25% veg.<br>25% rep. | NR                             |
| Végétation aquatique    | Été    | 5% rac.<br>35% veg.  | -                   | -                    | 4% veg.<br>44% rep.<br>2% rac. |
|                         | Hiver  | -                    | NR                  | -                    | NR                             |
| Invertébrés terrestres  | Été    | -                    | 5%                  | 15%                  | -                              |
|                         | Hiver  | -                    | NR                  | -                    | NR                             |
| Invertébrés aquatiques  | Été    | -                    | -                   | -                    | 25%                            |
|                         | Hiver  | -                    | NR                  | -                    | NR                             |
| Invertébrés benthiques  | Été    | -                    | -                   | -                    | 25%                            |
|                         | Hiver  | -                    | NR                  | -                    | NR                             |
| Poissons                | Été    | -                    | 5%                  | -                    | -                              |
|                         | Hiver  | -                    | NR                  | -                    | NR                             |
| Mammifères              | Été    | -                    | 5% orignal          | -                    | -                              |
|                         | Hiver  | -                    | NR                  | -                    | NR                             |
| Oiseaux                 | Été    | -                    | 5% gélinotte        | -                    | -                              |
|                         | Hiver  | -                    | NR                  | -                    | NR                             |

Note : sur la base des informations présentées par Baes III, *et coll.* (1984), pour les végétaux, les parties végétatives (veg.) incluent les feuilles/épinés, les branches et les tiges.

rac. Racines

rep. Partie reproductrice des végétaux

veg. Partie végétative des végétaux

NR Non rapporté (récepteur qui hiberne ou qui est absent de la zone d'étude durant l'hiver).



TABLEAU F-5  
Teneurs de fond mesurées ou modélisées dans l'écosystème du gibier

| Substance | Air<br>ambiant<br>(mg/m³) | Sol de<br>surface<br>(mg/kg) | Sédiments<br>(mg/kg) | Eau de<br>surface<br>(mg/L) | Végétation terrestre (mg/kg <sub>frais</sub> ) |                      |                      |                      |                      |                      | Végétation<br>aquatique (mg/kg <sub>frais</sub> ) |         |                      | Invertébrés (mg/kg <sub>frais</sub> ) |                         |            | Poisson<br>(mg/kg <sub>frais</sub> ) | Orignal <sup>b</sup><br>(mg/kg <sub>frais</sub> ) | Ours noir <sup>b</sup><br>(mg/kg <sub>frais</sub> ) | Gélinotte<br>huppée <sup>b</sup><br>(mg/kg <sub>frais</sub> ) | Fuligule<br>à collier <sup>b</sup><br>(mg/kg <sub>frais</sub> ) |            |
|-----------|---------------------------|------------------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------------------|---------|----------------------|---------------------------------------|-------------------------|------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------|
|           |                           |                              |                      |                             | Racines                                        | Herbacée             |                      | Arbustive            |                      | Arborescente         |                                                   |         |                      |                                       |                         |            |                                      |                                                   |                                                     |                                                               |                                                                 |            |
|           |                           |                              |                      |                             |                                                | Feuilles<br>et tiges | Fruits<br>et graines | Feuilles<br>et tiges | Fruits<br>et graines | Feuilles<br>et tiges | Fruits<br>et graines                              | Racines | Feuilles<br>et tiges | Fruits<br>et graines                  | Terrestres <sup>a</sup> | Aquatiques |                                      |                                                   |                                                     |                                                               |                                                                 | Benthiques |
| Arsenic   | 2,1E-04                   | 85                           | 8,4                  | 3,9E-03                     | 1,4E-02                                        | 0,53                 | 0,50                 | 0,46                 | 0,44                 | 0,23                 | 0,21                                              | 0,92    | 0,49                 | 0,48                                  | 0,33                    | 0,24       | 0,24                                 | 0,24                                              | 7,9E-02                                             | 0,15                                                          | 1,9E-02                                                         | 5,4E-03    |
| Baryum    | 1,5E-04                   | 166                          | 146                  | 2,1E-02                     | 0,38                                           | 2,6                  | 0,55                 | 2,5                  | 0,50                 | 2,3                  | 0,34                                              | 6,4     | 3,2                  | 0,6                                   | 23                      | 0,18       | 0,18                                 | 1,0E-02                                           | 3,9E-02                                             | 5,5E-02                                                       | 2,3E-02                                                         | 7,4E-03    |
| Béryllium | 2,1E-07                   | 0,5                          | 1,1                  | 1,3E-05                     | 1,8E-04                                        | 1,2E-03              | 5,7E-04              | 1,1E-03              | 5,0E-04              | 8,8E-04              | 2,8E-04                                           | 4,8E-02 | 1,9E-03              | 6,8E-04                               | 0,12                    | 5,8E-04    | 0,15                                 | 1,3E-03                                           | 4,8E-04                                             | 8,6E-04                                                       | 3,5E-03                                                         | 7,8E-03    |
| Cadmium   | 1,4E-05                   | 100                          | 1,3                  | 3,7E-04                     | 1,3                                            | 2,5                  | 0,36                 | 2,5                  | 0,35                 | 2,5                  | 0,34                                              | 1,5     | 0,30                 | 0,07                                  | 16                      | 1,5        | 1,5                                  | 1,0E-02                                           | 2,0E-02                                             | 4,2E-02                                                       | 0,91                                                            | 0,17       |
| Cuivre    | 2,3E-03                   | 3487                         | 101                  | 2,3E-02                     | 2,8                                            | 6,8                  | 6,8                  | 6,0                  | 6,0                  | 3,5                  | 3,5                                               | 29      | 5,5                  | 5,5                                   | 4,6                     | 12         | 12                                   | 0,27                                              | 8,9                                                 | 19                                                            | 11                                                              | 2,0        |
| Nickel    | 1,6E-05                   | 29                           | 41                   | 1,6E-03                     | 0,18                                           | 0,15                 | 0,15                 | 0,14                 | 0,14                 | 0,12                 | 0,12                                              | 11      | 0,18                 | 0,18                                  | 6,7                     | 0,14       | 0,14                                 | 1,3E-02                                           | 0,23                                                | 0,28                                                          | 1,0E-02                                                         | 6,2E-03    |
| Plomb     | 1,8E-03                   | 3214                         | 33                   | 3,7E-03                     | 1,7                                            | 5,1                  | 5,3                  | 4,5                  | 4,7                  | 2,5                  | 2,7                                               | 16      | 4,2                  | 4,2                                   | 67                      | 19         | 0,51                                 | 7,0E-03                                           | 0,25                                                | 0,64                                                          | 9,4                                                             | 1,2        |

a Concentrations estimées pour les Invertébrés du sol  
b Valeurs maximales des concentrations mensuelles estimées.

TABLEAU F-6  
Concentrations additionnelles modélisées dans l'écosystème du gibier

| Substance | Air<br>ambiant<br>(mg/m³) | Sol de<br>surface<br>(mg/kg) | Sédiments<br>(mg/kg) | Eau de<br>surface<br>(mg/L) | Végétation terrestre (mg/kg <sub>frais</sub> ) |                      |                      |           |                      |                      |              |                      |                      | Végétation aquatique<br>(mg/kg <sub>frais</sub> ) |                      |                      | Invertébrés (mg/kg <sub>frais</sub> ) |            |            | Poisson<br>(mg/kg <sub>frais</sub> ) | Original <sup>b</sup><br>(mg/kg <sub>frais</sub> ) | Ours<br>noir <sup>b</sup><br>(mg/kg <sub>frais</sub> ) | Gélinotte<br>huppée <sup>b</sup><br>(mg/kg <sub>frais</sub> ) | Fulgule<br>à collier <sup>b</sup><br>(mg/kg <sub>frais</sub> ) |
|-----------|---------------------------|------------------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------------------------------|----------------------|----------------------|-----------|----------------------|----------------------|--------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------|------------|------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|           |                           |                              |                      |                             | Herbacée                                       |                      |                      | Arbustive |                      |                      | Arborescente |                      |                      |                                                   |                      |                      |                                       |            |            |                                      |                                                    |                                                        |                                                               |                                                                |
|           |                           |                              |                      |                             | Racines                                        | Feuilles<br>et tiges | Fruits<br>et graines | Racines   | Feuilles<br>et tiges | Fruits<br>et graines | Racines      | Feuilles<br>et tiges | Fruits<br>et graines | Racines                                           | Feuilles<br>et tiges | Fruits<br>et graines | Terrestres <sup>a</sup>               | Aquatiques | Benthiques |                                      |                                                    |                                                        |                                                               |                                                                |
| Arsenic   | 2,5E-10                   | 0,0E+00                      | 0,0E+00              | 0,0E+00                     | 9,6E-07                                        | 5,7E-07              | 5,7E-07              | 8,2E-07   | 4,8E-07              | 4,8E-07              | 3,5E-07      | 2,1E-07              | 2,1E-07              | 4,8E-06                                           | 2,8E-06              | 2,8E-06              | 4,2E-07                               | 0,0E+00    | 0,0E+00    | 0,0E+00                              | 1,4E-07                                            | 7,7E-08                                                | 4,6E-09                                                       | 1,7E-08                                                        |
| Baryum    | 2,2E-10                   | 0,0E+00                      | 0,0E+00              | 0,0E+00                     | 8,4E-07                                        | 5,0E-07              | 5,0E-07              | 7,2E-07   | 4,3E-07              | 4,3E-07              | 3,1E-07      | 1,8E-07              | 1,8E-07              | 4,9E-06                                           | 2,9E-06              | 2,9E-06              | 3,7E-07                               | 0,0E+00    | 0,0E+00    | 0,0E+00                              | 1,4E-08                                            | 6,6E-09                                                | 1,2E-09                                                       | 5,4E-09                                                        |
| Béryllium | 3,8E-12                   | 0,0E+00                      | 0,0E+00              | 0,0E+00                     | 1,4E-08                                        | 8,5E-09              | 8,5E-09              | 1,2E-08   | 7,3E-09              | 7,3E-09              | 5,3E-09      | 3,1E-09              | 3,1E-09              | 8,9E-08                                           | 5,3E-08              | 5,3E-08              | 6,3E-09                               | 0,0E+00    | 0,0E+00    | 0,0E+00                              | 1,3E-09                                            | 5,8E-10                                                | 9,3E-10                                                       | 4,3E-09                                                        |
| Cadmium   | 8,6E-11                   | 0,0E+00                      | 0,0E+00              | 0,0E+00                     | 3,2E-07                                        | 1,9E-07              | 1,9E-07              | 2,8E-07   | 1,6E-07              | 1,6E-07              | 1,2E-07      | 7,0E-08              | 7,0E-08              | 1,6E-06                                           | 9,3E-07              | 9,3E-07              | 1,4E-07                               | 0,0E+00    | 0,0E+00    | 0,0E+00                              | 4,6E-09                                            | 2,6E-09                                                | 2,6E-08                                                       | 9,5E-08                                                        |
| Cuivre    | 1,0E-08                   | 0,0E+00                      | 0,0E+00              | 0,0E+00                     | 3,9E-05                                        | 2,3E-05              | 2,3E-05              | 3,3E-05   | 2,0E-05              | 2,0E-05              | 1,4E-05      | 8,4E-06              | 8,4E-06              | 2,0E-04                                           | 1,2E-04              | 1,2E-04              | 1,7E-05                               | 0,0E+00    | 0,0E+00    | 0,0E+00                              | 2,6E-05                                            | 1,5E-05                                                | 3,1E-06                                                       | 1,2E-05                                                        |
| Nickel    | 2,2E-10                   | 0,0E+00                      | 0,0E+00              | 0,0E+00                     | 8,2E-07                                        | 4,8E-07              | 4,8E-07              | 7,0E-07   | 4,1E-07              | 4,1E-07              | 3,0E-07      | 1,8E-07              | 1,8E-07              | 5,1E-06                                           | 3,0E-06              | 3,0E-06              | 3,6E-07                               | 0,0E+00    | 0,0E+00    | 0,0E+00                              | 3,6E-07                                            | 1,7E-07                                                | 2,6E-09                                                       | 1,2E-08                                                        |
| Plomb     | 4,5E-10                   | 0,0E+00                      | 0,0E+00              | 0,0E+00                     | 1,7E-06                                        | 1,0E-06              | 1,0E-06              | 1,4E-06   | 8,5E-07              | 8,5E-07              | 6,2E-07      | 3,6E-07              | 3,6E-07              | 8,4E-06                                           | 5,0E-06              | 5,0E-06              | 7,4E-07                               | 0,0E+00    | 0,0E+00    | 0,0E+00                              | 3,7E-08                                            | 2,0E-08                                                | 1,1E-07                                                       | 4,0E-07                                                        |

a    Invertébrés associés à la végétation  
b    Valeurs maximales des concentrations mensuelles estimées.

TABLEAU F-7

Concentrations modélisées lorsque les teneurs de fond dans l’air sont équivalentes aux normes de qualité de l’atmosphère en vigueur au Québec

| Substance | Norme<br>annuelle<br>air ambiant<br>(mg/m³) | Végétation terrestre (mg/kg <sub>frais</sub> ) |                      |                      |                      |                      |                      |                      | Végétation<br>aquatique (mg/kg <sub>frais</sub> ) |                      |                      | Original <sup>b</sup><br>(mg/kg <sub>frais</sub> ) | Ours noir <sup>b</sup><br>(mg/kg <sub>frais</sub> ) | Gélinotte<br>huppée <sup>b</sup><br>(mg/kg <sub>frais</sub> ) | Fuligule<br>à collier <sup>b</sup><br>(mg/kg <sub>frais</sub> ) |
|-----------|---------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|           |                                             | Racines <sup>a</sup>                           | Herbacée             |                      | Arbustive            |                      | Arborescente         |                      |                                                   |                      |                      |                                                    |                                                     |                                                               |                                                                 |
|           |                                             |                                                | Feuilles<br>et tiges | Fruits<br>et graines | Feuilles<br>et tiges | Fruits<br>et graines | Feuilles<br>et tiges | Fruits<br>et graines | Racines <sup>a</sup>                              | Feuilles<br>et tiges | Fruits<br>et graines |                                                    |                                                     |                                                               |                                                                 |
| Arsenic   | 3,0E-06                                     | 1,4E-02                                        | 6,4E-02              | 4,1E-02              | 6,3E-02              | 4,0E-02              | 5,9E-02              | 3,7E-02              | 0,92                                              | 3,2E-02              | 2,2E-02              | 4,4E-02                                            | 8,9E-02                                             | 1,6E-02                                                       | 2,8E-03                                                         |
| Baryum    | 5,0E-05                                     | 0,38                                           | 2,3                  | 0,33                 | 2,3                  | 0,32                 | 2,3                  | 0,26                 | 6,4                                               | 3,0                  | 0,40                 | 3,8E-02                                            | 5,2E-02                                             | 2,2E-02                                                       | 7,1E-03                                                         |
| Béryllium | N.P.                                        | N.P.                                           | N.P.                 | N.P.                 | N.P.                 | N.P.                 | N.P.                 | N.P.                 | N.P.                                              | N.P.                 | N.P.                 | N.P.                                               | N.P.                                                | N.P.                                                          | N.P.                                                            |
| Cadmium   | 3,6E-06                                     | 1,3                                            | 2,5                  | 0,34                 | 2,5                  | 0,33                 | 2,5                  | 0,33                 | 1,5                                               | 0,28                 | 4,3E-02              | 2,0E-02                                            | 4,1E-02                                             | 0,90                                                          | 0,16                                                            |
| Cuivre    | N.A.                                        | N.A.                                           | N.A.                 | N.A.                 | N.A.                 | N.A.                 | N.A.                 | N.A.                 | N.A.                                              | N.A.                 | N.A.                 | N.A.                                               | N.A.                                                | N.A.                                                          | N.A.                                                            |
| Nickel    | N.A.                                        | N.A.                                           | N.A.                 | N.A.                 | N.A.                 | N.A.                 | N.A.                 | N.A.                 | N.A.                                              | N.A.                 | N.A.                 | N.A.                                               | N.A.                                                | N.A.                                                          | N.A.                                                            |
| Plomb     | 1,0E-04                                     | 1,7                                            | 1,2                  | 1,4                  | 1,2                  | 1,4                  | 1,1                  | 1,2                  | 16                                                | 0,32                 | 0,33                 | 0,21                                               | 0,56                                                | 9,0                                                           | 0,89                                                            |

a Valeurs non affectées par les concentrations dans l’air, montrées à titre indicatif.

b Valeurs maximales des concentrations mensuelles estimées.

N.A. Non applicable (aucune norme sur une base annuelle).

N.P. Non pertinent, la teneur de fond retenue dans la présente étude est inférieure à la norme applicable.

## FIGURES

---

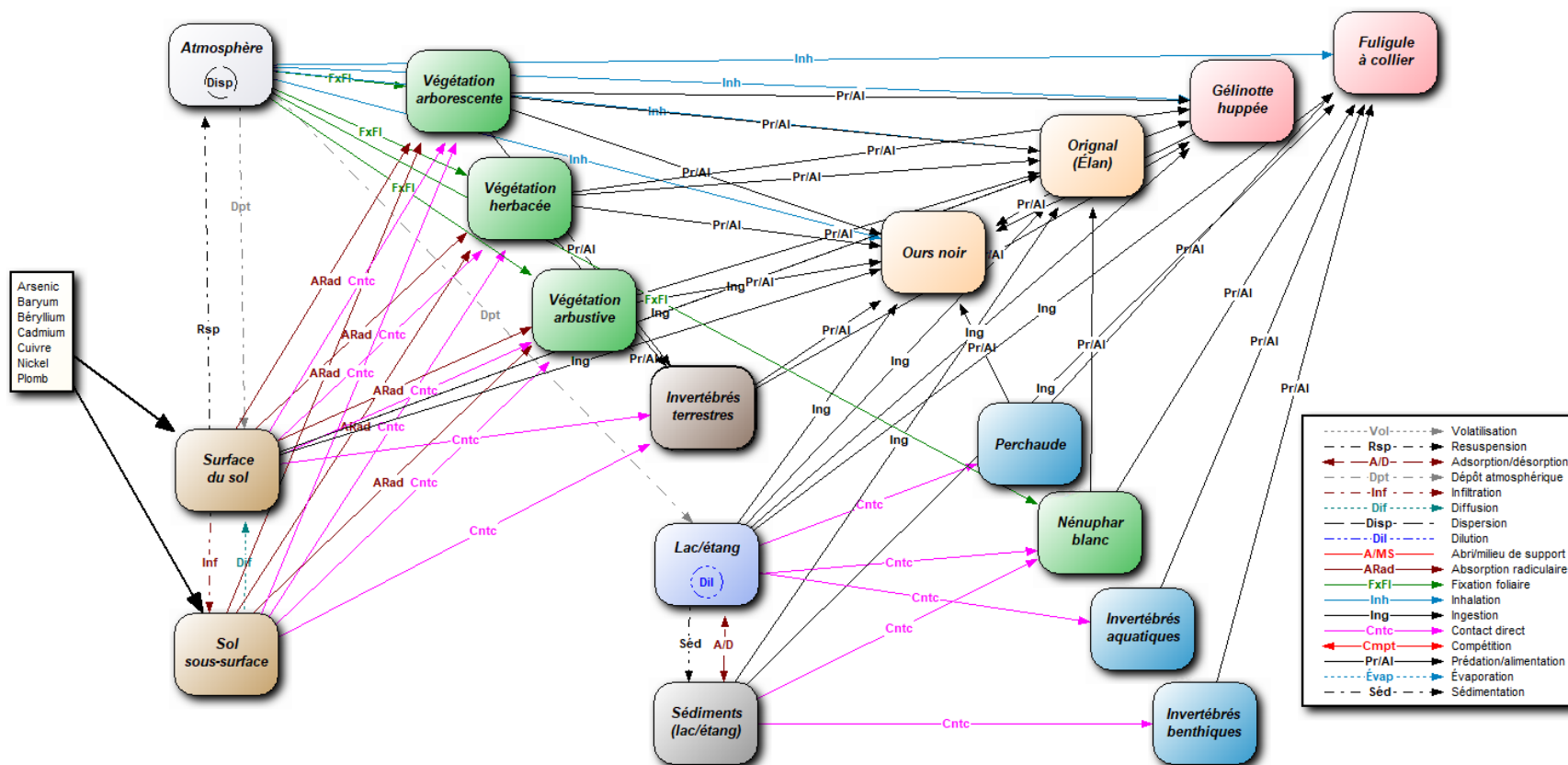


FIGURE F-1 Modèle conceptuel de l'écosystème modélisé

## **ANNEXE G**

---

Résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions (WSP) :  
concentrations additionnelles dans l'air ambiant et taux de dépôts atmosphériques

Annexe G-1 : Concentrations (µg/m<sup>3</sup>) additionnelles maximales de métaux modélisées dans la zone d'étude

Source: WSP, communication personnelle de M. Julien Poirier, aout 2020.

