RESSOURCES FALCO

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec

Déposée au ministre de
l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Dossier : 3211-16-018

Complément aux documents de réponses aux questions des 1er mai et 15 juin 2018
Annexes COMP-100 à COMP-114-7

Volume 6 de 7

Mars 2022

wsp

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

PROJET HORNE 5, ROUYN-NORANDA, QUÉBEC

RESSOURCES FALCO LTÉE

COMPLÉMENT AUX DOCUMENTS DE RÉPONSES AUX QUESTIONS DES 1er MAI ET 15 JUIN 2018

VERSION FINALE
CONFIDENTIEL

PROJET Nº : 151-11330-09
DATE : MARS 2022

Étude d'impact sur l'environnement déposée au ministère de 1'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
(nº de dossier : 3211-16-018)

WSP CANADA INC.
152, AVENUE MURDOCH
ROUYN-NORANDA (QUÉBEC) J9X 1E2

T +1 819 797-3222
F +1 819 762-6640
WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR :

RESSOURCES FALCO LTÉE

Hélène Cartier, ing. LL.B. ASC
Vice-présidente, Environnement et développement durable

15 mars 2022
Date

WSP CANADA INC.

Carl Martin, M. Sc., biol.
Chargé de projet

15 mars 2022
Date

Le présent rapport a été préparé par WSP Canada Inc. pour le compte de RESSOURCES FALCO LTÉE conformément à l'entente de services professionnels. La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport incombe uniquement au destinataire prévu. Son contenu reflète le meilleur jugement de WSP Canada Inc. à la lumière des informations disponibles au moment de la préparation du rapport. Toute utilisation que pourrait en faire une tierce partie ou toute référence ou toutes décisions en découlant sont l'entière responsabilité de ladite tierce partie. WSP Canada Inc. n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages, s'il en était, que pourrait subir une tierce partie à la suite d'une décision ou d'un geste basé sur le présent rapport. Cet énoncé de limitation fait partie du présent rapport.

L'original du document technologique que nous vous transmettons a été authentifié et sera conservé par WSP pour une période minimale de dix ans. Étant donné que le fichier transmis n'est plus sous le contrôle de WSP et que son intégrité n'est pas assurée, aucune garantie n'est donnée sur les modifications ultérieures qui peuvent y être apportées.

MISE EN GARDE

Aux termes d'une convention d'acquisition datée du 12 septembre 2012 et d'un acte de vente de même date enregistré au Registre de la *Loi sur les mines* (RLRQ, chapitre M-13.1) sous le numéro 54949, QMX Gold Corporation a transféré à Druk Capital Partners (maintenant Falco) tous ses droits sur les minéraux contenus à une profondeur de plus de 200 m sous la surface de la concession minière 156-PTB, où se situe le gisement Horne 5. Falco détient également certains droits de surface entourant le puits Quemont No. 2 situé sur la concession 243. La propriété de la concession 156-PTB et de la concession 243 est celle de Glencore Canada Corporation (« Glencore »).

Afin d'accéder et de développer le projet Horne 5, Falco doit obtenir une ou plusieurs autorisations de Glencore, lesquelles ne peuvent être refusées sans motif raisonnable, mais peuvent être assujetties à des conditions exigées par Glencore à sa seule discrétion. Ces conditions peuvent inclure la prestation d'un cautionnement d'exécution ou d'une autre garantie (couverture d'assurance) en faveur de Glencore, ainsi que l'indemnisation de Glencore par Falco. Entre autres, une autorisation devra être assujettie à des conditions raisonnables, incluant notamment que les activités de Falco au projet Horne 5 seront subordonnées par l'utilisation actuelle des installations de surface de Glencore et à une utilisation prioritaire à l'égard de telles activités. Toute autorisation devra également prévoir l'accès et le droit pour Falco d'utiliser l'infrastructure détenue par Glencore, incluant le puits Quemont No. 2 (situé sur la concession 243 détenue par Glencore) et certaines infrastructures souterraines spécifiques des anciennes mines Quemont et Horne.