Début d'exploitation (avec halde temporaire) - Variante B

| Substance | Taille des particules | Période   | RES_NO  | RES_Sud | RES_SO  | ECO1    | ECO2    | ECO3    | ECO4    | ECO5    | ECO6    | ECO7    | ECO8    | ECO9    | ECO10   | ECO11   | ECO12   | CH1     | CH2     | CH3     | CH4     | CH5     | CPE1    | CPE2    | CPE3    | CPE5    | CPE6    | CPE9    | GOLF    | CYCL    | Ensemble du secteur |
|-----------|-----------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------|
| Arsenic   | PM10                  | 1 heure   | 2,3E-04 | 1,4E-04 | 7,4E-05 | 4,9E-05 | 4,4E-05 | 4,2E-05 | 9,6E-05 | 1,0E-04 | 1,0E-04 | 8,4E-05 | 7,2E-05 | 5,5E-05 | 4,9E-05 | 6,5E-05 | 1,1E-04 | 1,2E-04 | 7,1E-05 | 6,5E-05 | 6,5E-05 | 1,0E-04 | 7,4E-05 | 6,7E-05 | 5,1E-05 | 8,0E-05 | 1,0E-04 | 9,5E-05 | 8,1E-03 | 3,1E-03 | ND                  |
| Cuivre    | PM10                  | 1 heure   | 2,8E-02 | 3,5E-02 | 3,2E-02 | 7,1E-03 | 2,3E-02 | 2,5E-02 | 1,2E-02 | 1,2E-02 | 1,3E-02 | 8,7E-03 | 8,1E-03 | 7,3E-03 | 1,6E-03 | 1,3E-02 | 5,3E-03 | 2,9E-02 | 2,3E-03 | 2,1E-03 | 7,6E-03 | 9,1E-03 | 5,5E-03 | 7,7E-03 | 5,9E-03 | 8,0E-03 | 6,1E-03 | 5,8E-03 | 1,2E-04 | 2,3E-05 | ND                  |
| Nickel    | PM10                  | 1 heure   | 7,8E-05 | 6,1E-05 | 3,6E-05 | 1,1E-05 | 2,7E-05 | 2,6E-05 | 2,2E-05 | 2,3E-05 | 2,7E-05 | 1,8E-05 | 1,7E-05 | 1,2E-05 | 9,8E-06 | 1,2E-05 | 3,2E-05 | 2,3E-05 | 1,4E-05 | 1,1E-05 | 1,1E-05 | 2,9E-05 | 1,4E-05 | 1,1E-05 | 1,1E-05 | 1,9E-05 | 3,1E-05 | 2,8E-05 | 1,1E-03 | 3,4E-04 | ND                  |
|           |                       |           |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         | ND                  |
| Baryum    | PM10                  | 8 heures  | 3,2E-05 | 2,9E-05 | 1,2E-05 | 4,8E-06 | 7,3E-06 | 6,9E-06 | 9,9E-06 | 1,0E-05 | 1,4E-05 | 1,1E-05 | 9,0E-06 | 6,3E-06 | 3,5E-06 | 7,6E-06 | 1,5E-05 | 1,5E-05 | 7,7E-06 | 5,3E-06 | 7,5E-06 | 1,5E-05 | 7,2E-06 | 6,3E-06 | 4,7E-06 | 1,0E-05 | 1,3E-05 | 1,5E-05 | 4,9E-04 | 1,2E-04 | ND                  |
| Nickel    | PM10                  | 8 heures  | 2,6E-05 | 2,8E-05 | 1,2E-05 | 3,5E-06 | 7,1E-06 | 6,7E-06 | 9,4E-06 | 1,0E-05 | 1,3E-05 | 5,8E-06 | 4,8E-06 | 3,6E-06 | 1,9E-06 | 4,7E-06 | 1,4E-05 | 1,2E-05 | 5,4E-06 | 3,5E-06 | 3,1E-06 | 1,0E-05 | 4,5E-06 | 4,9E-06 | 3,2E-06 | 6,0E-06 | 1,3E-05 | 1,1E-05 | 4,4E-03 | 1,5E-03 | ND                  |
| Plomb     | PM10                  | 8 heures  | 1,8E-04 | 1,2E-04 | 6,6E-05 | 1,8E-05 | 3,1E-05 | 2,8E-05 | 4,2E-05 | 4,4E-05 | 7,6E-05 | 5,1E-05 | 3,7E-05 | 2,6E-05 | 1,9E-05 | 2,6E-05 | 6,5E-05 | 4,9E-05 | 3,0E-05 | 1,9E-05 | 3,5E-05 | 6,4E-05 | 3,1E-05 | 1,8E-05 | 1,7E-05 | 4,2E-05 | 6,9E-05 | 8,1E-05 | 4,1E-04 | 7,8E-05 | ND                  |
|           |                       |           |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |                     |
| Arsenic   | PM10                  | 24 heures | 4,5E-05 | 2,8E-05 | 1,9E-05 | 6,0E-06 | 9,3E-06 | 7,7E-06 | 9,9E-06 | 1,1E-05 | 1,4E-05 | 9,6E-06 | 9,0E-06 | 5,9E-06 | 6,2E-06 | 5,0E-06 | 1,5E-05 | 9,2E-06 | 8,1E-06 | 4,1E-06 | 6,5E-06 | 1,5E-05 | 5,3E-06 | 4,5E-06 | 6,1E-06 | 1,1E-05 | 1,4E-05 | 1,7E-05 | 1,0E-03 | 4,5E-05 | ND                  |
| Baryum    | PM10                  | 24 heures | 1,5E-05 | 1,1E-05 | 7,4E-06 | 2,0E-06 | 3,6E-06 | 3,1E-06 | 5,0E-06 | 5,2E-06 | 6,8E-06 | 4,1E-06 | 3,1E-06 | 2,2E-06 | 2,1E-06 | 2,8E-06 | 7,3E-06 | 5,0E-06 | 2,9E-06 | 2,3E-06 | 2,5E-06 | 7,1E-06 | 2,8E-06 | 2,3E-06 | 2,1E-06 | 3,9E-06 | 6,6E-06 | 7,6E-06 | 3,3E-04 | 1,5E-05 | ND                  |
| Béryllium | PM10                  | 24 heures | 2,3E-07 | 2,1E-07 | 1,1E-07 | 2,4E-08 | 6,2E-08 | 5,4E-08 | 7,5E-08 | 8,0E-08 | 8,1E-08 | 5,7E-08 | 3,6E-08 | 2,6E-08 | 1,9E-08 | 3,7E-08 | 1,1E-07 | 7,7E-08 | 3,6E-08 | 2,9E-08 | 2,9E-08 | 1,1E-07 | 4,3E-08 | 3,1E-08 | 2,0E-08 | 4,1E-08 | 1,1E-07 | 7,6E-08 | 1,5E-06 | 2,2E-07 | ND                  |
| Cadmium   | PM10                  | 24 heures | 1,7E-05 | 1,0E-05 | 7,2E-06 | 2,2E-06 | 3,4E-06 | 2,9E-06 | 3,7E-06 | 4,0E-06 | 5,3E-06 | 3,5E-06 | 3,4E-06 | 2,2E-06 | 2,3E-06 | 1,8E-06 | 5,4E-06 | 3,4E-06 | 3,0E-06 | 1,5E-06 | 2,4E-06 | 5,5E-06 | 2,0E-06 | 1,7E-06 | 2,3E-06 | 4,3E-06 | 5,2E-06 | 6,3E-06 | 3,8E-04 | 1,7E-05 | ND                  |
| Cuivre    | PM10                  | 24 heures | 1,5E-03 | 1,8E-03 | 1,5E-03 | 3,2E-04 | 1,0E-03 | 1,1E-03 | 5,3E-04 | 5,3E-04 | 6,0E-04 | 5,9E-04 | 4,0E-04 | 3,6E-04 | 2,0E-04 | 7,0E-04 | 5,9E-04 | 1,5E-03 | 2,7E-04 | 1,6E-04 | 4,5E-04 | 7,0E-04 | 3,6E-04 | 3,2E-04 | 2,6E-04 | 4,1E-04 | 5,2E-04 | 5,9E-04 | 3,3E-02 | 2,0E-03 | ND                  |
| Nickel    | PM10                  | 24 heures | 1,3E-05 | 1,2E-05 | 6,4E-06 | 1,2E-06 | 3,5E-06 | 3,1E-06 | 4,1E-06 | 4,4E-06 | 4,6E-06 | 3,1E-06 | 1,9E-06 | 1,4E-06 | 1,0E-06 | 1,9E-06 | 6,3E-06 | 4,3E-06 | 1,9E-06 | 1,5E-06 | 1,6E-06 | 6,3E-06 | 2,3E-06 | 1,6E-06 | 1,1E-06 | 2,2E-06 | 6,4E-06 | 4,3E-06 | 4,4E-05 | 1,2E-05 | ND                  |
| Plomb     | PM10                  | 24 heures | 8,1E-05 | 5,0E-05 | 3,5E-05 | 1,1E-05 | 1,7E-05 | 1,4E-05 | 1,8E-05 | 1,9E-05 | 2,6E-05 | 1,7E-05 | 1,6E-05 | 1,1E-05 | 1,1E-05 | 9,0E-06 | 2,6E-05 | 1,7E-05 | 1,5E-05 | 7,4E-06 | 1,2E-05 | 2,7E-05 | 9,6E-06 | 8,1E-06 | 1,1E-05 | 2,1E-05 | 2,5E-05 | 3,1E-05 | 1,8E-03 | 8,1E-05 | ND                  |
|           |                       |           |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |                     |
| Arsenic   | PM10                  | 1 an      | 1,4E-06 | 1,4E-06 | 3,9E-07 | 2,8E-07 | 2,0E-07 | 1,8E-07 | 4,5E-07 | 4,8E-07 | 4,6E-07 | 4,7E-07 | 4,0E-07 | 3,1E-07 | 2,4E-07 | 2,3E-07 | 8,0E-07 | 5,1E-07 | 6,4E-07 | 1,8E-07 | 2,4E-07 | 9,2E-07 | 2,9E-07 | 2,4E-07 | 2,7E-07 | 5,2E-07 | 7,1E-07 | 4,9E-07 | 4,9E-05 | 1,5E-06 | ND                  |
| Baryum    | PM10                  | 1 an      | 9,5E-07 | 7,7E-07 | 3,0E-07 | 1,5E-07 | 1,4E-07 | 1,3E-07 | 2,9E-07 | 3,1E-07 | 3,1E-07 | 2,7E-07 | 2,1E-07 | 1,6E-07 | 1,3E-07 | 1,4E-07 | 5,2E-07 | 3,2E-07 | 3,0E-07 | 1,1E-07 | 1,4E-07 | 5,2E-07 | 1,8E-07 | 1,4E-07 | 1,4E-07 | 2,7E-07 | 4,8E-07 | 3,4E-07 | 2,0E-05 | 1,0E-06 | ND                  |
| Béryllium | PM10                  | 1 an      | 1,4E-08 | 1,2E-08 | 4,8E-09 | 1,9E-09 | 2,2E-09 | 2,1E-09 | 4,3E-09 | 4,6E-09 | 4,7E-09 | 3,6E-09 | 2,6E-09 | 2,1E-09 | 1,6E-09 | 1,8E-09 | 7,7E-09 | 4,6E-09 | 3,3E-09 | 1,5E-09 | 1,9E-09 | 7,3E-09 | 2,5E-09 | 1,9E-09 | 1,7E-09 | 3,4E-09 | 7,2E-09 | 5,1E-09 | 1,8E-07 | 1,6E-08 | ND                  |
| Cadmium   | PM10                  | 1 an      | 4,8E-07 | 4,9E-07 | 1,3E-07 | 1,0E-07 | 6,8E-08 | 6,3E-08 | 1,6E-07 | 1,7E-07 | 1,6E-07 | 1,7E-07 | 1,5E-07 | 1,1E-07 | 8,7E-08 | 8,2E-08 | 2,8E-07 | 1,8E-07 | 2,4E-07 | 6,5E-08 | 8,8E-08 | 3,3E-07 | 1,0E-07 | 8,5E-08 | 9,6E-08 | 1,9E-07 | 2,5E-07 | 1,7E-07 | 1,8E-05 | 5,1E-07 | ND                  |
| Cuivre    | PM10                  | 1 an      | 5,3E-05 | 5,3E-05 | 1,8E-05 | 1,1E-05 | 9,9E-06 | 9,6E-06 | 1,7E-05 | 1,9E-05 | 1,8E-05 | 1,8E-05 | 1,6E-05 | 1,2E-05 | 8,8E-06 | 8,6E-06 | 3,0E-05 | 2,0E-05 | 2,3E-05 | 6,9E-06 | 9,7E-06 | 3,6E-05 | 1,1E-05 | 9,7E-06 | 9,9E-06 | 2,0E-05 | 2,7E-05 | 1,9E-05 | 1,7E-03 | 5,8E-05 | ND                  |
| Nickel    | PM10                  | 1 an      | 8,0E-07 | 6,7E-07 | 2,7E-07 | 9,8E-08 | 1,2E-07 | 1,1E-07 | 2,3E-07 | 2,5E-07 | 2,6E-07 | 1,9E-07 | 1,4E-07 | 1,1E-07 | 8,4E-08 | 9,8E-08 | 4,2E-07 | 2,5E-07 | 1,6E-07 | 8,0E-08 | 9,9E-08 | 3,9E-07 | 1,3E-07 | 1,0E-07 | 9,1E-08 | 1,8E-07 | 4,0E-07 | 2,8E-07 | 8,4E-06 | 8,8E-07 | ND                  |
| Plomb     | PM10                  | 1 an      | 2,4E-06 | 2,4E-06 | 6,9E-07 | 5,1E-07 | 3,5E-07 | 3,2E-07 | 8,0E-07 | 8,5E-07 | 8,2E-07 | 8,5E-07 | 7,2E-07 | 5,6E-07 | 4,3E-07 | 4,1E-07 | 1,4E-06 | 9,1E-07 | 1,2E-06 | 3,3E-07 | 4,4E-07 | 1,6E-06 | 5,3E-07 | 4,2E-07 | 4,8E-07 | 9,2E-07 | 1,3E-06 | 8,7E-07 | 8,8E-05 | 2,6E-06 | ND                  |
|           |                       |           |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |                     |
| Arsenic   | PST                   | 1 an      | 1,6E-06 | 1,7E-06 | 4,9E-07 | 3,5E-07 | 2,4E-07 | 2,2E-07 | 5,3E-07 | 5,6E-07 | 5,6E-07 | 5,8E-07 | 5,0E-07 | 3,8E-07 | 3,0E-07 | 2,6E-07 | 1,0E-06 | 5,8E-07 | 8,5E-07 | 2,1E-07 | 3,0E-07 | 1,1E-06 | 3,3E-07 | 2,7E-07 | 3,3E-07 | 6,5E-07 | 8,6E-07 | 6,0E-07 | 8,1E-05 | 1,8E-06 | 5E-07               |
| Baryum    | PST                   | 1 an      | 1,4E-06 | 1,1E-06 | 4,1E-07 | 2,0E-07 | 1,9E-07 | 1,8E-07 | 3,9E-07 | 4,2E-07 | 4,3E-07 | 3,5E-07 | 2,8E-07 | 2,1E-07 | 1,7E-07 | 1,7E-07 | 7,2E-07 | 4,3E-07 | 4,3E-07 | 1,4E-07 | 1,8E-07 | 7,4E-07 | 2,3E-07 | 1,7E-07 | 1,8E-07 | 3,7E-07 | 4,6E-07 | 3,5E-05 | 1,6E-06 | 3E-07   |                     |
| Béryllium | PST                   | 1 an      | 2,4E-08 | 2,0E-08 | 7,2E-09 | 2,6E-09 | 3,3E-09 | 2,9E-09 | 6,1E-09 | 6,6E-09 | 6,9E-09 | 5,2E-09 | 3,8E-09 | 2,9E-09 | 2,3E-09 | 2,6E-09 | 1,2E-08 | 6,7E-09 | 5,0E-09 | 2,1E-09 | 2,6E-09 | 1,1E-08 | 3,6E-09 | 2,5E-09 | 2,5E-09 | 5,0E-09 | 1,1E-08 | 7,4E-09 | 3,4E-07 | 2,9E-08 | 4E-09               |
| Cadmium   | PST                   | 1 an      | 5,5E-07 | 6,1E-07 | 1,7E-07 | 1,3E-07 | 8,2E-08 | 7,6E-08 | 1,8E-07 | 1,9E-07 | 1,9E-07 | 2,0E-07 | 1,8E-07 | 1,4E-07 | 1,1E-07 | 9,0E-08 | 3,5E-07 | 2,0E-07 | 3,1E-07 | 7,6E-08 | 1,1E-07 | 4,1E-07 | 1,2E-07 | 9,4E-08 | 1,2E-07 | 2,3E-07 | 3,0E-07 | 2,1E-07 | 3,0E-05 | 6,0E-07 | 2E-07               |
| Cuivre    | PST                   | 1 an      | 6,3E-05 | 6,6E-05 | 2,2E-05 | 1,3E-05 | 1,1E-05 | 1,1E-05 | 2,0E-05 | 2,2E-05 | 2,2E-05 | 2,1E-05 | 1,9E-05 | 1,5E-05 | 1,1E-05 | 9,7E-06 | 3,8E-05 | 2,2E-05 | 2,9E-05 | 7,8E-7  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |                     |



| Substance | Taille des particules | Période  | RES_NO  | RES_Sud | RES_SO  | ECO1    | ECO2    | ECO3    | ECO4    | ECO5    | ECO6    | ECO7    | ECO8    | ECO9    | ECO10   | ECO11   | ECO12   | CH1     | CH2     | CH3     | CH4     | CH5     | CPE1    | CPE2    | CPE3    | CPE5    | CPE6    | CPE9    | GOLF    | CYCL    | Ensemble du secteur |
|-----------|-----------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------|
| Arsenic   | PST                   | 1 an     | 1,3E-06 | 1,0E-06 | 3,0E-07 | 2,1E-07 | 1,6E-07 | 1,5E-07 | 3,7E-07 | 4,0E-07 | 3,5E-07 | 4,2E-07 | 3,0E-07 | 2,3E-07 | 1,9E-07 | 2,0E-07 | 7,0E-07 | 4,5E-07 | 3,9E-07 | 1,7E-07 | 2,2E-07 | 7,6E-07 | 2,7E-07 | 2,1E-07 | 2,1E-07 | 3,8E-07 | 6,3E-07 | 3,8E-07 | 1,8E-05 | 1,4E-06 | 3E-07               |
| Baryum    | PST                   | 1 an     | 1,3E-06 | 1,0E-06 | 3,7E-07 | 1,6E-07 | 1,7E-07 | 1,6E-07 | 3,4E-07 | 3,7E-07 | 3,6E-07 | 3,2E-07 | 2,3E-07 | 1,8E-07 | 1,4E-07 | 1,6E-07 | 6,6E-07 | 3,9E-07 | 2,8E-07 | 1,3E-07 | 1,6E-07 | 6,4E-07 | 2,1E-07 | 1,6E-07 | 1,5E-07 | 3,0E-07 | 6,1E-07 | 3,9E-07 | 1,3E-05 | 1,5E-06 | 2E-07               |
| Béryllium | PST                   | 1 an     | 2,4E-08 | 2,0E-08 | 7,0E-09 | 2,5E-09 | 3,2E-09 | 2,9E-09 | 5,9E-09 | 6,4E-09 | 6,6E-09 | 5,1E-09 | 3,7E-09 | 2,8E-09 | 2,2E-09 | 2,5E-09 | 1,1E-08 | 6,5E-09 | 4,3E-09 | 2,0E-09 | 2,5E-09 | 1,1E-08 | 3,5E-09 | 2,5E-09 | 2,3E-09 | 4,8E-09 | 1,1E-08 | 7,0E-09 | 2,4E-07 | 2,8E-08 | 4E-09               |
| Cadmium   | PST                   | 1 an     | 4,2E-07 | 3,4E-07 | 9,4E-08 | 7,5E-08 | 5,3E-08 | 4,9E-08 | 1,3E-07 | 1,3E-07 | 1,2E-07 | 1,5E-07 | 1,0E-07 | 8,1E-08 | 6,5E-08 | 7,1E-08 | 2,3E-07 | 1,5E-07 | 1,4E-07 | 5,8E-08 | 7,8E-08 | 2,6E-07 | 9,2E-08 | 7,2E-08 | 7,2E-08 | 1,3E-07 | 2,1E-07 | 1,2E-07 | 6,5E-06 | 4,4E-07 | 9E-08               |
| Cuivre    | PST                   | 1 an     | 5,2E-05 | 4,3E-05 | 1,6E-05 | 9,1E-06 | 8,8E-06 | 8,5E-06 | 1,5E-05 | 1,6E-05 | 1,5E-05 | 1,7E-05 | 1,3E-05 | 1,0E-05 | 7,1E-06 | 8,0E-06 | 2,9E-05 | 1,8E-05 | 1,5E-05 | 6,5E-06 | 9,2E-06 | 3,1E-05 | 1,0E-05 | 8,9E-06 | 8,4E-06 | 1,6E-05 | 2,6E-05 | 1,5E-05 | 6,8E-04 | 5,7E-05 | 1E-05               |
| Nickel    | PST                   | 1 an     | 1,4E-06 | 1,2E-06 | 4,1E-07 | 1,4E-07 | 1,8E-07 | 1,6E-07 | 3,3E-07 | 3,7E-07 | 3,8E-07 | 2,8E-07 | 2,0E-07 | 1,6E-07 | 1,2E-07 | 1,4E-07 | 6,5E-07 | 3,7E-07 | 2,4E-07 | 1,1E-07 | 1,4E-07 | 6,1E-07 | 1,9E-07 | 1,4E-07 | 1,3E-07 | 2,7E-07 | 6,2E-07 | 4,0E-07 | 1,4E-05 | 1,6E-06 | 2E-07               |
| Plomb     | PST                   | 1 an     | 2,2E-06 | 1,8E-06 | 5,2E-07 | 3,8E-07 | 2,9E-07 | 2,6E-07 | 6,5E-07 | 6,9E-07 | 6,2E-07 | 7,5E-07 | 5,3E-07 | 4,1E-07 | 3,3E-07 | 3,6E-07 | 1,2E-06 | 7,9E-07 | 6,9E-07 | 3,0E-07 | 3,9E-07 | 1,3E-06 | 4,7E-07 | 3,7E-07 | 3,7E-07 | 6,7E-07 | 1,1E-06 | 6,6E-07 | 3,2E-05 | 2,4E-06 | 4E-07               |
| Arsenic   | PM10                  | 14 jours | 3,6E-06 | 2,6E-06 | 8,5E-07 | 6,2E-07 | 5,2E-07 | 4,7E-07 | 1,1E-06 | 1,1E-06 | 1,1E-06 | 1,4E-06 | 9,2E-07 | 6,8E-07 | 4,9E-07 | 7,8E-07 | 2,1E-06 | 1,5E-06 | 1,2E-06 | 5,9E-07 | 8,3E-07 | 2,1E-06 | 8,7E-07 | 8,3E-07 | 6,4E-07 | 1,2E-06 | 1,8E-06 | 1,2E-06 | 6,3E-05 | 3,5E-06 | ND                  |
| Baryum    | PM10                  | 14 jours | 2,9E-06 | 2,4E-06 | 8,3E-07 | 3,8E-07 | 4,6E-07 | 4,1E-07 | 7,2E-07 | 7,8E-07 | 7,5E-07 | 7,5E-07 | 5,4E-07 | 4,2E-07 | 3,2E-07 | 4,7E-07 | 1,5E-06 | 1,1E-06 | 7,2E-07 | 3,6E-07 | 4,2E-07 | 1,4E-06 | 5,9E-07 | 5,1E-07 | 3,5E-07 | 6,6E-07 | 1,5E-06 | 9,1E-07 | 2,6E-05 | 2,9E-06 | ND                  |
| Béryllium | PM10                  | 14 jours | 4,9E-08 | 4,3E-08 | 1,5E-08 | 5,4E-09 | 8,0E-09 | 7,1E-09 | 1,3E-08 | 1,4E-08 | 1,3E-08 | 1,1E-08 | 7,7E-09 | 5,9E-09 | 4,6E-09 | 6,9E-09 | 2,4E-08 | 1,7E-08 | 1,0E-08 | 4,9E-09 | 5,8E-09 | 2,2E-08 | 8,7E-09 | 7,0E-09 | 5,0E-09 | 9,8E-09 | 2,4E-08 | 1,4E-08 | 2,7E-07 | 5,0E-08 | ND                  |
| Cadmium   | PM10                  | 14 jours | 1,2E-06 | 9,2E-07 | 3,0E-07 | 2,3E-07 | 1,8E-07 | 1,6E-07 | 3,9E-07 | 4,0E-07 | 4,0E-07 | 5,0E-07 | 3,3E-07 | 2,5E-07 | 1,7E-07 | 2,7E-07 | 7,2E-07 | 5,3E-07 | 4,3E-07 | 2,1E-07 | 3,0E-07 | 7,4E-07 | 3,1E-07 | 3,0E-07 | 2,4E-07 | 4,3E-07 | 6,4E-07 | 4,3E-07 | 2,3E-05 | 1,2E-06 | ND                  |
| Cuivre    | PM10                  | 14 jours | 1,6E-04 | 1,6E-04 | 1,3E-04 | 4,1E-05 | 9,1E-05 | 9,6E-05 | 5,0E-05 | 5,4E-05 | 6,2E-05 | 7,9E-05 | 6,5E-05 | 5,5E-05 | 2,5E-05 | 5,5E-05 | 1,1E-04 | 1,2E-04 | 4,6E-05 | 2,7E-05 | 5,1E-05 | 1,1E-04 | 3,6E-05 | 3,5E-05 | 3,5E-05 | 7,4E-05 | 8,2E-05 | 4,5E-05 | 2,1E-03 | 1,8E-04 | ND                  |
| Nickel    | PM10                  | 14 jours | 2,8E-06 | 2,4E-06 | 8,6E-07 | 2,9E-07 | 4,6E-07 | 4,0E-07 | 7,3E-07 | 8,0E-07 | 7,3E-07 | 6,2E-07 | 4,2E-07 | 3,2E-07 | 2,5E-07 | 3,7E-07 | 1,3E-06 | 9,2E-07 | 5,4E-07 | 2,6E-07 | 3,2E-07 | 4,7E-07 | 3,8E-07 | 2,7E-07 | 5,4E-07 | 1,3E-06 | 7,9E-07 | 4,7E-07 | 1,6E-05 | 2,8E-06 | ND                  |
| Plomb     | PM10                  | 14 jours | 6,3E-06 | 4,6E-06 | 1,5E-06 | 1,1E-06 | 9,1E-07 | 8,3E-07 | 1,9E-06 | 2,0E-06 | 2,0E-06 | 2,5E-06 | 1,6E-06 | 1,2E-06 | 8,6E-07 | 1,4E-06 | 3,6E-06 | 2,7E-06 | 2,1E-06 | 1,1E-06 | 1,5E-06 | 3,7E-06 | 1,5E-06 | 1,5E-06 | 1,2E-06 | 2,1E-06 | 3,3E-06 | 2,2E-06 | 1,1E-04 | 6,1E-06 | ND                  |

Exploitation fictive - Variante A

| Substance | Taille des particules | Période   | RES_NO  | RES_Sud | RES_SO  | ECO1    | ECO2    | ECO3    | ECO4    | ECO5    | ECO6    | ECO7    | ECO8    | ECO9    | ECO10   | ECO11   | ECO12   | CH1     | CH2     | CH3     | CH4     | CH5     | CPE1    | CPE2    | CPE3    | CPE5    | CPE6    | CPE9    | GOLF    | CYCL    | Ensemble du secteur |
|-----------|-----------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------|
| Arsenic   | PM10                  | 1 heure   | 3,5E-03 | 4,9E-03 | 1,3E-03 | 1,8E-03 | 9,8E-04 | 7,5E-04 | 7,8E-04 | 8,4E-04 | 8,0E-04 | 3,0E-03 | 2,2E-03 | 2,0E-03 | 1,7E-03 | 7,0E-04 | 3,4E-03 | 9,4E-04 | 2,3E-03 | 2,6E-03 | 2,3E-03 | 4,1E-03 | 1,2E-03 | 6,4E-04 | 1,8E-03 | 2,5E-03 | 1,8E-03 | 9,7E-04 | 8,1E-03 | 3,1E-03 | ND                  |
| Cuivre    | PM10                  | 1 heure   | 1,1E-01 | 1,6E-01 | 4,3E-02 | 5,7E-02 | 3,2E-02 | 2,6E-02 | 2,5E-02 | 2,7E-02 | 2,6E-02 | 9,8E-02 | 7,2E-02 | 6,3E-02 | 5,5E-02 | 3,1E-02 | 1,1E-01 | 5,3E-02 | 7,3E-02 | 8,3E-02 | 7,4E-02 | 1,3E-01 | 4,0E-02 | 2,0E-02 | 5,9E-02 | 8,0E-02 | 5,8E-02 | 3,1E-02 | 1,7E-05 | 1,2E-06 | ND                  |
| Nickel    | PM10                  | 1 heure   | 1,7E-04 | 1,5E-04 | 5,1E-05 | 5,5E-05 | 3,5E-05 | 3,3E-05 | 3,3E-05 | 3,5E-05 | 3,4E-05 | 9,6E-05 | 7,2E-05 | 6,1E-05 | 5,3E-05 | 2,4E-05 | 1,2E-04 | 3,5E-05 | 7,2E-05 | 7,8E-05 | 7,0E-05 | 1,2E-04 | 4,4E-05 | 2,3E-05 | 5,8E-05 | 7,9E-05 | 6,5E-05 | 3,7E-05 | 2,2E-04 | 2,3E-05 | ND                  |
|           |                       |           |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |                     |
| Baryum    | PM10                  | 8 heures  | 2,0E-04 | 3,7E-04 | 6,4E-05 | 1,1E-04 | 5,4E-05 | 4,9E-05 | 4,1E-05 | 4,3E-05 | 5,0E-05 | 2,5E-04 | 2,0E-04 | 1,7E-04 | 8,6E-05 | 8,1E-05 | 1,6E-04 | 1,0E-04 | 1,1E-04 | 1,2E-04 | 1,7E-04 | 3,2E-04 | 6,2E-05 | 4,9E-05 | 1,0E-04 | 2,2E-04 | 1,4E-04 | 7,4E-05 | 1,1E-04 | 6,1E-06 | ND                  |
| Nickel    | PM10                  | 8 heures  | 3,4E-05 | 3,8E-05 | 1,3E-05 | 1,2E-05 | 8,3E-06 | 7,5E-06 | 1,0E-05 | 1,1E-05 | 1,3E-05 | 2,5E-05 | 2,1E-05 | 1,7E-05 | 8,9E-06 | 1,1E-05 | 2,4E-05 | 1,9E-05 | 1,4E-05 | 1,2E-05 | 1,7E-05 | 3,3E-05 | 8,6E-06 | 7,6E-06 | 1,0E-05 | 2,3E-05 | 2,1E-05 | 1,1E-05 | 1,0E-03 | 1,3E-04 | ND                  |
| Plomb     | PM10                  | 8 heures  | 1,1E-03 | 2,1E-03 | 3,5E-04 | 6,3E-04 | 2,9E-04 | 2,6E-04 | 2,2E-04 | 2,4E-04 | 2,7E-04 | 1,4E-03 | 1,1E-03 | 9,3E-04 | 4,8E-04 | 4,4E-04 | 9,0E-04 | 5,3E-04 | 6,0E-04 | 6,8E-04 | 9,8E-04 | 1,8E-03 | 3,4E-04 | 2,7E-04 | 5,8E-04 | 1,3E-03 | 7,7E-04 | 4,1E-04 | 3,2E-05 | 2,4E-06 | ND                  |
|           |                       |           |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |                     |
| Arsenic   | PM10                  | 24 heures | 2,6E-04 | 3,8E-04 | 7,3E-05 | 1,4E-04 | 5,8E-05 | 5,2E-05 | 6,5E-05 | 6,7E-05 | 7,0E-05 | 2,6E-04 | 2,1E-04 | 1,7E-04 | 9,9E-05 | 7,8E-05 | 2,0E-04 | 1,2E-04 | 1,2E-04 | 1,3E-04 | 1,8E-04 | 3,4E-04 | 7,1E-05 | 6,9E-05 | 1,3E-04 | 2,3E-04 | 1,3E-04 | 9,0E-05 | 6,5E-06 | 4,4E-07 | ND                  |
| Baryum    | PM10                  | 24 heures | 8,8E-05 | 1,2E-04 | 2,4E-05 | 4,4E-05 | 1,9E-05 | 1,7E-05 | 2,4E-05 | 2,4E-05 | 2,3E-05 | 8,4E-05 | 6,8E-05 | 5,6E-05 | 3,2E-05 | 2,6E-05 | 6,7E-05 | 4,1E-05 | 4,0E-05 | 4,2E-05 | 5,8E-05 | 1,1E-04 | 2,4E-05 | 2,3E-05 | 4,4E-05 | 7,6E-05 | 4,5E-05 | 3,0E-05 | 7,4E-02 | 3,2E-02 | ND                  |
| Béryllium | PM10                  | 24 heures | 5,4E-07 | 6,0E-07 | 1,4E-07 | 2,0E-07 | 1,0E-07 | 9,4E-08 | 1,5E-07 | 1,6E-07 | 1,1E-07 | 3,8E-07 | 3,1E-07 | 2,5E-07 | 1,5E-07 | 1,3E-07 | 3,7E-07 | 2,0E-07 | 1,9E-07 | 1,9E-07 | 2,6E-07 | 4,9E-07 | 1,3E-07 | 1,1E-07 | 2,0E-07 | 3,4E-07 | 2,7E-07 | 1,5E-07 | 6,4E-04 | 5,0E-05 | ND                  |
| Cadmium   | PM10                  | 24 heures | 9,8E-05 | 1,4E-04 | 2,7E-05 | 5,1E-05 | 2,2E-05 | 1,9E-05 | 2,4E-05 | 2,5E-05 | 2,6E-05 | 9,7E-05 | 7,9E-05 | 6,5E-05 | 3,7E-05 | 2,9E-05 | 7,4E-05 | 4,6E-05 | 4,6E-05 | 4,9E-05 | 6,8E-05 | 1,3E-04 | 2,7E-05 | 2,6E-05 | 5,0E-05 | 8,8E-05 | 5,1E-05 | 3,4E-05 | 7,1E-03 | 2,0E-03 | ND                  |
| Cuivre    | PM10                  | 24 heures | 8,4E-03 | 1,2E-02 | 2,3E-03 | 4,4E-03 | 1,9E-03 | 1,7E-03 | 2,2E-03 | 2,2E-03 | 2,2E-03 | 8,3E-03 | 6,8E-03 | 5,5E-03 | 3,2E-03 | 2,5E-03 | 6,6E-03 | 4,0E-03 | 3,9E-03 | 4,2E-03 | 5,8E-03 | 1,1E-02 | 2,3E-03 | 2,2E-03 | 4,3E-03 | 7,5E-03 | 4,4E-03 | 2,9E-03 | 2,1E-03 | 1,8E-04 | ND                  |
| Nickel    | PM10                  | 24 heures | 2,0E-05 | 1,7E-05 | 6,9E-06 | 4,9E-06 | 4,2E-06 | 3,7E-06 | 5,7E-06 | 6,1E-06 | 4,9E-06 | 8,4E-06 | 7,1E-06 | 5,6E-06 | 3,5E-06 | 3,7E-06 | 1,2E-05 | 6,1E-06 | 5,1E-06 | 4,6E-06 | 5,7E-06 | 1,3E-05 | 4,1E-06 | 3,2E-06 | 4,6E-06 | 7,8E-06 | 9,5E-06 | 4,3E-06 | 6,8E-04 | 5,7E-05 | ND                  |
| Plomb     | PM10                  | 24 heures | 4,8E-04 | 7,0E-04 | 1,3E-04 | 2,5E-04 | 1,0E-04 | 9,4E-05 | 1,2E-04 | 1,2E-04 | 1,3E-04 | 4,7E-04 | 3,8E-04 | 3,1E-04 | 1,8E-04 | 1,4E-04 | 3,6E-04 | 2,2E-04 | 2,2E-04 | 2,4E-04 | 3,3E-04 | 6,1E-04 | 1,3E-04 | 1,2E-04 | 2,4E-04 | 4,2E-04 | 2,4E-04 | 1,6E-04 | 1,3E-04 | 1,0E-04 | ND                  |
|           |                       |           |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |                     |
| Arsenic   | PM10                  | 1 an      | 2,0E-05 | 2,1E-05 | 2,8E-06 | 5,0E-06 | 1,9E-06 | 1,7E-06 | 3,6E-06 | 3,8E-06 | 2,7E-06 | 7,4E-06 | 7,1E-06 | 5,4E-06 | 4,2E-06 | 3,3E-06 | 1,0E-05 | 6,1E-06 | 8,8E-06 | 3,1E-06 | 4,2E-06 | 1,3E-05 | 4,1E-06 | 3,3E-06 | 4,9E-06 | 9,1E-06 | 8,8E-06 | 2,5E-06 | 1,2E-04 | 2,3E-05 | ND                  |
| Baryum    | PM10                  | 1 an      | 6,9E-06 | 7,1E-06 | 1,1E-06 | 1,7E-06 | 6,8E-07 | 6,3E-07 | 1,3E-06 | 1,4E-06 | 1,0E-06 | 2,5E-06 | 2,4E-06 | 1,8E-06 | 1,4E-06 | 1,1E-06 | 3,5E-06 | 2,1E-06 | 2,9E-06 | 1,0E-06 | 1,4E-06 | 4,4E-06 | 1,4E-06 | 1,1E-06 | 1,6E-06 | 3,0E-06 | 3,1E-06 | 9,9E-07 | 4,0E-05 | 7,9E-06 | ND                  |
| Béryllium | PM10                  | 1 an      | 4,0E-08 | 3,7E-08 | 8,1E-09 | 8,4E-09 | 4,5E-09 | 4,2E-09 | 8,6E-09 | 9,2E-09 | 7,7E-09 | 1,3E-08 | 1,2E-08 | 8,9E-09 | 7,0E-09 | 6,1E-09 | 2,0E-08 | 1,2E-08 | 1,4E-08 | 5,5E-09 | 7,3E-09 | 2,4E-08 | 7,8E-09 | 6,1E-09 | 8,2E-09 | 1,5E-08 | 1,8E-08 | 7,9E-09 | 2,6E-07 | 4,5E-08 | ND                  |
| Cadmium   | PM10                  | 1 an      | 7,6E-06 | 8,0E-06 | 1,0E-06 | 1,9E-06 | 7,0E-07 | 6,5E-07 | 1,4E-06 | 1,4E-06 | 9,9E-07 | 2,8E-06 | 2,7E-06 | 2,0E-06 | 1,6E-06 | 1,3E-06 | 3,7E-06 | 2,3E-06 | 1,4E-06 | 1,2E-06 | 1,6E-06 | 4,8E-06 | 1,5E-06 | 1,2E-06 | 1,9E-06 | 3,4E-06 | 3,3E-06 | 9,4E-07 | 4,4E-05 | 8,5E-06 | ND                  |
| Cuivre    | PM10                  | 1 an      | 6,6E-04 | 6,9E-04 | 9,4E-05 | 1,6E-04 | 6,2E-05 | 5,8E-05 | 1,2E-04 | 1,3E-04 | 8,9E-05 | 2,4E-04 | 2,3E-04 | 1,8E-04 | 1,4E-04 | 1,1E-04 | 3,3E-04 | 2,0E-04 | 2,8E-04 | 1,0E-04 | 1,4E-04 | 4,2E-04 | 1,3E-04 | 1,1E-04 | 1,6E-04 | 3,0E-04 | 2,9E-04 | 8,4E-05 | 3,8E-03 | 7,4E-04 | ND                  |
| Nickel    | PM10                  | 1 an      | 1,3E-06 | 1,1E-06 | 3,4E-07 | 2,3E-07 | 1,7E-07 | 1,5E-07 | 3,2E-07 | 3,4E-07 | 3,2E-07 | 3,8E-07 | 3,2E-07 | 2,4E-07 | 1,9E-07 | 1,8E-07 | 6,8E-07 | 4,0E-07 | 3,9E-07 | 1,6E-07 | 2,1E-07 | 7,3E-07 | 2,4E-07 | 1,8E-07 | 2,2E-07 | 4,1E-07 | 6,2E-07 | 3,4E-07 | 9,9E-06 | 1,5E-06 | ND                  |
| Plomb     | PM10                  | 1 an      | 3,7E-05 | 3,9E-05 | 5,1E-06 | 9,2E-06 | 3,4E-06 | 3,1E-06 | 6,6E-06 | 6,9E-06 | 4,8E-06 | 1,3E-05 | 1,3E-05 | 9,8E-06 | 7,6E-06 | 6,1E-06 | 1,8E-05 | 1,1E-05 | 1,6E-05 | 5,6E-06 | 7,6E-06 | 2,3E-05 | 7,5E-06 | 5,9E-06 | 8,9E-06 | 1,6E-05 | 1,6E-05 | 4,6E-06 | 2,1E-04 | 4,1E-05 | ND                  |
|           |                       |           |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |                     |
| Arsenic   | PST                   | 1 an      | 3,8E-05 | 4,5E-05 | 6,5E-06 | 8,5E-06 | 3,5E-06 | 3,2E-06 | 6,9E-06 | 7,5E-06 | 5,6E-06 | 1,4E-05 | 1,3E-05 | 9,4E-06 | 7,0E-06 | 5,7E-06 | 1,9E-05 | 1,1E-05 | 1,6E-05 | 5,1E-06 | 7,4E-06 | 2,7E-05 | 7,2E-06 | 5,6E-06 | 8,2E-06 | 1,7E-05 | 1,7E-05 | 5,4E-06 | 2,2E-04 | 4,3E-05 | 6E-06               |
| Baryum    | PST                   | 1 an      | 1,3E-05 | 1,5E-05 | 2,4E-06 | 2,8E-06 | 1,3E-06 | 1,1E-06 | 2,4E-06 | 2,6E-06 | 2,0E-06 | 4,8E-06 | 4,3E-06 | 3,1E-06 | 2,3E-06 | 1,9E-06 | 6,6E-06 | 3,8E-06 | 5,3E-06 | 1,7E-06 | 2,5E-06 | 9,0E-06 | 2,4E-06 | 1,9E-06 | 2,7E-06 | 5,6E-06 | 5,7E-06 | 2,0E-06 | 7,7E-05 | 1,5E-05 | 2E-06               |
| Béryllium | PST                   | 1 an      | 7,3E-08 | 7,5E-08 | 1,6E-08 | 1,4E-08 | 7,8E-09 | 7,1E-09 | 1,5E-08 | 1,6E-08 | 1,4E-08 | 2,4E-08 | 2,1E-08 | 1,5E-08 | 1,2E-08 | 1,0E-08 | 3,7E-08 | 2,1E-08 | 2,6E-08 | 8,9E-09 | 1,2E-08 | 4,7E-08 | 1,3E-08 | 9,9E-09 | 1,3E-08 | 2,7E-08 | 3,3E-08 | 1,4E-08 | 4,7E-07 | 8,5E-08 | 1E-08               |
| Cadmium   | PST                   | 1 an      | 1,4E-05 | 1,7E-05 | 2,4E-06 | 3,2E-06 | 1,3E-06 | 1,2E-06 | 2,5E-06 | 2,8E-06 | 2,1E-06 | 5,4E-06 | 4,9E-06 | 3,5E-06 | 2,6E-06 | 2,1E-06 | 7,3E-06 | 4,1E-06 | 6,0E-06 | 1,9E-06 | 1,2E-06 | 1,0E-05 | 2,7E-06 | 2,1E-06 | 3,1E-06 | 6,4E-06 | 6,2E-06 | 2,0E-06 | 8,4E-05 | 1,6E-05 | 2E-06               |
| Cuivre    | PST                   | 1 an      | 1,2E-03 | 1,4E-03 | 2,1E-04 | 2,7E-04 | 1,2E-04 | 1,1E-04 | 2,3E-04 | 2,4E-04 | 1,8E-04 | 4,7E-04 | 4,2E-04 | 3,1E-04 | 2,3E-04 | 1,9E-04 | 6,3E-04 | 3,6E-04 | 5,1E-04 | 1,7E-04 | 2,4E-04 | 8,7E-04 | 2,3E-04 | 1,8E-04 | 2,7E-04 | 5,5E-04 | 5,4E-04 | 1,8E-04 | 7,3E-03 | 1,4E-03 | 2E-04               |
| Nickel    | PST                   | 1 an      | 2,4E-06 | 2,1E-06 | 5,8E-07 | 3,7E-07 | 2,8E-07 | 2,5E-07 | 5,2E-07 | 5,6E-07 | 5,2E-07 | 6,7E-07 | 5,4E-07 | 4,0E-07 | 3,1E-07 | 2,9E-07 | 1,2E-06 | 6,6E-07 | 6,7E-07 | 2,5E-07 | 3,4E-07 | 1,3E-06 | 3,9E-07 | 2,9E-07 | 3,5E-07 | 7,1E-07 | 1,1E-06 | 5,4E-07 | 1,9E-05 | 2,8E-06 | 4E-07               |
| Plomb     | PST                   | 1 an      | 6,8E-05 | 8,1E-05 | 1,2E-05 | 1,5E-05 | 6,4E-06 | 5,8E-06 | 1,3E-05 | 1,4E-05 | 1,0E-05 | 2,6E-05 | 2,4E-05 | 1,7E-05 | 1,3E-05 | 1,0E-05 | 3,5E-05 | 2,0E-05 | 2,9E-05 | 9,3E-06 | 1,3E-05 | 4,9E-05 | 1,3E-05 | 1,0E-05 | 1,5E-05 | 3,1E-05 | 3,0E-05 | 9,8E-06 | 4,1E-04 | 7,8E-05 | 1E-05               |
|           |                       |           |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |                     |
| Arsenic   | PM10                  | 14 jours  | 5,9E-05 | 7,1E-05 | 1,6E-05 | 1,9E-05 | 8,3E-06 | 7,3E-06 | 1,3E-05 | 1,4E-05 | 1,4E-05 | 2,7E-05 | 2,6E-05 | 2,0E-05 | 1,4E-05 | 1,3E-05 | 3,5E-05 | 2,3E-05 | 3,3E-05 | 1,4E-05 | 1,7E-05 | 4,0E-05 | 1,6E-05 | 1,2E-05 | 2,0E-05 | 3,4E-05 | 3,0E-05 | 1,5E-05 | 2,7E-04 | 6,5E-05 | ND                  |
| Baryum    | PM10                  | 14 jours  | 2,0E-05 | 2,3E-05 | 5,6E-06 | 6,2E-06 | 2,8E-06 | 2,6E-06 | 4,4E-06 | 4,7E-06 | 4,6E-06 | 8,8E-06 | 8,5E-06 | 6,6E-06 | 4,5E-06 | 4,4E-06 | 1,2E-05 | 7,6E-06 | 1,1E-05 | 4,7E-06 | 5,7E-06 | 1,3E-05 | 5,3E-06 | 3,9E-06 | 6,6E-06 | 1,1E-05 | 1,1E-05 | 5,0E-06 | 9,5E-05 | 2,2E-05 | ND                  |
| Béryllium | PM10                  | 14 jours  | 1,1E-07 | 1,1E-07 | 3,1E-08 | 2,9E-08 | 1,7E-08 | 1,5E-08 | 2,4E-08 | 2,5E-08 | 2,5E-08 | 4,4E-08 | 4,0E-08 | 3,1E-08 | 2,1E-08 | 2,3E-08 | 6,8E-08 | 4,1E-08 | 5,1E-08 | 2,4E-08 | 2,8E-08 | 7,0E-08 | 2,9E-08 | 2,0E-08 | 3,0E-08 | 5,2E-08 | 6,3E-08 | 2,8E-08 | 5,7E-07 | 1,3E-07 | ND                  |
| Cadmium   | PM10                  | 14 jours  | 2,2E-05 | 2,7E-05 | 6,2E-06 | 7,1E-06 | 3,1E-06 | 2,7E-06 | 4,9E-06 | 5,1E-06 | 5,1E-06 | 1,0E-05 | 9,8E-06 | 7,6E-06 | 5,2E-06 | 5,0E-06 | 1,3E-05 | 8,5E-06 | 1,3E-05 | 5,3E-06 | 6,5E-06 | 1,5E-05 | 5,8E-06 | 4,4E-06 | 7,6E-06 | 1,3E-05 | 1,1E-05 | 5,5E-06 | 1,0E-04 | 2,4E-05 | ND                  |
| Cuivre    | PM10                  | 14 jours  | 1,9E-03 | 2,3E-03 |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |                     |



## **ANNEXE H**

---

Données locales (concentrations de métaux existantes) utilisées  
pour estimer les teneurs de fond dans la zone d'étude

**Tableau H-1 Concentrations (en µg/m<sup>3</sup>) retenues pour estimer les teneurs de fond en métaux dans l'air ambiant de la zone d'étu**  
Échantillonnage sur des périodes de 24 heures; métaux mesurés sous forme de PST

| No Station <sup>a</sup> | Etiquette    | Date       | Concentration | No Station <sup>a</sup> | Etiquette    | Date       | Concentration |
|-------------------------|--------------|------------|---------------|-------------------------|--------------|------------|---------------|
| 8006                    | Arsenic (As) | 1/3/2015   | <5.0E-04      | 8006                    | Cadmium (Cd) | 11/9/2017  | 2.1E-02       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 1/9/2015   | 3.1E-01       | 8006                    | Cadmium (Cd) | 11/15/2017 | 1.0E-03       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 1/12/2015  | 4.1E-01       | 8006                    | Cadmium (Cd) | 11/18/2017 | 3.6E-03       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 1/15/2015  | 1.6E-02       | 8006                    | Cadmium (Cd) | 11/21/2017 | 6.5E-03       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 1/18/2015  | 3.3E-01       | 8006                    | Cadmium (Cd) | 11/24/2017 | 2.5E-03       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 1/21/2015  | 2.0E-03       | 8006                    | Cadmium (Cd) | 11/27/2017 | 2.3E-02       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 3/10/2015  | 6.0E-03       | 8006                    | Cadmium (Cd) | 11/30/2017 | 5.3E-03       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 3/16/2015  | 1.5E-01       | 8006                    | Cadmium (Cd) | 12/6/2017  | 3.0E-04       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 3/25/2015  | 1.1E-02       | 8006                    | Cadmium (Cd) | 12/9/2017  | 2.2E-03       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 3/31/2015  | 2.9E-01       | 8006                    | Cadmium (Cd) | 12/12/2017 | 2.9E-02       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 4/3/2015   | 6.7E-01       | 8006                    | Cadmium (Cd) | 12/15/2017 | 2.2E-03       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 4/6/2015   | 7.3E-02       | 8006                    | Cadmium (Cd) | 12/18/2017 | 5.0E-04       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 4/9/2015   | 2.0E-02       | 8006                    | Cadmium (Cd) | 12/21/2017 | 7.6E-03       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 4/12/2015  | 4.0E-03       | 8006                    | Cadmium (Cd) | 12/24/2017 | 5.0E-04       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 4/15/2015  | 1.6E-01       | 8006                    | Cadmium (Cd) | 12/27/2017 | 6.0E-04       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 4/18/2015  | 1.7E-01       | 8006                    | Cadmium (Cd) | 12/30/2017 | 1.0E-02       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 4/21/2015  | 4.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 1/3/2015   | 1.7E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 4/24/2015  | 2.8E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 1/9/2015   | 8.8E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 4/27/2015  | 3.5E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 1/12/2015  | 2.7E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 4/30/2015  | 3.2E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 1/15/2015  | 4.1E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/3/2015   | 1.5E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 1/18/2015  | 1.0E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/6/2015   | 9.1E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 1/21/2015  | 9.5E-02       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/9/2015   | 4.0E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 3/10/2015  | 1.8E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/12/2015  | 3.0E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 3/16/2015  | 4.3E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/15/2015  | 6.1E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 3/25/2015  | 5.3E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/18/2015  | 3.7E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 3/31/2015  | 2.3E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/21/2015  | 3.2E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 4/3/2015   | 2.8E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/24/2015  | 7.9E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 4/6/2015   | 2.1E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/27/2015  | 5.4E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 4/9/2015   | 7.2E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/30/2015  | 4.4E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 4/12/2015  | 1.6E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/2/2015   | 4.3E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 4/15/2015  | 4.9E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/8/2015   | 3.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 4/18/2015  | 1.6E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/20/2015  | 6.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 4/21/2015  | 2.0E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/23/2015  | 1.4E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 4/24/2015  | 2.6E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/26/2015  | 5.4E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 4/27/2015  | 1.7E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/29/2015  | 2.0E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 4/30/2015  | 1.9E+01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/2/2015   | 3.0E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 5/3/2015   | 3.8E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/5/2015   | 8.8E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 5/6/2015   | 2.9E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/8/2015   | 9.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 5/9/2015   | 5.1E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/14/2015  | 4.2E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 5/12/2015  | 1.2E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/17/2015  | 4.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 5/15/2015  | 5.4E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/20/2015  | 1.0E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 5/18/2015  | 3.2E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/23/2015  | 2.1E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 5/21/2015  | 2.9E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/26/2015  | 5.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 5/24/2015  | 8.4E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/29/2015  | 1.4E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 5/27/2015  | 4.7E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/1/2015   | 7.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 5/30/2015  | 2.0E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/4/2015   | 9.3E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 6/2/2015   | 1.6E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/7/2015   | 6.5E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 6/8/2015   | 1.4E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/10/2015  | 1.5E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 6/17/2015  | 3.3E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/13/2015  | 1.0E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 6/20/2015  | 2.2E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/16/2015  | 1.0E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 6/23/2015  | 2.0E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/19/2015  | 1.0E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 6/26/2015  | 1.1E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/22/2015  | 3.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 6/29/2015  | 7.7E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/25/2015  | 3.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 7/2/2015   | 3.8E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/28/2015  | 2.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 7/5/2015   | 3.1E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 9/9/2015   | 1.0E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 7/8/2015   | 3.6E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 9/12/2015  | 4.0E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 7/14/2015  | 5.2E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 9/15/2015  | 6.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 7/17/2015  | 1.5E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 9/18/2015  | 2.5E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 7/20/2015  | 4.0E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 9/21/2015  | 2.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 7/23/2015  | 4.2E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 9/24/2015  | 2.1E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 7/26/2015  | 2.1E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 9/27/2015  | 8.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 7/29/2015  | 2.8E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 9/30/2015  | 1.4E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 8/1/2015   | 2.1E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 10/3/2015  | 1.5E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 8/4/2015   | 3.7E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 10/6/2015  | 1.1E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 8/7/2015   | 1.8E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 10/9/2015  | 4.9E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 8/10/2015  | 5.7E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 10/12/2015 | 3.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 8/13/2015  | 4.3E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 10/15/2015 | 9.6E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 8/16/2015  | 2.3E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 10/21/2015 | 1.2E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 8/19/2015  | 2.3E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 10/24/2015 | 6.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 8/22/2015  | 1.6E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 10/27/2015 | 1.2E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 8/25/2015  | 2.0E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/2/2015  | 6.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 8/28/2015  | 1.4E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/5/2015  | 8.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 9/9/2015   | 5.0E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/8/2015  | 1.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 9/12/2015  | 3.8E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/11/2015 | 1.7E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 9/15/2015  | 2.8E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/14/2015 | 5.2E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 9/18/2015  | 5.6E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/17/2015 | 7.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 9/21/2015  | 2.5E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/20/2015 | 8.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 9/24/2015  | 3.4E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/23/2015 | <5.0E-04      | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 9/27/2015  | 3.1E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/26/2015 | 4.2E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 9/30/2015  | 7.3E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/29/2015 | 8.4E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 10/3/2015  | 4.7E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/5/2015  | 2.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 10/6/2015  | 4.8E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/8/2015  | 5.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 10/9/2015  | 1.4E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/11/2015 | 8.6E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 10/12/2015 | 2.1E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/14/2015 | 1.1E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu)  | 10/15/2015 | 5.5E-01       |

| No Station <sup>a</sup> | Etiquette    | Date       | Concentration | No Station <sup>a</sup> | Etiquette   | Date       | Concentration |
|-------------------------|--------------|------------|---------------|-------------------------|-------------|------------|---------------|
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/17/2015 | 1.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 10/21/2015 | 2.2E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/20/2015 | 3.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 10/24/2015 | 1.7E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/23/2015 | 2.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 10/27/2015 | 2.8E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/26/2015 | 4.3E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/2/2015  | 1.0E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/29/2015 | 9.4E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/5/2015  | 1.5E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 1/10/2016  | 8.6E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/8/2015  | 3.9E-02       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 1/13/2016  | 3.1E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/11/2015 | 6.3E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 1/16/2016  | 2.0E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/14/2015 | 7.5E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 1/25/2016  | 3.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/17/2015 | 1.8E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 1/28/2016  | 1.7E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/20/2015 | 2.1E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 1/31/2016  | 5.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/23/2015 | 1.9E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 2/3/2016   | 3.4E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/26/2015 | 1.4E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 2/6/2016   | 5.4E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/29/2015 | 1.3E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 2/9/2016   | 3.5E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/5/2015  | 5.9E-02       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 2/12/2016  | 9.4E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/8/2015  | 1.2E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 2/15/2016  | 2.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/11/2015 | 5.0E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 2/24/2016  | 4.4E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/14/2015 | 2.7E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 2/27/2016  | 2.0E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/17/2015 | 5.6E-02       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 3/1/2016   | 1.5E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/20/2015 | 9.7E-02       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 3/4/2016   | 5.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/23/2015 | 5.3E-02       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 3/7/2016   | 8.8E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/26/2015 | 2.0E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 3/10/2016  | 1.8E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/29/2015 | 2.0E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 3/19/2016  | 9.0E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 1/10/2016  | 1.3E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 3/22/2016  | 3.0E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 1/13/2016  | 7.8E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 3/25/2016  | 1.3E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 1/16/2016  | 6.2E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 3/28/2016  | 8.9E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 1/25/2016  | 1.7E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 3/31/2016  | 1.6E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 1/28/2016  | 1.2E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 4/3/2016   | 3.0E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 1/31/2016  | 2.2E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 4/6/2016   | 1.0E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 2/3/2016   | 6.5E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 4/21/2016  | 2.2E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 2/6/2016   | 1.1E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 4/24/2016  | 1.5E+00       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 2/9/2016   | 1.2E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 4/27/2016  | 5.0E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 2/12/2016  | 3.8E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 4/30/2016  | 1.8E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 2/15/2016  | 2.4E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/6/2016   | 2.7E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 2/24/2016  | 2.9E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/9/2016   | 4.7E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 2/27/2016  | 1.1E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/12/2016  | 1.7E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 3/1/2016   | 5.2E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/15/2016  | 7.0E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 3/4/2016   | 1.5E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/18/2016  | 1.2E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 3/7/2016   | 7.0E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/21/2016  | 4.3E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 3/10/2016  | 5.2E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/24/2016  | 3.0E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 3/19/2016  | 7.0E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/27/2016  | 1.4E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 3/22/2016  | 2.8E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/30/2016  | 7.0E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 3/25/2016  | 3.4E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/2/2016   | 6.0E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 3/28/2016  | 1.1E+01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/5/2016   | 4.6E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 3/31/2016  | 2.7E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/8/2016   | 2.3E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 4/3/2016   | 2.1E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/11/2016  | 3.0E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 4/6/2016   | 5.1E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/14/2016  | 4.0E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 4/21/2016  | 4.2E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/20/2016  | 1.0E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 4/24/2016  | 8.3E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/23/2016  | 7.5E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 4/27/2016  | 1.1E+01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/29/2016  | 5.9E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 4/30/2016  | 7.6E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/2/2016   | 3.0E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 5/6/2016   | 6.1E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/5/2016   | 2.7E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 5/9/2016   | 4.2E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/8/2016   | 9.5E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 5/12/2016  | 4.5E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/11/2016  | 1.2E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 5/15/2016  | 2.9E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/14/2016  | 1.5E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 5/18/2016  | 2.8E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/17/2016  | 7.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 5/21/2016  | 4.9E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/20/2016  | 6.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 5/24/2016  | 2.1E+01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/23/2016  | 1.7E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 5/27/2016  | 9.7E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/26/2016  | 9.0E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 5/30/2016  | 7.3E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/29/2016  | 3.6E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 6/2/2016   | 5.9E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/1/2016   | 7.4E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 6/5/2016   | 9.6E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/4/2016   | 9.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 6/8/2016   | 1.8E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/7/2016   | 1.0E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 6/11/2016  | 6.3E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/10/2016  | 3.3E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 6/14/2016  | 3.4E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/13/2016  | 8.9E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 6/20/2016  | 4.4E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/16/2016  | 6.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 6/23/2016  | 5.2E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/19/2016  | 6.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 6/29/2016  | 3.9E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/22/2016  | 3.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 7/2/2016   | 2.6E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/25/2016  | 3.3E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 7/5/2016   | 1.3E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/28/2016  | 1.4E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 7/8/2016   | 3.4E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/31/2016  | 2.8E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 7/11/2016  | 2.3E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 9/3/2016   | 7.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 7/14/2016  | 2.7E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 9/6/2016   | 6.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 7/17/2016  | 1.3E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 9/9/2016   | 4.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 7/20/2016  | 2.2E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 9/12/2016  | 3.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 7/23/2016  | 4.2E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 9/15/2016  | 3.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 7/26/2016  | 1.0E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 9/18/2016  | 1.6E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 7/29/2016  | 2.3E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 9/21/2016  | 1.0E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 8/1/2016   | 1.2E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 9/27/2016  | 2.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 8/4/2016   | 1.9E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 9/30/2016  | 1.7E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 8/7/2016   | 1.8E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 10/2/2016  | 1.2E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 8/10/2016  | 3.9E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 10/6/2016  | 3.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 8/13/2016  | 2.7E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 10/9/2016  | 3.8E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 8/16/2016  | 8.6E-02       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 10/15/2016 | 3.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 8/19/2016  | 9.9E-02       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 10/24/2016 | 3.8E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 8/22/2016  | 8.9E-02       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 10/30/2016 | 4.3E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 8/25/2016  | 1.8E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/2/2016  | 2.5E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 8/28/2016  | 2.5E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/5/2016  | 4.1E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 8/31/2016  | 3.1E+00       |

| No Station <sup>a</sup> | Etiquette    | Date       | Concentration | No Station <sup>a</sup> | Etiquette   | Date       | Concentration |
|-------------------------|--------------|------------|---------------|-------------------------|-------------|------------|---------------|
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/8/2016  | 2.1E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 9/3/2016   | 1.7E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/14/2016 | 1.1E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 9/6/2016   | 1.7E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/17/2016 | 9.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 9/9/2016   | 2.4E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/23/2016 | 1.0E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 9/12/2016  | 8.9E-02       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/29/2016 | 5.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 9/15/2016  | 1.3E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/5/2016  | 5.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 9/18/2016  | 1.8E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/8/2016  | 1.9E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 9/21/2016  | 8.1E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/11/2016 | 2.1E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 9/27/2016  | 1.1E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/23/2016 | 6.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 9/30/2016  | 5.3E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/26/2016 | 3.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 10/2/2016  | 1.1E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/29/2016 | 3.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 10/6/2016  | 7.7E-02       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 1/4/2017   | 3.3E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 10/9/2016  | 1.8E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 1/7/2017   | 1.7E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 10/15/2016 | 1.2E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 1/19/2017  | 1.0E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 10/24/2016 | 1.9E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 1/22/2017  | 1.1E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 10/30/2016 | 1.5E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 1/25/2017  | 2.8E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/2/2016  | 8.4E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 2/3/2017   | 6.4E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/5/2016  | 2.8E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 2/6/2017   | 2.0E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/8/2016  | 7.6E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 2/9/2017   | 1.1E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/14/2016 | 1.6E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 2/15/2017  | 8.2E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/17/2016 | 1.6E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 2/18/2017  | 6.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/23/2016 | 9.1E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 2/21/2017  | 4.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/29/2016 | 9.4E-02       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 2/24/2017  | 3.3E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/5/2016  | 8.6E-02       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 2/27/2017  | 1.1E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/8/2016  | 9.0E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 3/5/2017   | 4.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/11/2016 | 5.6E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 3/8/2017   | 4.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/23/2016 | 1.4E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 3/11/2017  | 4.8E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/26/2016 | 1.8E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 3/17/2017  | 7.1E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/29/2016 | 1.3E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 3/20/2017  | 2.1E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 1/4/2017   | 3.6E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 3/29/2017  | 1.0E+00       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 1/7/2017   | 2.2E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 4/7/2017   | 1.0E+00       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 1/19/2017  | 1.7E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 4/10/2017  | 3.0E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 1/22/2017  | 1.5E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 4/13/2017  | 2.9E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 1/25/2017  | 6.5E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 4/16/2017  | 1.1E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 2/3/2017   | 2.8E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 4/19/2017  | 1.9E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 2/6/2017   | 4.1E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/7/2017   | 4.1E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 2/9/2017   | 3.2E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/10/2017  | 2.0E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 2/15/2017  | 2.1E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/13/2017  | 6.6E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 2/18/2017  | 2.3E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/19/2017  | 1.9E+00       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 2/21/2017  | 2.2E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/22/2017  | 3.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 2/24/2017  | 1.2E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/25/2017  | 7.8E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 2/27/2017  | 4.0E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/28/2017  | 1.2E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 3/5/2017   | 2.2E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 5/31/2017  | 3.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 3/8/2017   | 2.1E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/6/2017   | 1.2E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 3/11/2017  | 1.5E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/9/2017   | 6.8E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 3/17/2017  | 2.0E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/12/2017  | 3.4E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 3/20/2017  | 1.0E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/15/2017  | 3.3E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 3/29/2017  | 3.2E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/18/2017  | 6.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 4/7/2017   | 2.2E+01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/21/2017  | 2.4E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 4/10/2017  | 1.2E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/24/2017  | 3.5E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 4/13/2017  | 4.0E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/27/2017  | 4.6E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 4/16/2017  | 2.9E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 6/30/2017  | 1.1E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 4/19/2017  | 1.4E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/3/2017   | 1.5E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 5/7/2017   | 2.0E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/15/2017  | 2.5E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 5/10/2017  | 7.4E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/18/2017  | 1.2E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 5/13/2017  | 2.2E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/24/2017  | 6.6E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 5/19/2017  | 4.2E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/27/2017  | 9.2E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 5/22/2017  | 4.2E-02       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 7/30/2017  | 2.3E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 5/25/2017  | 4.1E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/2/2017   | 8.3E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 5/28/2017  | 2.7E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/5/2017   | 1.5E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 5/31/2017  | 1.1E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/8/2017   | 2.6E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 6/6/2017   | 8.5E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/11/2017  | 3.8E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 6/9/2017   | 4.1E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/14/2017  | 5.0E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 6/12/2017  | 7.5E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/17/2017  | 3.8E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 6/15/2017  | 7.3E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/20/2017  | 4.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 6/18/2017  | 1.6E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/23/2017  | 5.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 6/21/2017  | 2.0E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 8/29/2017  | 8.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 6/24/2017  | 6.0E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 9/10/2017  | 5.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 6/27/2017  | 1.1E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 9/16/2017  | 2.5E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 6/30/2017  | 1.7E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 9/19/2017  | 7.2E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 7/3/2017   | 2.7E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 9/22/2017  | 1.1E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 7/15/2017  | 2.8E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 10/4/2017  | 1.6E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 7/18/2017  | 5.4E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/3/2017  | 5.5E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 7/24/2017  | 3.6E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/6/2017  | 3.1E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 7/27/2017  | 4.7E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/9/2017  | 2.1E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 7/30/2017  | 9.5E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/15/2017 | 3.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 8/2/2017   | 2.6E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/18/2017 | 1.2E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 8/5/2017   | 1.3E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/21/2017 | 1.6E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 8/8/2017   | 3.8E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/24/2017 | 7.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 8/11/2017  | 1.0E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/27/2017 | 1.2E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 8/14/2017  | 5.9E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 11/30/2017 | 1.4E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 8/17/2017  | 9.3E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/6/2017  | 3.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 8/20/2017  | 1.1E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/9/2017  | 1.1E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 8/23/2017  | 4.2E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/12/2017 | 1.5E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 8/29/2017  | 2.4E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/15/2017 | 5.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 9/10/2017  | 1.4E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/18/2017 | 2.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 9/16/2017  | 1.2E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/21/2017 | 6.4E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 9/19/2017  | 4.5E+00       |
| 8006                    | Arsenic (As) | 12/24/2017 | 4.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 9/22/2017  | 1.6E-01       |



| No Station <sup>a</sup> | Etiquette      | Date       | Concentration | No Station <sup>a</sup> | Etiquette   | Date       | Concentration |
|-------------------------|----------------|------------|---------------|-------------------------|-------------|------------|---------------|
| 8006                    | Arsenic (As)   | 12/27/2017 | 3.0E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 10/4/2017  | 8.0E-01       |
| 8006                    | Arsenic (As)   | 12/30/2017 | 8.6E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/3/2017  | 4.1E-01       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 5/30/2016  | 1.6E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/6/2017  | 4.7E-01       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 6/5/2016   | 1.6E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/9/2017  | 3.8E+00       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 6/11/2016  | 3.5E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/15/2017 | 2.1E-01       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 6/17/2016  | 4.6E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/18/2017 | 4.3E-01       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 6/23/2016  | 1.7E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/21/2017 | 3.0E-01       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 6/29/2016  | 1.4E-01       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/24/2017 | 1.6E-01       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 7/5/2016   | 1.6E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/27/2017 | 6.5E-01       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 7/11/2016  | 6.4E-04       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 11/30/2017 | 1.6E-01       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 7/23/2016  | 1.8E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/6/2017  | 8.2E-02       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 7/29/2016  | 3.1E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/9/2017  | 3.8E-01       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 8/4/2016   | 1.4E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/12/2017 | 4.6E+00       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 8/10/2016  | 5.7E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/15/2017 | 3.9E-01       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 8/16/2016  | 4.0E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/18/2017 | 1.1E-01       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 8/22/2016  | 9.8E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/21/2017 | 1.1E+00       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 8/28/2016  | 7.5E-03       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/24/2017 | 1.4E-01       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 9/3/2016   | 1.4E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/27/2017 | 3.3E-01       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 9/9/2016   | 1.2E-02       | 8006                    | Cuivre (Cu) | 12/30/2017 | 1.1E+00       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 9/15/2016  | 2.6E-02       | WSP                     | Nickel (Ni) | 5/30/2016  | 8.7E-03       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 9/21/2016  | 1.1E-02       | WSP                     | Nickel (Ni) | 6/5/2016   | 9.3E-03       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 9/27/2016  | 2.3E-02       | WSP                     | Nickel (Ni) | 6/11/2016  | 1.2E-02       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 10/3/2016  | 1.1E-01       | WSP                     | Nickel (Ni) | 6/17/2016  | 1.1E-02       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 10/9/2016  | 1.6E-02       | WSP                     | Nickel (Ni) | 6/23/2016  | 1.6E-02       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 10/15/2016 | 1.0E-02       | WSP                     | Nickel (Ni) | 6/29/2016  | 2.3E-02       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 10/21/2016 | 4.0E-01       | WSP                     | Nickel (Ni) | 7/5/2016   | 3.5E-03       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 10/27/2016 | 4.4E-02       | WSP                     | Nickel (Ni) | 7/11/2016  | <3.2E-04      |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 11/2/2016  | 2.1E-02       | WSP                     | Nickel (Ni) | 7/23/2016  | 2.5E-02       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 11/5/2016  | 4.1E-02       | WSP                     | Nickel (Ni) | 7/29/2016  | 1.3E-02       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 11/8/2016  | 1.0E-02       | WSP                     | Nickel (Ni) | 8/4/2016   | 1.1E-02       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 11/11/2016 | 2.2E-02       | WSP                     | Nickel (Ni) | 8/10/2016  | 1.3E-02       |
| WSP                     | Baryum (Ba)    | 11/14/2016 | 1.7E-01       | WSP                     | Nickel (Ni) | 8/16/2016  | 7.2E-03       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 5/30/2016  | 1.1E-04       | WSP                     | Nickel (Ni) | 8/22/2016  | 3.6E-03       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 6/5/2016   | 1.1E-04       | WSP                     | Nickel (Ni) | 8/28/2016  | 6.6E-03       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 6/11/2016  | 1.1E-04       | WSP                     | Nickel (Ni) | 9/3/2016   | 5.2E-03       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 6/17/2016  | 1.1E-04       | WSP                     | Nickel (Ni) | 9/9/2016   | 2.8E-03       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 6/23/2016  | 2.3E-04       | WSP                     | Nickel (Ni) | 9/15/2016  | 2.7E-03       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 6/29/2016  | 2.2E-04       | WSP                     | Nickel (Ni) | 9/21/2016  | 1.7E-03       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 7/5/2016   | 2.3E-04       | WSP                     | Nickel (Ni) | 9/27/2016  | 3.5E-03       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 7/11/2016  | 2.3E-04       | WSP                     | Nickel (Ni) | 10/3/2016  | 1.0E-02       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 7/17/2016  | 2.3E-04       | WSP                     | Nickel (Ni) | 10/9/2016  | 6.7E-03       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 7/23/2016  | 2.3E-04       | WSP                     | Nickel (Ni) | 10/15/2016 | 1.8E-03       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 7/29/2016  | 2.4E-04       | WSP                     | Nickel (Ni) | 10/21/2016 | 5.4E-02       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 8/4/2016   | 2.3E-04       | WSP                     | Nickel (Ni) | 10/27/2016 | 2.4E-02       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 8/10/2016  | 2.3E-04       | WSP                     | Nickel (Ni) | 11/2/2016  | 5.9E-03       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 8/16/2016  | 2.3E-04       | WSP                     | Nickel (Ni) | 11/5/2016  | 1.2E-02       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 8/22/2016  | 2.3E-04       | WSP                     | Nickel (Ni) | 11/8/2016  | 7.9E-03       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 8/28/2016  | 2.3E-04       | WSP                     | Nickel (Ni) | 11/11/2016 | 3.5E-02       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 9/3/2016   | 2.3E-04       | WSP                     | Nickel (Ni) | 11/14/2016 | 1.2E-02       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 9/9/2016   | 2.4E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 1/3/2015   | 5.0E-03       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 9/15/2016  | 2.3E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 1/9/2015   | 6.4E-01       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 9/21/2016  | 2.3E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 1/12/2015  | 1.2E+00       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 9/27/2016  | 2.3E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 1/15/2015  | 7.2E-02       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 10/3/2016  | 2.3E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 1/18/2015  | 1.4E+00       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 10/9/2016  | 2.3E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 1/21/2015  | 7.0E-03       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 10/15/2016 | 2.3E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 3/10/2015  | 2.6E-02       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 10/21/2016 | 2.3E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 3/16/2015  | 3.1E-01       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 10/27/2016 | 2.2E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 3/25/2015  | 2.5E-02       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 11/2/2016  | 2.3E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 3/31/2015  | 2.1E+00       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 11/8/2016  | 1.7E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 4/3/2015   | 1.3E+00       |
| Golf                    | Béryllium (Be) | 11/14/2016 | 1.7E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 4/6/2015   | 1.5E-01       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 5/30/2016  | 1.5E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 4/9/2015   | 5.1E-02       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 6/5/2016   | 1.4E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 4/12/2015  | 9.0E-03       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 6/11/2016  | 1.4E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 4/15/2015  | 4.0E-01       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 6/17/2016  | 1.4E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 4/18/2015  | 4.8E-01       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 6/23/2016  | 2.8E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 4/21/2015  | 1.3E-02       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 6/29/2016  | 2.8E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 4/24/2015  | 9.4E-01       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 7/5/2016   | 2.9E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 4/27/2015  | 1.1E+00       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 7/11/2016  | 2.6E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 4/30/2015  | 1.0E+00       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 7/23/2016  | 2.7E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 5/3/2015   | 3.2E-02       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 7/29/2016  | 2.5E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 5/6/2015   | 3.1E-01       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 8/4/2016   | 2.5E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 5/9/2015   | 9.7E-01       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 8/10/2016  | 2.4E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 5/12/2015  | 9.1E-01       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 8/16/2016  | 2.4E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 5/15/2015  | 1.4E-01       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 8/22/2016  | 2.4E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 5/18/2015  | 1.6E-01       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 8/28/2016  | 2.4E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 5/21/2015  | 1.0E+00       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 9/3/2016   | 2.5E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 5/24/2015  | 2.6E-01       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 9/9/2016   | 2.2E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 5/27/2015  | 1.8E-01       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 9/15/2016  | 2.1E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 5/30/2015  | 1.3E+00       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 9/21/2016  | 2.1E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 6/2/2015   | 1.4E-01       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 9/27/2016  | 2.1E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 6/8/2015   | 7.0E-03       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 10/3/2016  | 2.1E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 6/17/2015  | 2.7E-02       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 10/9/2016  | 2.1E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 6/20/2015  | 3.7E-02       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 10/15/2016 | 2.1E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 6/23/2015  | 5.6E-01       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 10/21/2016 | 2.1E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 6/26/2015  | 1.5E-01       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 10/27/2016 | 2.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 6/29/2015  | 9.2E-02       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 11/2/2016  | 2.1E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 7/2/2015   | 7.3E-01       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 11/5/2016  | 1.6E-04       | 8006                    | Plomb (Pb)  | 7/5/2015   | 2.5E-01       |

| No Station <sup>a</sup> | Etiquette      | Date       | Concentration | No Station <sup>a</sup> | Etiquette  | Date       | Concentration |
|-------------------------|----------------|------------|---------------|-------------------------|------------|------------|---------------|
| WSP                     | Béryllium (Be) | 11/8/2016  | 1.6E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/8/2015   | 3.7E-02       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 11/11/2016 | 1.5E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/14/2015  | 1.0E+00       |
| WSP                     | Béryllium (Be) | 11/14/2016 | 1.6E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/17/2015  | 9.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 1/3/2015   | 6.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/20/2015  | 4.3E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 1/9/2015   | 1.6E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/23/2015  | 1.3E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 1/12/2015  | 4.8E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/26/2015  | 1.5E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 1/15/2015  | 6.6E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/29/2015  | 2.3E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 1/18/2015  | 6.7E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/1/2015   | 2.1E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 1/21/2015  | 9.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/4/2015   | 1.6E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 3/10/2015  | 1.5E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/7/2015   | 2.2E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 3/16/2015  | 3.0E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/10/2015  | 3.9E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 3/25/2015  | 1.3E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/13/2015  | 1.5E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 3/31/2015  | 1.2E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/16/2015  | 1.0E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 4/3/2015   | 8.3E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/19/2015  | 5.0E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 4/6/2015   | 4.5E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/22/2015  | 1.0E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 4/9/2015   | 1.4E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/25/2015  | 1.0E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 4/12/2015  | 7.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/28/2015  | 3.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 4/15/2015  | 1.2E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 9/9/2015   | 7.0E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 4/18/2015  | 6.1E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 9/12/2015  | 9.1E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 4/21/2015  | 8.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 9/15/2015  | 1.3E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 4/24/2015  | 4.7E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 9/18/2015  | 5.2E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 4/27/2015  | 2.0E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 9/21/2015  | 6.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 4/30/2015  | 2.1E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 9/24/2015  | 7.3E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 5/3/2015   | 1.0E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 9/27/2015  | 1.5E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 5/6/2015   | 5.9E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 9/30/2015  | 4.3E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 5/9/2015   | 1.6E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 10/3/2015  | 2.8E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 5/12/2015  | 1.2E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 10/6/2015  | 2.3E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 5/15/2015  | 3.4E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 10/9/2015  | 6.1E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 5/18/2015  | 1.1E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 10/12/2015 | 4.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 5/21/2015  | 1.5E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 10/15/2015 | 2.5E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 5/24/2015  | 3.0E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 10/21/2015 | 1.7E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 5/27/2015  | 3.9E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 10/24/2015 | 5.6E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 5/30/2015  | 3.1E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 10/27/2015 | 2.0E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 6/2/2015   | 4.4E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/2/2015  | 2.6E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 6/8/2015   | 4.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/5/2015  | 1.2E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 6/17/2015  | 1.1E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/8/2015  | <1.0E-03      |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 6/20/2015  | 1.0E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/11/2015 | 4.1E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 6/23/2015  | 2.0E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/14/2015 | 1.6E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 6/26/2015  | 2.2E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/17/2015 | 7.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 6/29/2015  | 3.3E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/20/2015 | 1.4E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 7/2/2015   | 2.1E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/23/2015 | 3.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 7/5/2015   | 2.9E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/26/2015 | 9.7E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 7/8/2015   | 1.0E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/29/2015 | 1.8E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 7/14/2015  | 1.8E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/5/2015  | 5.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 7/17/2015  | 3.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/8/2015  | 8.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 7/20/2015  | 1.6E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/11/2015 | 2.2E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 7/23/2015  | 2.5E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/14/2015 | 5.9E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 7/26/2015  | 6.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/17/2015 | 5.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 7/29/2015  | 1.4E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/20/2015 | 6.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 8/1/2015   | 1.4E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/23/2015 | 4.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 8/4/2015   | 7.2E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/26/2015 | 5.5E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 8/7/2015   | 6.8E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/29/2015 | 1.7E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 8/10/2015  | 1.8E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 1/10/2016  | 2.7E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 8/13/2015  | 2.2E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 1/13/2016  | 3.9E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 8/16/2015  | 1.0E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 1/16/2016  | 6.8E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 8/19/2015  | 1.1E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 1/25/2016  | 1.2E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 8/22/2015  | 9.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 1/28/2016  | 2.5E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 8/25/2015  | 6.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 1/31/2016  | 4.2E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 8/28/2015  | 3.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 2/3/2016   | 1.3E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 9/9/2015   | 5.8E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 2/6/2016   | 9.1E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 9/12/2015  | 1.5E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 2/9/2016   | 5.0E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 9/15/2015  | 5.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 2/12/2016  | 2.1E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 9/18/2015  | 1.1E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 2/15/2016  | 4.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 9/21/2015  | 4.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 2/24/2016  | 1.3E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 9/24/2015  | 9.5E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 2/27/2016  | 3.0E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 9/27/2015  | 1.0E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 3/1/2016   | 4.8E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 9/30/2015  | 1.2E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 3/4/2016   | 2.3E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 10/3/2015  | 1.0E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 3/7/2016   | 2.1E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 10/6/2015  | <1.0E-04      | 8006                    | Plomb (Pb) | 3/10/2016  | 2.4E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 10/9/2015  | 2.2E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 3/19/2016  | 1.3E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 10/12/2015 | <1.0E-04      | 8006                    | Plomb (Pb) | 3/22/2016  | 4.1E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 10/15/2015 | 7.9E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 3/25/2016  | 2.9E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 10/21/2015 | 4.8E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 3/28/2016  | 2.0E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 10/24/2015 | 9.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 3/31/2016  | 5.2E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 10/27/2015 | 1.1E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 4/3/2016   | 5.2E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 11/2/2015  | 2.7E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 4/6/2016   | 2.5E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 11/5/2015  | 6.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 4/21/2016  | 4.7E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 11/8/2015  | <1.0E-04      | 8006                    | Plomb (Pb) | 4/24/2016  | 8.2E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 11/11/2015 | 1.6E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 4/27/2016  | 1.2E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 11/14/2015 | 2.0E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 4/30/2016  | 4.1E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 11/17/2015 | 4.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 5/6/2016   | 4.4E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 11/20/2015 | 1.0E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 5/9/2016   | 1.5E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 11/23/2015 | 3.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 5/12/2016  | 2.7E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 11/26/2015 | 2.3E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 5/15/2016  | 9.9E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 11/29/2015 | 7.9E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 5/18/2016  | 3.4E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 12/5/2015  | 4.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 5/21/2016  | 3.5E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 12/8/2015  | 2.7E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 5/24/2016  | 1.8E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd)   | 12/11/2015 | 3.2E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 5/27/2016  | 1.4E+00       |



| No Station <sup>a</sup> | Etiquette    | Date       | Concentration | No Station <sup>a</sup> | Etiquette  | Date       | Concentration |
|-------------------------|--------------|------------|---------------|-------------------------|------------|------------|---------------|
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 12/14/2015 | 2.4E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 5/30/2016  | 4.1E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 12/17/2015 | 2.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 6/2/2016   | 1.2E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 12/20/2015 | 5.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 6/5/2016   | 1.3E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 12/23/2015 | 3.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 6/8/2016   | 1.4E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 12/26/2015 | 1.7E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 6/11/2016  | 9.2E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 12/29/2015 | 6.1E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 6/14/2016  | 1.7E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 1/10/2016  | 6.8E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 6/20/2016  | 2.4E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 1/13/2016  | 1.2E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 6/23/2016  | 2.0E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 1/16/2016  | 1.5E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 6/29/2016  | 1.3E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 1/25/2016  | 6.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/2/2016   | 1.8E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 1/28/2016  | 3.5E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/5/2016   | 1.2E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 1/31/2016  | 8.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/8/2016   | 2.7E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 2/3/2016   | 6.4E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/11/2016  | 3.4E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 2/6/2016   | 5.4E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/14/2016  | 4.5E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 2/9/2016   | 1.1E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/17/2016  | 1.5E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 2/12/2016  | 4.7E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/20/2016  | 1.2E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 2/15/2016  | 4.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/23/2016  | 1.3E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 2/24/2016  | 1.3E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/26/2016  | 1.7E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 2/27/2016  | 5.3E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/29/2016  | 2.6E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 3/1/2016   | 3.0E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/1/2016   | 2.1E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 3/4/2016   | 7.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/4/2016   | 1.8E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 3/7/2016   | 9.0E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/7/2016   | 3.8E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 3/10/2016  | 6.1E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/10/2016  | 6.0E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 3/19/2016  | 2.9E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/13/2016  | 2.0E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 3/22/2016  | 1.2E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/16/2016  | 6.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 3/25/2016  | 9.9E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/19/2016  | 1.0E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 3/28/2016  | 4.3E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/22/2016  | 3.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 3/31/2016  | 2.4E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/25/2016  | 8.4E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 4/3/2016   | 2.2E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/28/2016  | 1.0E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 4/6/2016   | 1.6E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/31/2016  | 1.0E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 4/21/2016  | 1.2E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 9/3/2016   | 1.5E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 4/24/2016  | 2.4E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 9/6/2016   | 1.4E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 4/27/2016  | 3.1E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 9/9/2016   | 1.5E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 4/30/2016  | 1.1E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 9/12/2016  | 7.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 5/6/2016   | 1.6E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 9/15/2016  | 9.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 5/9/2016   | 3.5E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 9/18/2016  | 4.5E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 5/12/2016  | 8.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 9/21/2016  | 4.3E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 5/15/2016  | 2.6E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 9/27/2016  | 7.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 5/18/2016  | 5.3E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 9/30/2016  | 4.0E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 5/21/2016  | 1.5E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 10/2/2016  | 4.3E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 5/24/2016  | 2.2E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 10/6/2016  | 4.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 5/27/2016  | 5.2E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 10/9/2016  | 1.8E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 5/30/2016  | 3.6E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 10/15/2016 | 7.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 6/2/2016   | 7.4E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 10/24/2016 | 2.7E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 6/5/2016   | 3.7E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 10/30/2016 | 1.6E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 6/8/2016   | 2.1E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/2/2016  | 9.0E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 6/11/2016  | 6.9E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/5/2016  | 1.9E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 6/14/2016  | 1.1E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/8/2016  | 8.0E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 6/20/2016  | 1.2E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/14/2016 | 3.4E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 6/23/2016  | 2.1E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/17/2016 | 2.2E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 6/29/2016  | 1.2E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/23/2016 | 4.4E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 7/2/2016   | 1.4E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/29/2016 | 7.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 7/5/2016   | 7.9E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/5/2016  | 4.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 7/8/2016   | 6.7E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/8/2016  | 9.2E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 7/11/2016  | 1.2E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/11/2016 | 7.4E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 7/14/2016  | 1.5E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/23/2016 | 1.6E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 7/17/2016  | 1.1E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/26/2016 | 1.5E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 7/20/2016  | 5.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/29/2016 | 2.4E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 7/23/2016  | 1.4E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 1/4/2017   | 4.9E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 7/26/2016  | 4.1E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 1/7/2017   | 1.8E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 7/29/2016  | 9.2E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 1/19/2017  | 1.9E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 8/1/2016   | 5.1E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 1/22/2017  | 5.1E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 8/4/2016   | 6.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 1/25/2017  | 6.2E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 8/7/2016   | 1.1E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 2/3/2017   | 2.7E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 8/10/2016  | 1.4E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 2/6/2017   | 6.9E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 8/13/2016  | 5.0E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 2/9/2017   | 4.2E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 8/16/2016  | 5.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 2/15/2017  | 2.0E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 8/19/2016  | 4.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 2/18/2017  | 3.7E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 8/22/2016  | 2.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 2/21/2017  | 1.8E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 8/25/2016  | 5.4E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 2/24/2017  | 3.8E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 8/28/2016  | 9.4E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 2/27/2017  | 2.4E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 8/31/2016  | 2.6E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 3/5/2017   | 2.4E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 9/3/2016   | 7.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 3/8/2017   | 1.6E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 9/6/2016   | 5.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 3/11/2017  | 7.8E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 9/9/2016   | 6.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 3/17/2017  | 3.0E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 9/12/2016  | 3.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 3/20/2017  | 1.1E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 9/15/2016  | 3.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 3/29/2017  | 1.9E+01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 9/18/2016  | 1.7E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 4/7/2017   | 4.0E+01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 9/21/2016  | 6.6E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 4/10/2017  | 1.5E+01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 9/27/2016  | 5.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 4/13/2017  | 2.0E+01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 9/30/2016  | 8.3E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 4/16/2017  | 3.8E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 10/2/2016  | 7.9E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 4/19/2017  | 6.4E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 10/6/2016  | <1.0-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 5/7/2017   | 1.6E+01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 10/9/2016  | 5.8E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 5/10/2017  | 1.7E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 10/15/2016 | <1.0-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 5/13/2017  | 7.8E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 10/24/2016 | 1.4E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 5/19/2017  | 7.1E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 10/30/2016 | 1.8E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 5/22/2017  | 3.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 11/2/2016  | 2.8E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 5/25/2017  | 3.1E-01       |

| No Station <sup>a</sup> | Etiquette    | Date       | Concentration | No Station <sup>a</sup> | Etiquette  | Date       | Concentration |
|-------------------------|--------------|------------|---------------|-------------------------|------------|------------|---------------|
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 11/5/2016  | 5.2E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 5/28/2017  | 3.4E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 11/8/2016  | 2.2E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 5/31/2017  | 1.2E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 11/14/2016 | 7.3E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 6/6/2017   | 5.6E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 11/17/2016 | 4.8E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 6/9/2017   | 3.1E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 11/23/2016 | 2.1E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 6/12/2017  | 1.3E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 11/29/2016 | 5.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 6/15/2017  | 5.0E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 12/5/2016  | 3.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 6/18/2017  | 2.9E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 12/8/2016  | 5.3E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 6/21/2017  | 1.0E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 12/11/2016 | 1.4E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 6/24/2017  | 2.2E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 12/23/2016 | 9.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 6/27/2017  | 2.1E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 12/26/2016 | 1.5E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 6/30/2017  | 2.6E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 12/29/2016 | 1.5E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/3/2017   | 1.4E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 1/4/2017   | 1.6E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/15/2017  | 2.2E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 1/7/2017   | 1.4E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/18/2017  | 5.9E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 1/19/2017  | 4.0E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/24/2017  | 4.5E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 1/22/2017  | 5.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/27/2017  | 1.7E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 1/25/2017  | 1.1E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 7/30/2017  | 3.0E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 2/3/2017   | 2.4E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/2/2017   | 8.2E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 2/6/2017   | 2.4E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/5/2017   | 1.0E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 2/9/2017   | 4.3E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/8/2017   | 6.1E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 2/15/2017  | 5.4E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/11/2017  | 2.2E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 2/18/2017  | 4.1E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/14/2017  | 8.5E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 2/21/2017  | 1.6E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/17/2017  | 1.7E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 2/24/2017  | 6.8E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/20/2017  | 2.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 2/27/2017  | 5.1E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/23/2017  | 3.5E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 3/5/2017   | 9.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 8/29/2017  | 3.2E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 3/8/2017   | 8.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 9/10/2017  | 6.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 3/11/2017  | 2.5E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 9/16/2017  | 2.2E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 3/17/2017  | 4.2E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 9/19/2017  | 3.4E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 3/20/2017  | 3.5E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 9/22/2017  | 4.8E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 3/29/2017  | 4.5E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 10/4/2017  | 5.8E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 4/7/2017   | 8.3E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/3/2017  | 2.3E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 4/10/2017  | 8.4E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/6/2017  | 1.6E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 4/13/2017  | 2.4E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/9/2017  | 6.4E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 4/16/2017  | 1.4E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/15/2017 | 1.7E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 4/19/2017  | 2.1E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/18/2017 | 4.8E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 5/7/2017   | 7.1E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/21/2017 | 8.9E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 5/10/2017  | 2.2E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/24/2017 | 2.6E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 5/13/2017  | 1.8E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/27/2017 | 2.5E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 5/19/2017  | 3.1E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 11/30/2017 | 4.5E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 5/22/2017  | 2.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/6/2017  | 7.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 5/25/2017  | 9.0E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/9/2017  | 1.4E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 5/28/2017  | 1.4E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/12/2017 | 9.7E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 5/31/2017  | 8.0E-04       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/15/2017 | 2.8E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 6/6/2017   | 1.5E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/18/2017 | 7.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 6/9/2017   | 1.1E-02       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/21/2017 | 4.4E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 6/12/2017  | 5.0E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/24/2017 | 5.0E-03       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 6/15/2017  | 2.1E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/27/2017 | 1.2E-02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 6/18/2017  | 1.0E-03       | 8006                    | Plomb (Pb) | 12/30/2017 | 4.3E-01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 6/21/2017  | 3.5E-02       | Golf                    | PST        | 6/11/2016  | 1.3E+01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 6/24/2017  | 5.1E-02       | Golf                    | PST        | 6/17/2016  | 6.5E+01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 6/27/2017  | 8.8E-03       | Golf                    | PST        | 6/23/2016  | 1.2E+02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 6/30/2017  | 8.0E-04       | Golf                    | PST        | 6/29/2016  | 1.3E+02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 7/3/2017   | 2.6E-02       | Golf                    | PST        | 7/5/2016   | 1.2E+02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 7/15/2017  | 4.3E-03       | Golf                    | PST        | 7/11/2016  | 5.7E+01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 7/18/2017  | 3.7E-03       | Golf                    | PST        | 7/17/2016  | 1.1E+02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 7/24/2017  | 1.1E-02       | Golf                    | PST        | 7/23/2016  | 2.2E+01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 7/27/2017  | 2.4E-02       | Golf                    | PST        | 7/29/2016  | 7.9E+01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 7/30/2017  | 1.1E-02       | Golf                    | PST        | 8/4/2016   | 5.0E+01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 8/2/2017   | 1.7E-02       | Golf                    | PST        | 8/10/2016  | 2.7E+02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 8/5/2017   | 4.1E-02       | Golf                    | PST        | 8/16/2016  | 2.3E+01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 8/8/2017   | 7.1E-03       | Golf                    | PST        | 8/22/2016  | 7.8E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 8/11/2017  | 8.2E-03       | Golf                    | PST        | 8/28/2016  | 3.4E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 8/14/2017  | 2.2E-03       | Golf                    | PST        | 9/3/2016   | 1.7E+01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 8/17/2017  | 4.3E-03       | Golf                    | PST        | 9/9/2016   | 9.9E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 8/20/2017  | 4.0E-04       | Golf                    | PST        | 9/15/2016  | 1.2E+01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 8/23/2017  | 2.1E-03       | Golf                    | PST        | 9/21/2016  | 2.0E+01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 8/29/2017  | 8.0E-04       | Golf                    | PST        | 9/27/2016  | 3.0E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 9/10/2017  | 7.0E-04       | Golf                    | PST        | 10/3/2016  | 6.6E+00       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 9/16/2017  | 3.4E-03       | Golf                    | PST        | 10/15/2016 | <5.0E-01      |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 9/19/2017  | 1.4E-02       | Golf                    | PST        | 10/27/2016 | 1.2E+02       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 9/22/2017  | 2.0E-03       | Golf                    | PST        | 11/2/2016  | 1.2E+01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 10/4/2017  | 1.7E-02       | Golf                    | PST        | 11/8/2016  | 1.7E+01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 11/3/2017  | 1.5E-02       | Golf                    | PST        | 11/14/2016 | 2.4E+01       |
| 8006                    | Cadmium (Cd) | 11/6/2017  | 6.5E-03       |                         |            |            |               |



**Tableau H-2 Concentrations (en mg/kg) tirées de Henderson et coll. (2002) retenues pour estimer les teneurs de fond dans les sols de la zone d'étude**

| Échantillon | X<br>(UTM Z17N) | Y<br>(UTM Z17N) | Profondeur<br>minimale (m) | Profondeur<br>maximale (m) | Élévation<br>(m) | Distance du<br>Projet (km) | Arsenic | Baryum | Béryllium | Cadmium | Cuivre | Nickel | Plomb |
|-------------|-----------------|-----------------|----------------------------|----------------------------|------------------|----------------------------|---------|--------|-----------|---------|--------|--------|-------|
| 97HJB0018-H | 645947          | 5346620         | 0.00                       | 0.02                       | 305              | 2                          | 68      | 210    | <0,5      | 70      | 3850   | 38     | 2820  |
| 99HJB7002-H | 646450          | 5349120         | 0.00                       | 0.05                       | 338              | 3                          | 24      | 150    | <0,5      | 59.5    | 2790   | 28     | 2750  |
| 98HJB5082-H | 649990          | 5344090         | 0.00                       | 0.07                       | 240              | 3                          | 66      | 120    | <0,5      | 123     | 3710   | 28     | 3090  |
| 98HJB6001-H | 649990          | 5344090         | 0.00                       | 0.07                       | 240              | 3                          | 50      | 100    | <0,5      | 104.5   | 2260   | 23     | 2630  |
| 98HJB6002-H | 649990          | 5344090         | 0.00                       | 0.07                       | 240              | 3                          | 44      | 100    | <0,5      | 109     | 2970   | 22     | 2930  |
| 98HJB6003-H | 649990          | 5344090         | 0.00                       | 0.06                       | 240              | 3                          | 54      | 100    | <0,5      | 115     | 2920   | 23     | 3720  |
| 98HJB6004-H | 649990          | 5344090         | 0.00                       | 0.07                       | 240              | 3                          | 82      | 120    | <0,5      | 143     | 4130   | 30     | 3900  |
| 98HJB6005-H | 649990          | 5344090         | 0.00                       | 0.07                       | 240              | 3                          | 68      | 180    | <0,5      | 135     | 4040   | 28     | 4300  |
| 98HJB6006-H | 649990          | 5344090         | 0.00                       | 0.08                       | 240              | 3                          | 60      | 110    | <0,5      | 115.5   | 4450   | 28     | 3420  |
| 98HJB6007-H | 649990          | 5344090         | 0.00                       | 0.09                       | 240              | 3                          | 124     | 130    | <0,5      | 115     | 4250   | 36     | 3120  |
| 98HJB6008-H | 649990          | 5344090         | 0.00                       | 0.05                       | 240              | 3                          | 50      | 130    | <0,5      | 72.5    | 2350   | 27     | 2950  |
| 98HJB6009-H | 649990          | 5344090         | 0.00                       | 0.08                       | 240              | 3                          | 64      | 130    | <0,5      | 139     | 3390   | 30     | 3670  |
| 97HJB0014-H | 650100          | 5344850         | 0.00                       | 0.02                       | 305              | 3                          | 50      | 150    | <0,5      | 37.5    | 2930   | 22     | 2870  |
| 97HJB0003-H | 643680          | 5345500         | 0.00                       | 0.05                       | 297              | 4                          | 160     | 210    | <0,5      | 80.5    | 2840   | 27     | 1840  |
| 98HJB5008-H | 646851          | 5342238         | 0.00                       | 0.03                       | 335              | 4                          | 66      | 100    | <0,5      | 38.5    | 904    | 19     | 1255  |
| 99HJB7003-H | 647190          | 5348654         | 0.00                       | 0.02                       | 376              | 4                          | 40      | 190    | <0,5      | 48.5    | 2230   | 23     | 3890  |
| 97HJB0015-H | 650650          | 5343000         | 0.00                       | 0.05                       | 305              | 4                          | 90      | 250    | <0,5      | 106.5   | 3780   | 35     | 2770  |
| 98HJB5053-H | 656058          | 5351342         | 0.00                       | 0.05                       | 270              | 4                          | 32      | 40     | <0,5      | 11      | 372    | 8      | 1110  |
| 98HJB5007-H | 643396          | 5342058         | 0.00                       | 0.04                       | 215              | 5                          | 32      | 170    | <0,5      | 37      | 1205   | 32     | 1170  |
| 97HJB0004-H | 642260          | 5345300         | 0.02                       | 0.05                       | 305              | 5                          | 80      | 220    | <0,5      | 52      | 2260   | 23     | 1295  |
| 98HJB5065-A | 646696          | 5348177         | 0.02                       | 0.03                       | 330              | 2                          | 290     | 140    | <0,5      | 53.5    | 6100   | 22     | 1670  |
| 98HJB5065-H | 646696          | 5348177         | 0.00                       | 0.02                       | 330              | 2                          | 80      | 180    | <0,5      | 97.5    | 5410   | 35     | 5370  |
| 98HJB6008-C | 649990          | 5344090         | 0.00                       | 0.51                       | 240              | 3                          | 6       | 110    | 0.5       | 1.0     | 27     | 36     | 8     |
| 98HJB6009-C | 649990          | 5344090         | 0.00                       | 0.45                       | 240              | 3                          | 2       | 100    | <0,5      | <0,5    | 23     | 36     | 10    |
| 97HJB0015-B | 650650          | 5343000         | 0.02                       | 0.12                       | 305              | 4                          | 6       | 20     | <0,5      | <0,5    | 11     | 19     | 6     |
| 98HJB5065-B | 646696          | 5348177         | 0.04                       | 0.10                       | 330              | 2                          | 14      | 80     | 0.5       | 5.0     | 574    | 32     | 70    |
| 99HJB7002-B | 646450          | 5349120         | 0.05                       | 0.10                       | 338              | 3                          | 10      | 120    | <0,5      | 4.0     | 207    | 37     | 36    |
| 98HJB5007-A | 643396          | 5342058         | 0.05                       | 0.08                       | 215              | 5                          | 16      | 50     | <0,5      | 2.0     | 149    | 23     | 44    |
| 98HJB5082-B | 649990          | 5344090         | 0.09                       | 0.16                       | 240              | 3                          | 6       | 80     | <0,5      | <0,5    | 33     | 27     | 8     |
| 98HJB6001-B | 649990          | 5344090         | 0.10                       | 0.20                       | 240              | 3                          | 12      | 70     | <0,5      | 1.0     | 104    | 29     | 22    |
| 98HJB6009-B | 649990          | 5344090         | 0.10                       | 0.20                       | 240              | 3                          | 4       | 60     | <0,5      | 0.5     | 52     | 28     | 8     |
| 98HJB5053-B | 656058          | 5351342         | 0.10                       | 0.15                       | 270              | 4                          | 10      | 70     | <0,5      | 1.0     | 21     | 28     | 14    |
| 98HJB5007-B | 643396          | 5342058         | 0.10                       | 1.15                       | 215              | 5                          | <2      | 10     | <0,5      | <0,5    | 32     | 34     | <2    |
| 98HJB6003-B | 649990          | 5344090         | 0.11                       | 0.17                       | 240              | 3                          | 14      | 80     | <0,5      | <0,5    | 57     | 31     | 10    |
| 98HJB6004-B | 649990          | 5344090         | 0.11                       | 0.21                       | 240              | 3                          | 8       | 60     | <0,5      | <0,5    | 54     | 30     | 10    |
| 98HJB6007-B | 649990          | 5344090         | 0.11                       | 0.20                       | 240              | 3                          | 24      | 70     | <0,5      | 4.5     | 202    | 28     | 14    |
| 98HJB6008-B | 649990          | 5344090         | 0.11                       | 0.26                       | 240              | 3                          | 6       | 90     | <0,5      | 2.0     | 68     | 35     | 10    |
| 98HJB6006-B | 649990          | 5344090         | 0.12                       | 0.18                       | 240              | 3                          | 16      | 80     | <0,5      | <0,5    | 57     | 32     | 10    |
| 97HJB0014-B | 650100          | 5344850         | 0.13                       | 0.20                       | 305              | 3                          | 6       | 10     | <0,5      | <0,5    | 16     | 19     | 2     |
| 97HJB0003-B | 643680          | 5345500         | 0.13                       | 0.26                       | 297              | 4                          | <2      | 10     | <0,5      | <0,5    | 13     | 15     | 2     |
| 97HJB0018-B | 645947          | 5346620         | 0.15                       | 0.25                       | 305              | 2                          | 6       | 30     | <0,5      | 1.5     | 61     | 15     | 2     |
| 98HJB6002-B | 649990          | 5344090         | 0.15                       | 0.22                       | 240              | 3                          | 10      | 80     | <0,5      | <0,5    | 29     | 30     | 8     |
| 98HJB6005-B | 649990          | 5344090         | 0.15                       | 0.25                       | 240              | 3                          | 8       | 50     | <0,5      | 0.5     | 41     | 26     | 12    |
| 98HJB5008-B | 646851          | 5342238         | 0.15                       | 0.20                       | 335              | 4                          | <2      | 10     | <0,5      | 0.5     | 41     | 22     | <2    |
| 97HJB0004-B | 642260          | 5345300         | 0.15                       | 0.25                       | 305              | 5                          | 4       | 40     | <0,5      | <0,5    | 280    | 25     | 6     |
| 98HJB5065-C | 646696          | 5348177         | 0.20                       | 0.25                       | 330              | 2                          | <2      | 210    | 1.0       | <0,5    | 58     | 50     | 14    |
| 99HJB7003-B | 647190          | 5348654         | 0.20                       | 0.25                       | 376              | 4                          | <2      | 20     | <0,5      | 0.5     | 27     | 24     | <2    |
| 98HJB5082-C | 649990          | 5344090         | 0.30                       | 0.35                       | 240              | 3                          | 4       | 130    | 0.5       | <0,5    | 29     | 39     | 6     |
| 98HJB6001-C | 649990          | 5344090         | 0.30                       | 0.50                       | 240              | 3                          | 4       | 80     | <0,5      | <0,5    | 17     | 23     | 8     |
| 98HJB6002-C | 649990          | 5344090         | 0.30                       | 0.50                       | 240              | 3                          | 10      | 130    | 0.5       | <0,5    | 28     | 39     | 10    |
| 98HJB6005-C | 649990          | 5344090         | 0.36                       | 0.56                       | 240              | 3                          | 4       | 70     | <0,5      | <0,5    | 17     | 34     | 10    |
| 99HJB7002-C | 646450          | 5349120         | 0.50                       | 0.60                       | 338              | 3                          | 2       | 240    | 0.5       | <0,5    | 43     | 56     | 16    |
| 98HJB5008-C | 646851          | 5342238         | 0.60                       | 0.65                       | 335              | 4                          | <2      | 30     | <0,5      | <0,5    | 60     | 25     | 2     |
| 97HJB0015-C | 650650          | 5343000         | 0.60                       | 0.70                       | 305              | 4                          | 2       | 10     | <0,5      | <0,5    | 12     | 16     | 2     |
| 97HJB0004-C | 642260          | 5345300         | 0.60                       | 0.63                       | 305              | 5                          | <2      | 20     | <0,5      | <0,5    | 194    | 23     | <2    |
| 98HJB5007-C | 643396          | 5342058         | 0.70                       | 0.80                       | 215              | 5                          | 4       | 10     | <0,5      | <0,5    | 63     | 36     | <2    |
| 97HJB0003-C | 643680          | 5345500         | 0.76                       | 0.90                       | 297              | 4                          | 2       | 10     | <0,5      | <0,5    | 60     | 20     | <2    |
| 97HJB0018-C | 645947          | 5346620         | 0.80                       | 0.90                       | 305              | 2                          | 6       | 10     | <0,5      | <0,5    | 69     | 21     | 2     |
| 97HJB0014-C | 650100          | 5344850         | 0.90                       | 0.95                       | 305              | 3                          | 6       | 10     | <0,5      | <0,5    | 25     | 21     | 2     |
| 99HJB7003-C | 647190          | 5348654         | 1.00                       | 1.20                       | 376              | 4                          | 2       | 30     | <0,5      | <0,5    | 37     | 24     | <2    |
| 97HJB0015-S | 650650          | 5343000         | 1.10                       | 1.20                       | 305              | 4                          | 2       | 10     | <0,5      | <0,5    | 13     | 14     | <2    |
| 98HJB5053-C | 656058          | 5351342         | 1.45                       | 1.55                       | 270              | 4                          | 2       | 140    | 0.5       | <0,5    | 35     | 44     | 6     |

Note: Toutes les données sont tirées de Henderson, P. J., Knight, R. D. et McMartin, I. (2002). Geochemistry of soils within a 100 km radius of the Horne Cu smelter, Rouyn-Noranda, Québec. Geological Survey of Canada open file 4169. Terrain Sciences Division, Geological Survey of Canada. [https://geochem.nrcan.gc.ca/cdogs/content/pub/pub008022\\_e.htm](https://geochem.nrcan.gc.ca/cdogs/content/pub/pub008022_e.htm).

Tableau H-3 Concentrations (en mg/L) considérées pour estimer les teneurs de fond dans l'eau de surface de la zone d'étude

| Source                     | Référence   | Nom de la station | Identification du plan d'eau | Statut | Secteur | Date       | X (UTM Z17N) | Y (UTM Z17N) | Distance du Projet (km) | Arsenic  | Baryum   | Béryllium | Cadmium  | Cuivre   | Nickel   | Plomb    |
|----------------------------|-------------|-------------------|------------------------------|--------|---------|------------|--------------|--------------|-------------------------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 11  | Dallaire          | Ruisseau Dallaire            | Inclus | CMH5    | 5/2/2016   | 651700       | 5347730      | 4.7                     | 3.3E-03  | 2.1E-02  | <0,00001  | 4.9E-03  | 2.8E-01  | 2.9E-02  | 1.5E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 11  | Dallaire          | Ruisseau Dallaire            | Inclus | CMH5    | 5/26/2016  | 651700       | 5347730      | 4.7                     | 3.2E-03  | 7.3E-03  |           | 3.8E-04  | 3.8E-02  | 1.8E-03  | 3.5E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 11  | Dallaire          | Ruisseau Dallaire            | Inclus | CMH5    | 6/22/2016  | 651700       | 5347730      | 4.7                     | 3.6E-03  | 6.6E-03  | 3.00E-05  | 2.3E-04  | 3.1E-02  | 1.9E-03  | 2.2E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 11  | Dallaire          | Ruisseau Dallaire            | Inclus | CMH5    | 7/21/2016  | 651700       | 5347730      | 4.7                     | 5.7E-03  | 9.1E-03  |           | 3.8E-04  | 2.4E-02  | 2.5E-03  | 5.7E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 11  | Dallaire          | Ruisseau Dallaire            | Inclus | CMH5    | 8/22/2016  | 651700       | 5347730      | 4.7                     | 5.7E-03  | 7.8E-03  | 2.00E-05  | 1.4E-04  | 1.6E-02  | 2.1E-03  | 3.9E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 11  | Dallaire          | Ruisseau Dallaire            | Inclus | CMH5    | 9/27/2016  | 651700       | 5347730      | 4.7                     | 3.3E-03  | 7.9E-03  |           | 6.2E-05  | 1.2E-02  | 2.0E-03  | 1.6E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 25  | ES-3              | Ruisseau ES-3                | Inclus | CMH5    | 5/3/2017   | 645465       | 5348718      | 3.0                     | 1.9E-03  | 5.6E-03  | 1.30E-05  | 5.9E-04  | 4.1E-02  | 1.1E-03  | 2.5E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 25  | ES-3              | Ruisseau ES-3                | Inclus | CMH5    | 6/5/2017   | 645465       | 5348718      | 3.0                     | 4.9E-03  | 7.4E-03  | 1.30E-05  | 8.9E-04  | 5.0E-02  | 1.4E-03  | 3.3E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 25  | ES-3              | Ruisseau ES-3                | Inclus | CMH5    | 7/13/2017  | 645465       | 5348718      | 3.0                     | 8.7E-03  | 7.3E-03  | 1.60E-05  | 5.3E-04  | 3.1E-02  | 1.5E-03  | 4.3E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 25  | ES-3              | Ruisseau ES-3                | Inclus | CMH5    | 8/16/2017  | 645465       | 5348718      | 3.0                     | 4.0E-03  | 6.4E-03  | 1.40E-05  | 5.4E-04  | 4.2E-02  | 1.3E-03  | 2.3E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 25  | ES-3              | Ruisseau ES-3                | Inclus | CMH5    | 9/11/2017  | 645465       | 5348718      | 3.0                     | 3.9E-03  | 6.0E-03  | <0,00001  | 3.9E-04  | 3.7E-02  | 1.2E-03  | 3.6E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 25  | ES-3              | Ruisseau ES-3                | Inclus | CMH5    | 10/23/2017 | 645465       | 5348718      | 3.0                     | 2.2E-03  | 4.8E-03  |           | 2.9E-04  | 1.1E-02  | 5.8E-04  | 2.1E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 26  | ES-4              | Ruisseau ES-4                | Inclus | CMH5    | 5/3/2017   | 644814       | 5349777      | 4.2                     | 2.1E-03  | 3.4E-03  | <0,00001  | 2.2E-04  | 1.8E-02  | 6.6E-04  | 1.5E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 26  | ES-4              | Ruisseau ES-4                | Inclus | CMH5    | 6/5/2017   | 644814       | 5349777      | 4.2                     | 4.8E-03  | 5.4E-03  | <0,00001  | 3.5E-04  | 2.3E-02  | 1.1E-03  | 2.0E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 26  | ES-4              | Ruisseau ES-4                | Inclus | CMH5    | 7/13/2017  | 644814       | 5349777      | 4.2                     | 2.1E-02  | 1.1E-02  | 1.20E-05  | 2.5E-04  | 6.3E-03  | 1.7E-03  | 3.0E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 26  | ES-4              | Ruisseau ES-4                | Inclus | CMH5    | 8/16/2017  | 644814       | 5349777      | 4.2                     | 5.4E-03  | 8.4E-03  | 1.80E-05  | 2.8E-04  | 2.1E-02  | 1.6E-03  | 2.5E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 26  | ES-4              | Ruisseau ES-4                | Inclus | CMH5    | 9/11/2017  | 644814       | 5349777      | 4.2                     | 6.4E-03  | 6.8E-03  | 1.60E-05  | 2.4E-04  | 1.1E-02  | 1.3E-03  | 2.4E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 26  | ES-4              | Ruisseau ES-4                | Inclus | CMH5    | 10/23/2017 | 644814       | 5349777      | 4.2                     | 3.5E-03  | 5.7E-03  | <0,00001  | 2.7E-04  | 1.5E-02  | 8.1E-04  | 1.7E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 29  | Marlon            | Ruisseau Marlon              | Inclus | CMH5    | 5/3/2017   | 645157       | 5349133      | 3.5                     | 2.3E-03  | 5.5E-03  | <0,00001  | 2.7E-04  | 1.7E-02  | 7.4E-04  | 2.3E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 29  | Marlon            | Ruisseau Marlon              | Inclus | CMH5    | 6/5/2017   | 645157       | 5349133      | 3.5                     | 4.2E-03  | 6.0E-03  | <0,00001  | 4.6E-04  | 1.9E-02  | 8.4E-04  | 2.2E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 29  | Marlon            | Ruisseau Marlon              | Inclus | CMH5    | 7/13/2017  | 645157       | 5349133      | 3.5                     | 2.5E-02  | 1.0E-02  | 1.70E-05  | 6.9E-04  | 2.3E-02  | 1.9E-03  | 8.6E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 29  | Marlon            | Ruisseau Marlon              | Inclus | CMH5    | 8/16/2017  | 645157       | 5349133      | 3.5                     | 2.9E-03  | 5.1E-03  | <0,00001  | 2.6E-04  | 1.1E-02  | 6.8E-04  | 1.7E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 29  | Marlon            | Ruisseau Marlon              | Inclus | CMH5    | 9/11/2017  | 645157       | 5349133      | 3.5                     | 4.4E-03  | 5.1E-03  | <0,00001  | 3.1E-04  | 1.1E-02  | 1.0E-03  | 3.1E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 29  | Marlon            | Ruisseau Marlon              | Inclus | CMH5    | 10/23/2017 | 645157       | 5349133      | 3.5                     | 3.4E-03  | 7.1E-03  | <0,00001  | 3.0E-04  | 2.8E-02  | 1.0E-03  | 3.7E-03  |
| Proulx (2015) <sup>b</sup> | tableau 4-4 | Osisko 1          | Lac Osisko                   | Inclus | CMH5    | 7/28/2010  | 647197       | 5345046      | 1.3                     | 2.80E-03 | 2.90E-02 | <0,000008 | 6.60E-05 | 5.20E-03 | 1.40E-03 | 9.90E-04 |
| Proulx (2015) <sup>b</sup> | tableau 4-4 | Osisko 1          | Lac Osisko                   | Inclus | CMH5    | 10/26/2010 | 647197       | 5345046      | 1.3                     | 2.10E-03 | 2.50E-02 | <0,000008 | 1.70E-04 | 1.50E-02 | 2.10E-03 | 2.50E-03 |
| Proulx (2015) <sup>b</sup> | tableau 4-4 | Osisko 1          | Lac Osisko                   | Inclus | CMH5    | 3/30/2011  | 647197       | 5345046      | 1.3                     | 1.60E-03 | 3.00E-02 | <0,00002  | <0,00003 | 1.80E-02 | 2.00E-03 | <0,004   |
| Proulx (2015) <sup>b</sup> | tableau 4-4 | Osisko 1          | Lac Osisko                   | Inclus | CMH5    | 5/25/2011  | 647197       | 5345046      | 1.3                     | 1.60E-03 | 2.70E-02 | <0,000008 | 2.20E-04 | 9.10E-03 | 2.10E-03 | 9.90E-04 |
| Proulx (2015) <sup>b</sup> | tableau 4-4 | Osisko 1          | Lac Osisko                   | Inclus | CMH5    | 7/19/2011  | 647197       | 5345046      | 1.3                     | 2.40E-03 | 2.80E-02 | <0,000008 | 5.80E-05 | 5.10E-03 | 1.30E-03 | 5.00E-04 |
| Proulx (2015) <sup>b</sup> | tableau 4-4 | Osisko 2          | Lac Osisko                   | Inclus | CMH5    | 7/28/2010  | 649126       | 5345138      | 2.2                     | 2.70E-03 | 2.40E-02 | <0,000008 | 1.10E-04 | 7.60E-03 | 1.30E-03 | 1.50E-03 |
| Proulx (2015) <sup>b</sup> | tableau 4-4 | Osisko 2          | Lac Osisko                   | Inclus | CMH5    | 10/26/2010 | 649126       | 5345138      | 2.2                     | 1.60E-03 | 2.60E-02 | <0,000008 | 2.70E-04 | 5.00E-03 | 1.90E-03 | 6.60E-04 |
| Proulx (2015) <sup>b</sup> | tableau 4-4 | Osisko 2          | Lac Osisko                   | Inclus | CMH5    | 3/30/2011  | 649126       | 5345138      | 2.2                     | 1.40E-03 | 3.20E-02 | <0,00002  | <0,00003 | 2.80E-02 | 2.00E-03 | <0,004   |
| Proulx (2015) <sup>b</sup> | tableau 4-4 | Osisko 2          | Lac Osisko                   | Inclus | CMH5    | 5/25/2011  | 649126       | 5345138      | 2.2                     | 1.50E-03 | 2.60E-02 | <0,000008 | 2.20E-04 | 8.80E-03 | 2.00E-03 | 8.80E-04 |
| Proulx (2015) <sup>b</sup> | tableau 4-4 | Osisko 2          | Lac Osisko                   | Inclus | CMH5    | 7/19/2011  | 649126       | 5345138      | 2.2                     | 2.50E-03 | 2.80E-02 | <0,000008 | 5.50E-05 | 4.20E-03 | 1.40E-03 | 2.90E-04 |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 12  | Osisko            | Ruisseau Osisko              | Exclus | -       | 5/2/2016   | 649731       | 5346263      | 2.5                     | 2.5E-03  | 3.3E-02  | 2.00E-05  | 1.7E-03  | 3.0E-02  | 5.7E-03  | 3.8E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 12  | Osisko            | Ruisseau Osisko              | Exclus | -       | 5/26/2016  | 649731       | 5346263      | 2.5                     | 4.0E-03  | 2.7E-02  |           | 3.0E-03  | 1.1E-01  | 2.3E-02  | 1.7E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 12  | Osisko            | Ruisseau Osisko              | Exclus | -       | 6/22/2016  | 649731       | 5346263      | 2.5                     | 6.2E-03  | 3.6E-02  | <0,00001  | 1.2E-03  | 7.9E-02  | 9.5E-03  | 2.4E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 12  | Osisko            | Ruisseau Osisko              | Exclus | -       | 7/21/2016  | 649731       | 5346263      | 2.5                     | 8.2E-03  | 4.5E-02  |           | 6.9E-04  | 6.5E-02  | 6.2E-03  | 1.7E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 12  | Osisko            | Ruisseau Osisko              | Exclus | -       | 8/22/2016  | 649731       | 5346263      | 2.5                     | 6.4E-03  | 4.0E-02  | <0,00001  | 1.3E-03  | 1.6E-01  | 1.1E-02  | 2.4E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 12  | Osisko            | Ruisseau Osisko              | Exclus | -       | 9/27/2016  | 649731       | 5346263      | 2.5                     | 5.0E-03  | 4.0E-02  |           | 1.4E-03  | 2.8E-01  | 1.5E-02  | 2.3E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 13  | R-1               | Ruisseau R-1                 | Exclus | -       | 5/2/2016   | 648307       | 5347179      | 1.4                     | 2.1E-03  | 4.8E-03  | <0,00001  | 4.6E-04  | 3.6E-02  | 1.0E-03  | 2.0E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 13  | R-1               | Ruisseau R-1                 | Exclus | -       | 5/26/2016  | 648307       | 5347179      | 1.4                     | 3.5E-03  | 3.2E-02  |           | 2.1E-03  | 5.8E-02  | 6.5E-03  | 2.0E-02  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 13  | R-1               | Ruisseau R-1                 | Exclus | -       | 6/22/2016  | 648307       | 5347179      | 1.4                     | 1.4E-03  | 2.0E-02  | <0,00001  | 4.6E-04  | 2.6E-02  | 2.9E-03  | 1.4E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 13  | R-1               | Ruisseau R-1                 | Exclus | -       | 7/21/2016  | 648307       | 5347179      | 1.4                     | 1.2E-02  | 1.6E-02  |           | 3.2E-04  | 2.4E-02  | 3.2E-03  | 2.1E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 13  | R-1               | Ruisseau R-1                 | Exclus | -       | 8/22/2016  | 648307       | 5347179      | 1.4                     | 2.7E-03  | 2.2E-02  | <0,00001  | 7.2E-04  | 3.5E-02  | 3.4E-03  | 1.3E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 13  | R-1               | Ruisseau R-1                 | Exclus | -       | 9/27/2016  | 648307       | 5347179      | 1.4                     | 1.9E-03  | 2.9E-02  |           | 1.3E-03  | 2.3E-02  | 5.8E-03  | 3.7E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 14  | R-2               | Ruisseau R-2                 | Exclus | -       | 5/2/2016   | 647763       | 5346928      | 0.8                     | 8.0E-04  | 2.8E-02  | 3.00E-05  | 4.3E-03  | 1.8E-01  | 2.2E-02  | 2.6E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 14  | R-2               | Ruisseau R-2                 | Exclus | -       | 5/26/2016  | 647763       | 5346928      | 0.8                     | 7.5E-04  | 2.4E-02  |           | 3.1E-03  | 7.6E-02  | 2.2E-02  | 8.8E-04  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 14  | R-2               | Ruisseau R-2                 | Exclus | -       | 6/22/2016  | 647763       | 5346928      | 0.8                     | 6.2E-04  | 2.7E-02  | 2.00E-05  | 3.3E-03  | 7.4E-02  | 2.6E-02  | 5.5E-04  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 14  | R-2               | Ruisseau R-2                 | Exclus | -       | 7/21/2016  | 647763       | 5346928      | 0.8                     | 3.6E-02  | 4.1E-02  |           | 7.5E-03  | 8.5E-01  | 6.5E-02  | 3.3E-02  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 14  | R-2               | Ruisseau R-2                 | Exclus | -       | 8/22/2016  | 647763       | 5346928      | 0.8                     | 1.1E-03  | 3.3E-02  | <0,00001  | 2.4E-03  | 6.6E-02  | 2.4E-02  | 2.5E-03  |
| WSP (2017) <sup>a</sup>    | tableau 14  | R-2               | Ruisseau R-2                 | Exclus | -       | 9/27/2016  | 647763       | 5346928      | 0.8                     | 2.0E-03  | 3.3E-02  |           | 5.8E-03  | 4.2E-01  | 2.9E-02  | 5.2E-03  |

Cellule grisée : Valeur jugée suspecte sur la base du test de Rosner (degré de signification de 1%) et non retenue pour la détermination de la LSC95.

a : WSP (2017). Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec. Étude sectorielle - Qualité des eaux de surface et des sédiments, décembre 2017. Projet No : 151-11330-09. Rapport de WSP pour Ressources Falco Ltée.

**Tableau H-4 Concentrations (en mg/kg<sub>frais</sub>) considérées pour estimer les teneurs de fond dans la chair des poissons de la zone d'étude**

| Lac          | Distance du Projet (km) | Statut | Espèce    | Taille de l'échantillon (N) | Année | Arsenic | Baryum | Béryllium | Cadmium | Cuivre | Nickel | Plomb |
|--------------|-------------------------|--------|-----------|-----------------------------|-------|---------|--------|-----------|---------|--------|--------|-------|
| Osisko       | 1.3                     | Inclus | Doré      | 7                           | 2009  | 0.19    | 0.006  | -         | < 0,009 | 0.4    | 0.014  | 0.004 |
| Osisko       | 1.3                     | Inclus | Perchaude | 7                           | 2009  | 0.15    | 0.018  | -         | <0,009  | 0.3    | 0.014  | 0.012 |
| Osisko       | 1.3                     | Inclus | Perchaude | 16                          | 2011  | 0.24    | 0.025  | -         | <0,009  | 0.18   | <0,005 | 0.012 |
| Rouyn        | 4.5                     | Inclus | Doré      | 1                           | 2009  | 0.38    | 0.006  | -         | <0,009  | 0.3    | 0.011  | 0.003 |
| Rouyn        | 4.5                     | Inclus | Perchaude | 19                          | 2009  | 0.5     | 0.01   | -         | <0,009  | 0.27   | 0.016  | 0.006 |
| Rouyn        | 4.5                     | Inclus | Perchaude | 14                          | 2011  | 0.56    | 0.01   | -         | 0.01    | 0.22   | 0.009  | 0.007 |
| Dufault      | 6.0                     | Inclus | Doré      | 1                           | 2008  | 0.11    | 0.009  | -         | 0.009   | 0.14   | 0.005  | 0.007 |
| Dasserat - 2 | 30                      | Exclus | Doré      | 1                           | 2008  | 0.07    | 0.019  | -         | 0.009   | 0.21   | 0.03   | 0.004 |
| Dasserat - 1 | 30                      | Exclus | Doré      | 1                           | 2008  | 0.04    | 0.007  | -         | 0.009   | 0.1    | 0.013  | 0.003 |
| Labyrinthe   | 36                      | Exclus | Doré      | 1                           | 2008  | 0.05    | 0.007  | -         | 0.009   | 0.11   | 0.01   | 0.004 |
| Hébert       | 44                      | Exclus | Doré      | 1                           | 2008  | 0.03    | 0.008  | -         | 0.009   | 0.17   | 0.012  | 0.003 |

Données tirées de Proulx, I., Ponton, D. et Trudel, G. (2015). Étude sur l'état du lac Osisko, Rouyn-Noranda, Québec. Rapport présenté aux membres du groupe de travail sur le lac Osisko : Ville de Rouyn-Noranda, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Agence Régionale de Santé et de Services Sociaux, et Fonderie Horne (Glencore). Rapport. 85 p. + annexes.

**Tableau H-5 Concentrations (en mg/kg) considérées pour estimer les teneurs de fond dans les sédiments de la zone d'étude**

| Nom de l'échantillon | Identification du plan d'eau | Statut | Secteur | Arsenic | Baryum | Béryllium | Cadmium | Cuivre | Nickel | Plomb |
|----------------------|------------------------------|--------|---------|---------|--------|-----------|---------|--------|--------|-------|
| R-D-1                | Ruisseau Dallaire            | Inclus | CMH5    | 14.4    | 108    | <0,1      | 3.36    | 386    | 36     | 132   |
| R-D-2                | Ruisseau Dallaire            | Inclus | CMH5    | 7.31    | 67.8   | <0,1      | 1.3     | 117    | 24.4   | 26    |
| R-D-3                | Ruisseau Dallaire            | Inclus | CMH5    | 7.89    | 73.1   | <0,1      | 0.708   | 94     | 28.9   | 22.2  |
| R-D-4                | Ruisseau Dallaire            | Inclus | CMH5    | 10.3    | 120    | <0,1      | 1.54    | 139    | 35.1   | 35.6  |
| R-D-5                | Ruisseau Dallaire            | Inclus | CMH5    | 10      | 129    | <0,1      | 1.3     | 224    | 39     | 41.8  |
| ES-3-1               | Ruisseau ES-3                | Inclus | CMH5    | 4.37    | 138    | 1.3       | 0.034   | 22     | 41.7   | 9.76  |
| ES-3-2               | Ruisseau ES-3                | Inclus | CMH5    | 4.14    | 192    | 1.7       | 0.016   | 25     | 50.4   | 9.77  |
| Marlon-1             | Ruisseau Marlon              | Inclus | CMH5    | 7.8     | 147    | 1.1       | 1.96    | 41     | 37.7   | 22.9  |
| Marlon-2             | Ruisseau Marlon              | Inclus | CMH5    | 3.9     | 144    | 1.2       | 0.049   | 28     | 39.1   | 8.42  |
| ES-4-1               | Ruisseau ES-4                | Inclus | CMH5    | 5.17    | 168    | 1.4       | <0,005  | 17     | 45.4   | 11.2  |
| ES-4-2               | Ruisseau ES-4                | Inclus | CMH5    | 3.92    | 126    | 1.2       | <0,005  | 12     | 36.2   | 8.45  |
| Landry-1             | Ruisseau Landry              | Inclus | CMH5    | 4.06    | 145    | 1.2       | 0.108   | 20     | 43     | 8.15  |
| Landry-2             | Ruisseau Landry              | Inclus | CMH5    | 4.88    | 119    | 1.1       | 0.066   | 17     | 36.1   | 8.27  |
| R-O-1                | Ruisseau Osisko              | Exclus | -       | 58.4    | 176    | <0,1      | 14.86   | 1141   | 102    | 59.5  |
| R-O-2                | Ruisseau Osisko              | Exclus | -       | 105     | 159    | <0,1      | 29.48   | 2234   | 112    | 123   |
| R-O-3                | Ruisseau Osisko              | Exclus | -       | 27.1    | 68.8   | <0,1      | 5.82    | 464    | 36.1   | 36.4  |
| R-O-4                | Ruisseau Osisko              | Exclus | -       | 40.9    | 151    | <0,1      | 12.38   | 912    | 84.5   | 44    |
| R-O-5                | Ruisseau Osisko              | Exclus | -       | 119     | 126    | <0,1      | 31.95   | 3227   | 84.9   | 126   |
| R-1-1                | Ruisseau R-1                 | Exclus | -       | 68.6    | 247    | <0,1      | 2.99    | 2274   | 60.1   | 201   |
| R-1-2                | Ruisseau R-1                 | Exclus | -       | 42.5    | 333    | <0,1      | 1.59    | 1181   | 47     | 142   |
| R-1-3                | Ruisseau R-1                 | Exclus | -       | 63.5    | 198    | <0,1      | 3.13    | 1644   | 59.6   | 225   |
| R-1-4                | Ruisseau R-1                 | Exclus | -       | 68.6    | 64.2   | <0,1      | <0,005  | 1221   | 37.2   | 162   |
| R-1-5                | Ruisseau R-1                 | Exclus | -       | 72.4    | 128    | <0,1      | 8.21    | 1386   | 37.1   | 165   |
| R-2-1                | Ruisseau R-2                 | Exclus | -       | 26.1    | 80     | <0,1      | 0.315   | 1049   | 35.4   | 143   |
| R-2-2                | Ruisseau R-2                 | Exclus | -       | 40      | 59.4   | <0,1      | 0.849   | 1718   | 25.8   | 118   |
| R-2-3                | Ruisseau R-2                 | Exclus | -       | 35.3    | 56.3   | <0,1      | 1.7     | 1539   | 30.3   | 118   |
| R-2-4                | Ruisseau R-2                 | Exclus | -       | 66.7    | 90.5   | <0,1      | 0.111   | 3050   | 31.9   | 196   |
| R-2-5                | Ruisseau R-2                 | Exclus | -       | 80.7    | 90.5   | <0,1      | 0.756   | <5     | 51.2   | 178   |

Données tirées des tableaux 38 à 40 de WSP (2017). Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec. Étude sectorielle - Qualité des eaux de surface et des sédiments, décembre 2017. Projet No : 151-11330-09. Rapport de WSP pour Ressources Falco Ltée.

Tableau H-6 Données utilisées pour estimer les teneurs de fond dans les invertébrés aquatiques et benthiques de la zone d'étude

| Plan d'eau échantillonné | Type de sédiments | Arsenic                            |                   |            | Baryum                             |                   |            | Cadmium                            |                   |            | Cuivre                             |                   |            | Nickel                             |                   |            |
|--------------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|------------|------------------------------------|-------------------|------------|------------------------------------|-------------------|------------|------------------------------------|-------------------|------------|------------------------------------|-------------------|------------|
|                          |                   | Chironomus (mg/kg <sub>sec</sub> ) | Sédiments (mg/kg) | Eau (mg/L) | Chironomus (mg/kg <sub>sec</sub> ) | Sédiments (mg/kg) | Eau (mg/L) | Chironomus (mg/kg <sub>sec</sub> ) | Sédiments (mg/kg) | Eau (mg/L) | Chironomus (mg/kg <sub>sec</sub> ) | Sédiments (mg/kg) | Eau (mg/L) | Chironomus (mg/kg <sub>sec</sub> ) | Sédiments (mg/kg) | Eau (mg/L) |
| Lac Dufault              | Anoxiques         | 5.0                                | 98.9              | 1.15E-03   |                                    |                   |            | 18.8                               | 39.3              | 3.75E-04   | 244.3                              | 3468.4            | 1.00E-02   | 1.6                                | 42.3              | 8.16E-04   |
| Lac D'Alembert           | Anoxiques         | 2.1                                | 16.2              | 1.52E-03   |                                    |                   |            | 5.2                                | 6.3               |            | 50.7                               | 146.1             |            | 3.7                                | 34.6              |            |
| Lac D'Alembert           | Oxiques           | 2.5                                | 20.7              | 1.52E-03   |                                    |                   |            | 24.3                               | 5.8               |            | 71.8                               | 139.1             |            | 2.8                                | 33.5              |            |
| Lac Duprat               | Anoxiques         | 1.1                                | 18.3              | 8.08E-04   | 2.8                                | 103.0             | 2.55E-03   | 5.3                                | 7.3               | 3.37E-05   | 78.2                               | 230.5             | 2.68E-03   | 0.6                                | 29.2              | 7.22E-04   |
| Lac Duprat               | Oxiques           | 0.4                                | 27.0              | 8.08E-04   | 0.6                                | 101.1             | 2.55E-03   | 33.0                               | 5.9               | 3.37E-05   | 82.2                               | 199.4             | 2.68E-03   | 0.3                                | 27.5              | 7.22E-04   |
| Lac Marlon               | Anoxiques         | 1.2                                | 29.6              | 3.23E-03   | 3.3                                | 114.5             | 4.67E-03   | 0.6                                | 10.7              | 1.53E-04   | 32.4                               | 702.3             | 1.12E-02   | 0.8                                | 38.5              | 7.92E-04   |
| Lac Marlon               | Oxiques           | 0.9                                | 23.0              | 3.23E-03   | 1.0                                | 112.3             | 4.67E-03   | 53.0                               | 11.1              | 1.53E-04   | 68.1                               | 737.2             | 1.12E-02   | 0.4                                | 38.4              | 7.92E-04   |
| Lac Osisko               | Anoxiques         | 1.4                                | 214.9             | 1.32E-03   | 0.4                                | 107.2             | 2.39E-02   | 1.8                                | 103.9             | 5.40E-05   | 44.1                               | 9450.7            | 3.34E-03   | 0.6                                | 83.2              | 1.93E-03   |
| Lac Osisko               | Oxiques           | 2.6                                | 198.8             | 1.32E-03   | 1.1                                | 108.9             | 2.39E-02   | 10.4                               | 106.0             | 5.40E-05   | 84.1                               | 9336.4            | 3.34E-03   | 0.8                                | 81.8              | 1.93E-03   |
| Lac Pelletier            | Oxiques           | 1.2                                | 17.8              | 1.06E-03   | 5.5                                | 123.8             | 1.80E-02   | 5.0                                | 8.6               | 1.69E-05   | 40.6                               | 442.0             | 2.46E-03   | 1.6                                | 52.3              | 2.18E-03   |
| Lac Rouyn                | Oxiques           | 2.1                                | 78.1              | 1.83E-03   | 0.8                                | 99.1              | 2.02E-02   | 9.1                                | 76.4              | 4.39E-04   | 52.8                               | 2879.1            | 6.54E-03   | 1.0                                | 59.1              | 6.06E-03   |

Données tirées de Proulx, I. (2014). Évaluation du potentiel d'utiliser les larves de Chironomus comme biomoniteurs de la biodisponibilité des éléments traces dans les sédiments. 275 p. Thèse de doctorat en Sciences de l'eau (Université du Québec. Institut national de la recherche scientifique, Québec Canada). <http://espace.inrs.ca/id/eprint/3284/1/T00714.pdf>.

## **ANNEXE I**

---

Apports alimentaires en métaux pour la population générale

**CONTRIBUTION DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES À L'EXPOSITION À CERTAINS MÉTAUX**  
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec

Sanexen Services Environnementaux inc.

Ressources Falco Ltée

**TABLEAU I-1**  
Doses alimentaires (mg/kg-pc par jour) documentées pour la population en général

| Substance | Apport alimentaire (mg/kg-pc par jour) |              |             |              |          | Méthode de détermination                                                                                                                                                                                                                | Source              |
|-----------|----------------------------------------|--------------|-------------|--------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|           | 0 – 6 mois                             | >0,5 – 4 ans | >4 – 11 ans | >11 – 19 ans | 20 ans+  |                                                                                                                                                                                                                                         |                     |
| Arsenic   | 2,37E-03                               | 1,80E-03     | 1,13E-03    | 6,45E-04     | 5,63E-04 | Adultes : dose d'exposition estimée à partir de l'apport quotidien moyen rapporté pour les Canadiens par Santé Canada <sup>c</sup> ;<br>Autres tranches d'âge : doses calculées à partir de celle obtenue pour les adultes <sup>b</sup> | Santé Canada (2006) |
| Baryum    | 1,85E-02                               | 2,11E-02     | 1,56E-02    | 8,45E-03     | 6,32E-03 | Étude sur l'alimentation totale des Canadiens menée en 2003 (Montréal) <sup>c</sup>                                                                                                                                                     | Santé Canada (2011) |
| Béryllium | 1,48E-05                               | 1,05E-05     | 6,00E-06    | 3,50E-06     | 3,10E-06 | Étude sur l'alimentation totale des Canadiens menée en 2003 (Montréal) <sup>c</sup>                                                                                                                                                     | Santé Canada (2011) |
| Cadmium   | 2,52E-04                               | 5,18E-04     | 4,70E-04    | 2,75E-04     | 1,95E-04 | Étude sur l'alimentation totale des Canadiens menée en 2003 (Montréal) <sup>c</sup>                                                                                                                                                     | Santé Canada (2011) |
| Cuivre    | 6,15E-02                               | 4,89E-02     | 4,00E-02    | 2,45E-02     | 2,25E-02 | Étude sur l'alimentation totale des Canadiens menée en 2003 (Montréal) <sup>c</sup>                                                                                                                                                     | Santé Canada (2011) |
| Nickel    | 1,32E-02                               | 9,35E-03     | 6,30E-03    | 3,70E-03     | 3,07E-03 | Étude sur l'alimentation totale des Canadiens menée en 2003 (Montréal) <sup>c</sup>                                                                                                                                                     | Santé Canada (2011) |
| Plomb     | 3,65E-04                               | 2,88E-04     | 2,10E-04    | 1,35E-04     | 1,32E-04 | Étude sur l'alimentation totale des Canadiens menée en 2003 (Montréal) <sup>c</sup>                                                                                                                                                     | Santé Canada (2011) |

a À partir des poids corporels indiqués par l'INSPQ (2012).

b À partir des taux de consommation d'aliments recommandés par le MSSS (2002) et des poids corporels indiqués par l'INSPQ (2012).

c Les doses alimentaires fournies par Santé Canada pour différentes classes d'âge (0-1 mois, 2-3 mois, 4-6 mois, 7-9 mois, 10-12 mois, 1-4 ans, 5-11 ans, 12-19 ans, 20-39 ans, 40-64 ans et 65 ans et plus) ont été pondérées afin de correspondre à la durée des classes d'âge recommandées par (INSPQ, 2012) et retenues dans la présente étude (6 mois, 4,5 ans, 7 ans, 8 ans et 50 ans).



## RÉFÉRENCES

ATSDR (2012). Toxicological Profile for Vanadium. U.S. Department of Health and Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp.asp?id=276&tid=50>.

Committee on Toxicity of Chemicals in Food, C. P. a. t. E. (2008). 2006 UK Total Diet Study of Metals and other Elements. TOX/2008/29. <http://cot.food.gov.uk/pdfs/tox200829.pdf>.

INSPQ (2005). Validation des critères B et C de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés - Protection de la santé humaine. Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). 66 pages + annexes.

INSPQ (2012). Lignes directrices pour la réalisation des évaluations du risque toxicologique d'origine environnementale au Québec. Institut national de santé publique du Québec. 163 pages. [http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1440\\_LignesDirectRealEvaRisqueToxicoOrigEnviroSanteHum.pdf](http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1440_LignesDirectRealEvaRisqueToxicoOrigEnviroSanteHum.pdf).

Institute of Medicine (2001). Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc. A Report of the Panel of Micronutrients, Subcommittees on Upper Reference Levels of Nutrients and of Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes, Food and Nutrition Board. National Academy Press, Washington, D.C. <http://www.nap.edu/catalog/10026.html>.

Leblanc, J.-C., Guérin, T., Noël, L., Calamassi-Tran, G., Volatier, J.-L. et Verger, P. (2005). Dietary exposure estimates of 18 elements from the 1st French Total Diet Study. *Food Additives & Contaminants* **22**(7): 624-641. <https://doi.org/10.1080/02652030500135367>.

MSSS (2002). Lignes directrices pour la réalisation des évaluations du risque toxicologique pour la santé humaine dans le cadre de la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement et de l'examen des projets de réhabilitation de terrains contaminés. Ministère de la santé et des services sociaux du Québec, Québec, Canada. ISBN 2-550-39389-9. 125 pages. [www.msss.gouv.qc.ca](http://www.msss.gouv.qc.ca).

Sanexen (2009). Canadian Soil Quality Guidelines for Contaminated Sites. Human Health Effects : Chromium. Scientific Supporting Document (Final). Sanexen Services Environnementaux inc. - Rapport préparé pour Santé Canada, Varennes QC. 224 pages.

Santé Canada (1986). Recommandations pour la qualité de l'eau potable - L'argent. [http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/doc\\_sup-appui/silver-argent/index\\_f.html](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/doc_sup-appui/silver-argent/index_f.html).

Santé Canada (1997). Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada - L'antimoine. 10. <http://www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/eau/rqep.htm>.

Santé Canada (2003). Apports alimentaires moyens (µg/kg poids corporel/jour) de microéléments chez les Canadiens de différents groupes d'âge-sexe, Étude de la diète totale menée entre 1993 et 1999. Santé Canada, Aliments et nutrition. [http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/surveill/total-diet/intake-apport/metal\\_intake-plomb\\_apport\\_93-99\\_f.html](http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/surveill/total-diet/intake-apport/metal_intake-plomb_apport_93-99_f.html).

Santé Canada (2006). Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada - L'arsenic. Document technique. Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable du Comité fédéral-provincial-territorial sur la santé et l'environnement, Santé Canada, Ottawa, ON. 37. [http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/doc\\_sup-appui/arsenic/index\\_f.html](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/doc_sup-appui/arsenic/index_f.html).

Santé Canada (2011). Apports alimentaires moyens (µg/kg poids corporel/jour) de microéléments chez les Canadiens de différents groupes d'âge-sexe, selon l'Étude sur l'alimentation totale menée en 2003. Santé Canada, Aliments et nutrition. [http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/surveill/total-diet/intake-apport/chem\\_age-sex\\_chim\\_2003-fra.php](http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/surveill/total-diet/intake-apport/chem_age-sex_chim_2003-fra.php).

WHO (1982). Environmental Health Criteria 24 - Titanium. International Programme on Chemical Safety, World Health Organization, Geneva. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc24.htm>.

## ANNEXE J

---

Détail des doses de métaux estimées pour chacune des voies d'exposition

Tableau J-1 Doses (mg/kg-pc par jour) estimées par voie d'exposition

Exposition additionnelle

| Voie d'exposition | Ingestion |           |          |           |             |                | Cutané   |           |          |           |             |                | Inhalation |           |          |           |             |                |
|-------------------|-----------|-----------|----------|-----------|-------------|----------------|----------|-----------|----------|-----------|-------------|----------------|------------|-----------|----------|-----------|-------------|----------------|
| Substances        | 0-6 mois  | 0,5-4 ans | 5-11 ans | 12-19 ans | 20 ans et + | Femmes adultes | 0-6 mois | 0,5-4 ans | 5-11 ans | 12-19 ans | 20 ans et + | Femmes adultes | 0-6 mois   | 0,5-4 ans | 5-11 ans | 12-19 ans | 20 ans et + | Femmes adultes |
| Arsenic           | 5.7E-09   | 1.4E-08   | 6.9E-09  | 3.5E-09   | 2.9E-09     | 1.2E-08        | 2.4E-10  | 1.8E-10   | 1.5E-10  | 1.2E-10   | 1.2E-10     | 1.2E-10        | 4.3E-10    | 3.9E-10   | 3.2E-10  | 2.5E-10   | 1.9E-10     | 1.8E-10        |
| Baryum            | 1.5E-08   | 3.9E-08   | 2.5E-08  | 1.3E-08   | 1.1E-08     | 1.2E-08        | 6.2E-11  | 4.7E-11   | 3.9E-11  | 3.2E-11   | 3.0E-11     | 3.1E-11        | 3.3E-10    | 3.0E-10   | 2.5E-10  | 1.9E-10   | 1.4E-10     | 1.4E-10        |
| Béryllium         | 2.7E-10   | 7.2E-10   | 4.5E-10  | 2.4E-10   | 2.0E-10     | 2.1E-10        | 1.1E-12  | 8.5E-13   | 7.1E-13  | 5.8E-13   | 5.4E-13     | 5.6E-13        | 5.2E-12    | 4.7E-12   | 3.9E-12  | 3.1E-12   | 2.3E-12     | 2.2E-12        |
| Cadmium           | 4.9E-09   | 1.3E-08   | 8.1E-09  | 4.4E-09   | 3.5E-09     | 3.8E-09        | 2.0E-12  | 1.5E-12   | 1.3E-12  | 1.0E-12   | 9.6E-13     | 9.9E-13        | 1.5E-10    | 1.4E-10   | 1.1E-10  | 8.7E-11   | 6.5E-11     | 6.4E-11        |
| Cuivre            | 6.1E-07   | 1.6E-06   | 1.0E-06  | 5.6E-07   | 4.5E-07     | 4.9E-07        | 2.5E-09  | 1.9E-09   | 1.6E-09  | 1.3E-09   | 1.2E-09     | 1.2E-09        | 1.7E-08    | 1.6E-08   | 1.3E-08  | 1.0E-08   | 7.5E-09     | 7.4E-09        |
| Nickel            | 1.8E-08   | 4.1E-08   | 2.6E-08  | 1.4E-08   | 1.1E-08     | 1.2E-08        | 2.6E-10  | 1.9E-10   | 1.6E-10  | 1.3E-10   | 1.2E-10     | 1.3E-10        | 2.9E-10    | 2.6E-10   | 2.2E-10  | 1.7E-10   | 1.3E-10     | 1.2E-10        |
| Plomb             | 2.6E-08   | 6.8E-08   | 4.3E-08  | 2.3E-08   | 1.9E-08     | 2.0E-08        | 1.1E-10  | 8.0E-11   | 6.7E-11  | 5.4E-11   | 5.1E-11     | 5.2E-11        | 7.6E-10    | 6.9E-10   | 5.7E-10  | 4.5E-10   | 3.3E-10     | 3.3E-10        |

Exposition bruit de fond

| Voie d'exposition | Ingestion |           |          |           |             |                | Cutané   |           |          |           |             |                | Inhalation |           |          |           |             |                |
|-------------------|-----------|-----------|----------|-----------|-------------|----------------|----------|-----------|----------|-----------|-------------|----------------|------------|-----------|----------|-----------|-------------|----------------|
| Substances        | 0-6 mois  | 0,5-4 ans | 5-11 ans | 12-19 ans | 20 ans et + | Femmes adultes | 0-6 mois | 0,5-4 ans | 5-11 ans | 12-19 ans | 20 ans et + | Femmes adultes | 0-6 mois   | 0,5-4 ans | 5-11 ans | 12-19 ans | 20 ans et + | Femmes adultes |
| Arsenic           | 1.4E-03   | 2.8E-03   | 1.4E-03  | 7.6E-04   | 6.2E-04     | 2.2E-03        | 4.1E-05  | 5.5E-05   | 4.6E-05  | 2.7E-05   | 2.5E-05     | 2.6E-05        | 7.7E-05    | 7.0E-05   | 5.8E-05  | 4.6E-05   | 3.4E-05     | 3.3E-05        |
| Baryum            | 1.9E-02   | 3.2E-02   | 2.3E-02  | 1.3E-02   | 1.1E-02     | 1.2E-02        | 1.7E-05  | 2.9E-05   | 2.4E-05  | 1.3E-05   | 1.2E-05     | 1.2E-05        | 1.2E-04    | 1.1E-04   | 9.4E-05  | 7.3E-05   | 5.4E-05     | 5.3E-05        |
| Béryllium         | 1.3E-05   | 2.7E-05   | 1.9E-05  | 1.1E-05   | 9.8E-06     | 1.0E-05        | 1.1E-08  | 5.7E-08   | 4.8E-08  | 1.7E-08   | 1.6E-08     | 1.7E-08        | 7.6E-08    | 6.9E-08   | 5.7E-08  | 4.5E-08   | 3.3E-08     | 3.3E-08        |
| Cadmium           | 2.6E-03   | 5.7E-03   | 4.7E-03  | 2.6E-03   | 2.5E-03     | 2.7E-03        | 9.8E-08  | 2.5E-07   | 2.1E-07  | 9.2E-08   | 8.7E-08     | 8.9E-08        | 5.2E-06    | 4.8E-06   | 4.0E-06  | 3.1E-06   | 2.3E-06     | 2.3E-06        |
| Cuivre            | 9.9E-02   | 1.8E-01   | 1.2E-01  | 7.2E-02   | 6.0E-02     | 6.4E-02        | 1.4E-04  | 4.4E-04   | 3.7E-04  | 1.5E-04   | 1.4E-04     | 1.5E-04        | 8.4E-04    | 7.7E-04   | 6.4E-04  | 5.0E-04   | 3.7E-04     | 3.6E-04        |
| Nickel            | 8.2E-03   | 7.9E-03   | 5.4E-03  | 3.1E-03   | 2.5E-03     | 2.6E-03        | 3.3E-06  | 1.4E-05   | 1.2E-05  | 4.4E-06   | 4.1E-06     | 4.2E-06        | 6.0E-06    | 5.5E-06   | 4.5E-06  | 3.5E-06   | 2.6E-06     | 2.6E-06        |
| Plomb             | 2.2E-02   | 7.0E-02   | 4.5E-02  | 2.5E-02   | 2.0E-02     | 2.1E-02        | 8.9E-05  | 1.3E-04   | 1.1E-04  | 6.0E-05   | 5.7E-05     | 5.8E-05        | 6.8E-04    | 6.2E-04   | 5.1E-04  | 4.0E-04   | 3.0E-04     | 2.9E-04        |

Tableau J-2 Détail des doses (mg/kg pc par jour) estimées, par voie et milieu d'exposition

Exposition additionnelle\*

| Voie        | Ingestion              |         |               |               |               |               |         |         |               |               |         | Contact cutané |         |                        |         |         |         |          |                | Inhalation    |         |               |         |
|-------------|------------------------|---------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------|---------|---------------|---------------|---------|----------------|---------|------------------------|---------|---------|---------|----------|----------------|---------------|---------|---------------|---------|
| Média       | Poussières intérieures |         | Fruits        | Légumes       | Poisson       | Viande        | Sol     |         | Eau potable   | Lait maternel |         | Air            |         | Poussières intérieures |         | Sol     |         | Baignade | Eau domestique | Air extérieur |         | Air intérieur |         |
| Saison      | Été                    | Hiver   | Toute l'année | Toute l'année | Toute l'année | Toute l'année | Été     | Hiver   | Toute l'année | Été           | Hiver   | Été            | Hiver   | Été                    | Hiver   | Été     | Hiver   | Été      | Toute l'année  | Été           | Hiver   | Été           | Hiver   |
| 0 - 6 mois  |                        |         |               |               |               |               |         |         |               |               |         |                |         |                        |         |         |         |          |                |               |         |               |         |
| Arsenic     | 2.2E-09                | 3.2E-09 | 1.3E-09       | 1.7E-09       | 0.0E+00       | 1.1E-12       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 2.2E-12       | 2.2E-12 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 3.1E-10                | 1.8E-10 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 6.1E-11       | 1.4E-11 | 3.7E-10       | 4.1E-10 |
| Baryum      | 2.3E-09                | 3.3E-09 | 5.2E-09       | 6.8E-09       | 0.0E+00       | 5.1E-13       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 5.3E-11       | 5.3E-11 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 7.9E-11                | 4.5E-11 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 4.7E-11       | 1.0E-11 | 2.8E-10       | 3.1E-10 |
| Béryllium   | 4.2E-11                | 5.9E-11 | 9.5E-11       | 1.2E-10       | 0.0E+00       | 1.3E-13       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 1.1E-14       | 9.7E-15 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 1.4E-12                | 8.2E-13 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 7.4E-13       | 1.7E-13 | 4.5E-12       | 4.9E-12 |
| Cadmium     | 7.4E-10                | 1.1E-09 | 1.7E-09       | 2.3E-09       | 0.0E+00       | 2.4E-12       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 4.9E-11       | 4.8E-11 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 2.5E-12                | 1.5E-12 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 2.1E-11       | 4.7E-12 | 1.3E-10       | 1.4E-10 |
| Cuivre      | 9.2E-08                | 1.3E-07 | 2.1E-07       | 2.8E-07       | 0.0E+00       | 1.0E-09       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 8.5E-09       | 8.4E-09 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 3.2E-09                | 1.8E-09 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 2.5E-09       | 5.5E-10 | 1.5E-08       | 1.6E-08 |
| Nickel      | 2.4E-09                | 3.4E-09 | 5.4E-09       | 7.0E-09       | 0.0E+00       | 1.0E-11       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 2.9E-09       | 2.7E-09 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 3.3E-10                | 1.9E-10 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 4.2E-11       | 9.2E-12 | 2.5E-10       | 2.8E-10 |
| Plomb       | 3.9E-09                | 5.6E-09 | 8.9E-09       | 1.2E-08       | 0.0E+00       | 1.1E-11       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 4.6E-11       | 4.7E-11 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 1.3E-10                | 7.7E-11 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 1.1E-10       | 2.4E-11 | 6.6E-10       | 7.2E-10 |
| 0,5 - 4 ans |                        |         |               |               |               |               |         |         |               |               |         |                |         |                        |         |         |         |          |                |               |         |               |         |
| Arsenic     | 4.3E-09                | 6.1E-09 | 5.8E-09       | 2.5E-09       | 0.0E+00       | 5.0E-11       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 2.3E-10                | 1.3E-10 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 7.2E-11       | 1.6E-11 | 3.3E-10       | 3.7E-10 |
| Baryum      | 4.4E-09                | 6.3E-09 | 2.4E-08       | 1.0E-08       | 0.0E+00       | 2.3E-11       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 6.0E-11                | 3.4E-11 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 5.5E-11       | 1.2E-11 | 2.5E-10       | 2.8E-10 |
| Béryllium   | 7.9E-11                | 1.1E-10 | 4.3E-10       | 1.8E-10       | 0.0E+00       | 5.9E-12       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 1.1E-12                | 6.2E-13 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 8.8E-13       | 2.0E-13 | 4.0E-12       | 4.5E-12 |
| Cadmium     | 1.4E-09                | 2.0E-09 | 7.7E-09       | 3.4E-09       | 0.0E+00       | 1.1E-10       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 1.9E-12                | 1.1E-12 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 2.5E-11       | 5.6E-12 | 1.1E-10       | 1.3E-10 |
| Cuivre      | 1.8E-07                | 2.5E-07 | 9.6E-07       | 4.2E-07       | 0.0E+00       | 4.6E-08       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 2.4E-09                | 1.4E-09 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 2.9E-09       | 6.5E-10 | 1.3E-08       | 1.5E-08 |
| Nickel      | 4.6E-09                | 6.5E-09 | 2.5E-08       | 1.0E-08       | 0.0E+00       | 4.5E-10       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 2.5E-10                | 1.4E-10 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 4.9E-11       | 1.1E-11 | 2.2E-10       | 2.5E-10 |
| Plomb       | 7.5E-09                | 1.1E-08 | 4.1E-08       | 1.8E-08       | 0.0E+00       | 4.7E-10       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 1.0E-10                | 5.8E-11 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 1.3E-10       | 2.9E-11 | 5.8E-10       | 6.5E-10 |
| 5 - 11 ans  |                        |         |               |               |               |               |         |         |               |               |         |                |         |                        |         |         |         |          |                |               |         |               |         |
| Arsenic     | 8.6E-10                | 1.2E-09 | 3.4E-09       | 2.4E-09       | 0.0E+00       | 4.1E-11       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 1.9E-10                | 1.1E-10 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 6.0E-11       | 1.3E-11 | 2.7E-10       | 3.0E-10 |
| Baryum      | 8.9E-10                | 1.3E-09 | 1.4E-08       | 9.7E-09       | 0.0E+00       | 1.9E-11       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 5.0E-11                | 2.8E-11 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 4.6E-11       | 1.0E-11 | 2.1E-10       | 2.3E-10 |
| Béryllium   | 1.6E-11                | 2.3E-11 | 2.5E-10       | 1.7E-10       | 0.0E+00       | 4.9E-12       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 9.0E-13                | 5.2E-13 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 7.3E-13       | 1.6E-13 | 3.3E-12       | 3.7E-12 |
| Cadmium     | 2.8E-10                | 4.1E-10 | 4.4E-09       | 3.2E-09       | 0.0E+00       | 8.9E-11       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 1.6E-12                | 9.1E-13 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 2.1E-11       | 4.6E-12 | 9.4E-11       | 1.0E-10 |
| Cuivre      | 3.5E-08                | 5.1E-08 | 5.5E-07       | 4.0E-07       | 0.0E+00       | 3.9E-08       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 2.0E-09                | 1.1E-09 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 2.4E-09       | 5.4E-10 | 1.1E-08       | 1.2E-08 |
| Nickel      | 9.2E-10                | 1.3E-09 | 1.4E-08       | 1.0E-08       | 0.0E+00       | 3.8E-10       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 2.1E-10                | 1.2E-10 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 4.1E-11       | 9.1E-12 | 1.8E-10       | 2.1E-10 |
| Plomb       | 1.5E-09                | 2.2E-09 | 2.4E-08       | 1.7E-08       | 0.0E+00       | 3.9E-10       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 8.5E-11                | 4.8E-11 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 1.1E-10       | 2.4E-11 | 4.8E-10       | 5.4E-10 |
| 12 - 19 ans |                        |         |               |               |               |               |         |         |               |               |         |                |         |                        |         |         |         |          |                |               |         |               |         |
| Arsenic     | 2.5E-10                | 3.5E-10 | 1.9E-09       | 1.3E-09       | 0.0E+00       | 2.5E-11       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 1.6E-10                | 9.0E-11 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 5.6E-11       | 8.4E-12 | 2.0E-10       | 2.4E-10 |
| Baryum      | 2.5E-10                | 3.6E-10 | 7.8E-09       | 5.3E-09       | 0.0E+00       | 1.1E-11       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 4.0E-11                | 2.3E-11 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 4.3E-11       | 6.4E-12 | 1.6E-10       | 1.8E-10 |
| Béryllium   | 4.6E-12                | 6.5E-12 | 1.4E-10       | 9.5E-11       | 0.0E+00       | 3.0E-12       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 7.3E-13                | 4.2E-13 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 6.8E-13       | 1.0E-13 | 2.5E-12       | 2.9E-12 |
| Cadmium     | 8.1E-11                | 1.2E-10 | 2.5E-09       | 1.7E-09       | 0.0E+00       | 5.4E-11       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 1.3E-12                | 7.4E-13 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 1.9E-11       | 2.9E-12 | 7.0E-11       | 8.2E-11 |
| Cuivre      | 1.0E-08                | 1.4E-08 | 3.1E-07       | 2.2E-07       | 0.0E+00       | 2.3E-08       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 1.6E-09                | 9.2E-10 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 2.2E-09       | 3.4E-10 | 8.2E-09       | 9.5E-09 |
| Nickel      | 2.6E-10                | 3.7E-10 | 8.1E-09       | 5.4E-09       | 0.0E+00       | 2.3E-10       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 1.7E-10                | 9.6E-11 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 3.8E-11       | 5.7E-12 | 1.4E-10       | 1.6E-10 |
| Plomb       | 4.3E-10                | 6.1E-10 | 1.3E-08       | 9.2E-09       | 0.0E+00       | 2.4E-10       | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 6.9E-11                | 3.9E-11 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 0.0E+00  | 0.0E+00        | 9.9E-11       | 1.5E-11 | 3.6E-10       | 4.2E-10 |
| 20 ans et + |                        |         |               |               |               |               |         |         |               |               |         |                |         |                        |         |         |         |          |                |               |         |               |         |
| Arsenic     | 2.0E-10                | 2.9E-10 | 1.0E-09       | 1.5E-09       | 0             |               |         |         |               |               |         |                |         |                        |         |         |         |          |                |               |         |               |         |

Tableau J-2 Détail des doses (mg/kg pc par jour) estimées, par voie et milieu d'exposition

Exposition bruit de fond

| Voie        | Ingestion              |         |               |               |               |               |         |         |               |               |         | Contact cutané |         |                        |         |         |         |          |                | Inhalation    |         |               |         |
|-------------|------------------------|---------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------|---------|---------------|---------------|---------|----------------|---------|------------------------|---------|---------|---------|----------|----------------|---------------|---------|---------------|---------|
| Média       | Poussières intérieures |         | Fruits        | Légumes       | Poisson       | Viande        | Sol     |         | Eau potable   | Lait maternel |         | Air            |         | Poussières intérieures |         | Sol     |         | Baignade | Eau domestique | Air extérieur |         | Air intérieur |         |
| Saison      | Été                    | Hiver   | Toute l'année | Toute l'année | Toute l'année | Toute l'année | Été     | Hiver   | Toute l'année | Été           | Hiver   | Été            | Hiver   | Été                    | Hiver   | Été     | Hiver   | Été      | Toute          | Été           | Hiver   | Été           | Hiver   |
| 0 - 6 mois  |                        |         |               |               |               |               |         |         |               |               |         |                |         |                        |         |         |         |          |                |               |         |               |         |
| Arsenic     | 3.8E-04                | 5.3E-04 | 2.4E-04       | 2.5E-04       | 0.0E+00       | 1.2E-06       | 9.4E-05 | 0.0E+00 | 9.8E-05       | 4.3E-07       | 4.3E-07 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 5.2E-05                | 2.9E-05 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 7.2E-08  | 8.6E-08        | 1.1E-05       | 2.5E-06 | 6.7E-05       | 7.3E-05 |
| Baryum      | 6.1E-04                | 8.5E-04 | 2.1E-03       | 6.1E-03       | 0.0E+00       | 2.5E-06       | 2.5E-04 | 0.0E+00 | 6.3E-04       | 4.8E-05       | 4.7E-05 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 2.1E-05                | 1.2E-05 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 3.8E-07  | 5.5E-07        | 1.8E-05       | 3.9E-06 | 1.1E-04       | 1.2E-04 |
| Béryllium   | 4.1E-07                | 5.2E-07 | 1.2E-06       | 2.5E-06       | 0.0E+00       | 2.4E-07       | 7.5E-07 | 0.0E+00 | 4.9E-07       | 3.1E-10       | 2.5E-10 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 1.4E-08                | 7.2E-09 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 2.4E-10  | 4.3E-10        | 1.1E-08       | 2.4E-09 | 6.6E-08       | 7.2E-08 |
| Cadmium     | 2.7E-05                | 3.6E-05 | 3.5E-04       | 2.0E-03       | 0.0E+00       | 2.1E-05       | 2.7E-05 | 0.0E+00 | 2.8E-05       | 2.1E-05       | 2.1E-05 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 9.2E-08                | 5.0E-08 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 6.7E-09  | 2.4E-08        | 7.5E-07       | 1.7E-07 | 4.6E-06       | 5.0E-06 |
| Cuivre      | 4.4E-03                | 5.8E-03 | 1.4E-02       | 1.7E-02       | 0.0E+00       | 7.7E-04       | 5.2E-03 | 0.0E+00 | 2.7E-02       | 1.0E-03       | 1.0E-03 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 1.5E-04                | 8.0E-05 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 4.3E-07  | 2.4E-05        | 1.2E-04       | 2.7E-05 | 7.4E-04       | 8.0E-04 |
| Nickel      | 3.1E-05                | 4.1E-05 | 4.1E-04       | 5.8E-04       | 0.0E+00       | 9.7E-06       | 4.4E-05 | 0.0E+00 | 7.5E-05       | 4.3E-04       | 4.0E-04 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 4.3E-06                | 2.3E-06 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 3.0E-09  | 6.6E-09        | 8.6E-07       | 1.9E-07 | 5.2E-06       | 5.7E-06 |
| Plomb       | 3.3E-03                | 4.6E-03 | 8.3E-03       | 8.8E-03       | 0.0E+00       | 2.1E-04       | 9.4E-04 | 0.0E+00 | 9.8E-05       | 4.9E-05       | 4.9E-05 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 1.1E-04                | 6.4E-05 | 0.0E+00 | 0.0E+00 | 2.7E-10  | 3.4E-10        | 9.7E-05       | 2.2E-05 | 5.9E-04       | 6.4E-04 |
| 0,5 - 4 ans |                        |         |               |               |               |               |         |         |               |               |         |                |         |                        |         |         |         |          |                |               |         |               |         |
| Arsenic     | 7.2E-04                | 1.0E-03 | 1.1E-03       | 3.9E-04       | 1.2E-05       | 5.2E-05       | 1.8E-04 | 0.0E+00 | 6.1E-05       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 3.9E-05                | 2.2E-05 | 4.9E-05 | 0.0E+00 | 5.4E-08  | 6.5E-08        | 1.3E-05       | 2.9E-06 | 5.9E-05       | 6.6E-05 |
| Baryum      | 1.2E-03                | 1.6E-03 | 9.4E-03       | 9.5E-03       | 2.0E-06       | 1.1E-04       | 4.7E-04 | 0.0E+00 | 3.9E-04       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 1.6E-05                | 8.8E-06 | 3.2E-05 | 0.0E+00 | 2.8E-07  | 4.2E-07        | 2.1E-05       | 4.7E-06 | 9.4E-05       | 1.1E-04 |
| Béryllium   | 7.8E-07                | 9.9E-07 | 5.3E-06       | 3.8E-06       | 2.6E-07       | 1.1E-05       | 1.4E-06 | 0.0E+00 | 3.1E-07       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 1.1E-08                | 5.4E-09 | 9.7E-08 | 0.0E+00 | 1.8E-10  | 3.2E-10        | 1.3E-08       | 2.9E-09 | 5.8E-08       | 6.5E-08 |
| Cadmium     | 5.1E-05                | 6.9E-05 | 1.6E-03       | 2.8E-03       | 2.0E-06       | 9.4E-04       | 5.1E-05 | 0.0E+00 | 1.7E-05       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 6.9E-08                | 3.7E-08 | 3.5E-07 | 0.0E+00 | 5.1E-09  | 1.8E-08        | 8.9E-07       | 2.0E-07 | 4.0E-06       | 4.5E-06 |
| Cuivre      | 8.3E-03                | 1.1E-02 | 6.6E-02       | 2.5E-02       | 5.4E-05       | 3.4E-02       | 9.9E-03 | 0.0E+00 | 1.7E-02       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 1.1E-04                | 6.0E-05 | 6.8E-04 | 0.0E+00 | 3.2E-07  | 1.8E-05        | 1.4E-04       | 3.2E-05 | 6.4E-04       | 7.2E-04 |
| Nickel      | 6.0E-05                | 7.9E-05 | 1.9E-03       | 7.7E-04       | 2.6E-06       | 4.3E-04       | 8.3E-05 | 0.0E+00 | 4.7E-05       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 3.3E-06                | 1.7E-06 | 2.3E-05 | 0.0E+00 | 2.2E-09  | 5.0E-09        | 1.0E-06       | 2.3E-07 | 4.6E-06       | 5.1E-06 |
| Plomb       | 6.3E-03                | 8.9E-03 | 3.8E-02       | 1.4E-02       | 1.4E-06       | 9.5E-03       | 1.8E-03 | 0.0E+00 | 6.1E-05       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 8.6E-05                | 4.8E-05 | 1.2E-04 | 0.0E+00 | 2.0E-10  | 2.6E-10        | 1.1E-04       | 2.6E-05 | 5.2E-04       | 5.8E-04 |
| 5 - 11 ans  |                        |         |               |               |               |               |         |         |               |               |         |                |         |                        |         |         |         |          |                |               |         |               |         |
| Arsenic     | 1.5E-04                | 2.0E-04 | 6.2E-04       | 3.7E-04       | 2.0E-05       | 4.3E-05       | 3.6E-05 | 0.0E+00 | 3.9E-05       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 3.3E-05                | 1.8E-05 | 4.1E-05 | 0.0E+00 | 4.6E-08  | 5.4E-08        | 1.1E-05       | 2.4E-06 | 4.9E-05       | 5.5E-05 |
| Baryum      | 2.3E-04                | 3.3E-04 | 5.4E-03       | 9.1E-03       | 3.3E-06       | 9.3E-05       | 9.5E-05 | 0.0E+00 | 2.5E-04       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 1.3E-05                | 7.4E-06 | 2.7E-05 | 0.0E+00 | 2.4E-07  | 3.5E-07        | 1.7E-05       | 3.9E-06 | 7.8E-05       | 8.8E-05 |
| Béryllium   | 1.6E-07                | 2.0E-07 | 3.1E-06       | 3.7E-06       | 4.2E-07       | 8.7E-06       | 2.9E-07 | 0.0E+00 | 2.0E-07       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 8.9E-09                | 4.5E-09 | 8.1E-08 | 0.0E+00 | 1.5E-10  | 2.7E-10        | 1.1E-08       | 2.4E-09 | 4.8E-08       | 5.4E-08 |
| Cadmium     | 1.0E-05                | 1.4E-05 | 9.2E-04       | 2.7E-03       | 3.3E-06       | 7.8E-04       | 1.0E-05 | 0.0E+00 | 1.1E-05       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 5.8E-08                | 3.1E-08 | 2.9E-07 | 0.0E+00 | 4.2E-09  | 1.5E-08        | 7.4E-07       | 1.6E-07 | 3.3E-06       | 3.7E-06 |
| Cuivre      | 1.7E-03                | 2.2E-03 | 3.8E-02       | 2.4E-02       | 8.9E-05       | 2.9E-02       | 2.0E-03 | 0.0E+00 | 1.1E-02       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 9.5E-05                | 5.0E-05 | 5.6E-04 | 0.0E+00 | 2.7E-07  | 1.5E-05        | 1.2E-04       | 2.6E-05 | 5.3E-04       | 6.0E-04 |
| Nickel      | 1.2E-05                | 1.6E-05 | 1.1E-03       | 7.4E-04       | 4.3E-06       | 3.6E-04       | 1.7E-05 | 0.0E+00 | 3.0E-05       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 2.7E-06                | 1.4E-06 | 1.9E-05 | 0.0E+00 | 1.9E-09  | 4.1E-09        | 8.4E-07       | 1.9E-07 | 3.8E-06       | 4.3E-06 |
| Plomb       | 1.3E-03                | 1.8E-03 | 2.2E-02       | 1.3E-02       | 2.3E-06       | 7.9E-03       | 3.6E-04 | 0.0E+00 | 3.9E-05       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 7.2E-05                | 4.0E-05 | 1.0E-04 | 0.0E+00 | 1.7E-10  | 2.2E-10        | 9.5E-05       | 2.1E-05 | 4.3E-04       | 4.8E-04 |
| 12 - 19 ans |                        |         |               |               |               |               |         |         |               |               |         |                |         |                        |         |         |         |          |                |               |         |               |         |
| Arsenic     | 4.1E-05                | 5.8E-05 | 3.5E-04       | 2.0E-04       | 1.6E-05       | 2.6E-05       | 1.0E-05 | 0.0E+00 | 2.5E-05       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 2.7E-05                | 1.5E-05 | 1.2E-05 | 0.0E+00 | 3.7E-08  | 4.4E-08        | 1.0E-05       | 1.5E-06 | 3.7E-05       | 4.3E-05 |
| Baryum      | 6.7E-05                | 9.3E-05 | 3.0E-03       | 5.0E-03       | 2.6E-06       | 5.6E-05       | 2.7E-05 | 0.0E+00 | 1.6E-04       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 1.1E-05                | 6.0E-06 | 7.6E-06 | 0.0E+00 | 1.9E-07  | 2.8E-07        | 1.6E-05       | 2.4E-06 | 5.9E-05       | 6.9E-05 |
| Béryllium   | 4.5E-08                | 5.7E-08 | 1.7E-06       | 2.0E-06       | 3.4E-07       | 5.3E-06       | 8.2E-08 | 0.0E+00 | 1.2E-07       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 7.2E-09                | 3.7E-09 | 2.3E-08 | 0.0E+00 | 1.2E-10  | 2.2E-10        | 1.0E-08       | 1.5E-09 | 3.6E-08       | 4.2E-08 |
| Cadmium     | 2.9E-06                | 3.9E-06 | 5.2E-04       | 1.5E-03       | 2.6E-06       | 4.7E-04       | 2.9E-06 | 0.0E+00 | 7.0E-06       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 4.7E-08                | 2.5E-08 | 8.3E-08 | 0.0E+00 | 3.4E-09  | 1.2E-08        | 6.9E-07       | 1.0E-07 | 2.5E-06       | 2.9E-06 |
| Cuivre      | 4.8E-04                | 6.3E-04 | 2.1E-02       | 1.3E-02       | 7.1E-05       | 1.7E-02       | 5.7E-04 | 0.0E+00 | 6.9E-03       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 7.7E-05                | 4.1E-05 | 1.6E-04 | 0.0E+00 | 2.2E-07  | 1.2E-05        | 1.1E-04       | 1.7E-05 | 4.0E-04       | 4.7E-04 |
| Nickel      | 3.4E-06                | 4.5E-06 | 6.1E-04       | 3.9E-04       | 3.4E-06       | 2.2E-04       | 4.8E-06 | 0.0E+00 | 1.9E-05       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 2.2E-06                | 1.2E-06 | 5.4E-06 | 0.0E+00 | 1.5E-09  | 3.4E-09        | 7.9E-07       | 1.2E-07 | 2.9E-06       | 3.3E-06 |
| Plomb       | 3.6E-04                | 5.1E-04 | 1.2E-02       | 7.1E-03       | 1.8E-06       | 4.8E-03       | 1.0E-04 | 0.0E+00 | 2.5E-05       | 0.0E+00       | 0.0E+00 | 0.0E+00        | 0.0E+00 | 5.8E-05                | 3.3E-05 | 2.9E-05 | 0.0E+00 | 1.4E-10  | 1.8E-10        | 8.9E-05       | 1.3E-05 | 3.2E-04       | 3.7E-04 |
| 20 ans et + |                        |         |               |               |               |               |         |         |               |               |         |                |         |                        |         |         |         |          |                |               |         |               |         |

Tableau J-3 Doses d'exposition (mg/kg pc par jour) estimées lorsque les teneurs de fond dans l'air sont équivalentes aux normes de qualité de l'atmosphère en vigueur au Québec

| Voie d'exposition | Ingestion |           |          |           |             |                | Cutané   |           |          |           |             |                | Inhalation |           |          |           |             |                |
|-------------------|-----------|-----------|----------|-----------|-------------|----------------|----------|-----------|----------|-----------|-------------|----------------|------------|-----------|----------|-----------|-------------|----------------|
| Substances        | 0-6 mois  | 0,5-4 ans | 5-11 ans | 12-19 ans | 20 ans et + | Femmes adultes | 0-6 mois | 0,5-4 ans | 5-11 ans | 12-19 ans | 20 ans et + | Femmes adultes | 0-6 mois   | 0,5-4 ans | 5-11 ans | 12-19 ans | 20 ans et + | Femmes adultes |
| Arsenic           | 5.1E-04   | 6.0E-04   | 3.6E-04  | 2.1E-04   | 1.8E-04     | 4.5E-04        | 1.1E-06  | 2.5E-05   | 2.1E-05  | 6.3E-06   | 6.0E-06     | 6.1E-06        | 1.1E-06    | 1.0E-06   | 8.3E-07  | 6.5E-07   | 4.8E-07     | 4.7E-07        |
| Baryum            | 1.6E-02   | 2.3E-02   | 1.8E-02  | 9.8E-03   | 8.9E-03     | 9.3E-03        | 3.4E-06  | 1.9E-05   | 1.6E-05  | 5.5E-06   | 5.2E-06     | 5.4E-06        | -          | -         | -        | -         | -           | -              |
| Béryllium         | N.P.      | N.P.      | N.P.     | N.P.      | N.P.        | N.P.           | N.P.     | N.P.      | N.P.     | N.P.      | N.P.        | N.P.           | N.P.       | N.P.      | N.P.     | N.P.      | N.P.        | N.P.           |
| Cadmium           | 2.4E-03   | 5.4E-03   | 4.5E-03  | 2.5E-03   | 2.4E-03     | 2.6E-03        | 4.7E-08  | 2.1E-07   | 1.8E-07  | 6.6E-08   | 6.2E-08     | 6.4E-08        | -          | -         | -        | -         | -           | -              |
| Cuivre            | N.A.      | N.A.      | N.A.     | N.A.      | N.A.        | N.A.           | N.A.     | N.A.      | N.A.     | N.A.      | N.A.        | N.A.           | N.A.       | N.A.      | N.A.     | N.A.      | N.A.        | N.A.           |
| Nickel            | N.A.      | N.A.      | N.A.     | N.A.      | N.A.        | N.A.           | N.A.     | N.A.      | N.A.     | N.A.      | N.A.        | N.A.           | N.A.       | N.A.      | N.A.     | N.A.      | N.A.        | N.A.           |
| Plomb             | 4.1E-03   | 1.9E-02   | 1.3E-02  | 7.7E-03   | 6.1E-03     | 6.6E-03        | 5.7E-06  | 6.5E-05   | 5.5E-05  | 1.7E-05   | 1.6E-05     | 1.7E-05        | 3.7E-05    | 3.3E-05   | 2.8E-05  | 2.2E-05   | 1.6E-05     | 1.6E-05        |

N.A. Non applicable (aucune norme sur une base annuelle)  
N.P. Non pertinent, la teneur de fond retenue dans la présente étude est inférieure à la norme applicable

9935, rue de Châteauneuf  
Entrée 1, bureau 200  
Brossard (Québec) J4Z 3V4

**T** 450 466 2123

**F** 450 466 2240

**Sans frais** 1 800 263 7870

**Courriel** Info@sanexen.com

**SANEXEN**  
SERVICES ENVIRONNEMENTAUX INC.

[www.sanexen.com](http://www.sanexen.com)



UN MEMBRE DE LA  
FAMILLE LOGISTEC