Falco devra également acquérir un certain nombre de droits de passage ou autres droits de surface afin de construire et d'installer les conduites qui achemineront les résidus jusqu'aux installations de gestion de résidus miniers.

Bien que Falco estime qu'elle devrait être en mesure d'obtenir les autorisations requises de Glencore en temps opportun et d'acquérir les droits de passage et autres droits de surface requis, rien ne garantit que de telles autorisations, droits de passage ou droits de surface ne seront accordés, ou, que s'ils le sont, ils le seront à des conditions acceptables pour Falco et dans des délais raisonnables.

Falco note que l'échéancier des activités décrit dans son étude de faisabilité et l'échéancier estimé et proposé pour le démarrage et la finalisation de ces activités, sont assujettis en tout temps à des facteurs qui ne sont pas du ressort exclusif de Falco. Ces facteurs incluent la capacité d'obtenir, selon des termes acceptables pour Falco, le financement, les approbations gouvernementales et de tierces parties, les autorisations, les droits de passage et les droits de surface.

ANNEXE

COMP-100

CARACTÉRISATION SÉDIMENTAIRE
DU LAC WAITE

RESSOURCES FALCO LTÉE
PROJET N^{O} : 151-11330-09

CARACTÉRISATION SÉDIMENTAIRE
LAC WAITE (ROUYN-NORANDA)

DÉCEMBRE 2019

Source : https://zoomauvert.blogspot.com/2017/09/lac-waite-rouyn-noranda-2-sept-2017.html

CARACTÉRISATION SÉDIMENTAIRE

LAC WAITE (ROUYN-NORANDA)

RESSOURCES FALCO LTÉE

PROJET N^{O} : 151-11330-09
DATE : DÉCEMBRE 2019

WSP CANADA INC.
1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) G2K 0M5
CANADA

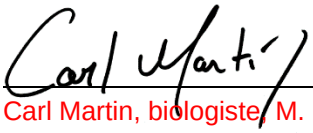
TÉLÉPHONE : +1 418 623-2254
TÉLÉCOPIEUR : +1 418 624-1857
WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR

Jean-Simon Roy, biologiste, M. Sc.
Chargé de projets

RÉVISÉ PAR



Carl Martin, biologiste, M. Sc.
Directeur de projets

WSP Canada Inc. (WSP) a préparé ce rapport uniquement pour son destinataire RESSOURCES FALCO LTÉE, conformément à la convention de consultant convenue entre les parties. Advenant qu'une convention de consultant n'ait pas été exécutée, les parties conviennent que les Modalités générales à titre de consultant de WSP régiront leurs relations d'affaires, lesquelles vous ont été fournies avant la préparation de ce rapport.

Ce rapport est destiné à être utilisé dans son intégralité. Aucun extrait ne peut être considéré comme représentatif des résultats de l'évaluation.

Les conclusions présentées dans ce rapport sont basées sur le travail effectué par du personnel technique, entraîné et professionnel, conformément à leur interprétation raisonnable des pratiques d'ingénierie et techniques courantes et acceptées au moment où le travail a été effectué.

Le contenu et les opinions exprimées dans le présent rapport sont basés sur les observations et/ou les informations à la disposition de WSP au moment de sa préparation, en appliquant des techniques d'investigation et des méthodes d'analyse d'ingénierie conformes à celles habituellement utilisées par WSP et d'autres ingénieurs/techniciens travaillant dans des conditions similaires, et assujettis aux mêmes contraintes de temps, et aux mêmes contraintes financières et physiques applicables à ce type de projet.

WSP dénie et rejette toute obligation de mise à jour du rapport si, après la date du présent rapport, les conditions semblent différer considérablement de celles présentées dans ce rapport; cependant, WSP se réserve le droit de modifier ou de compléter ce rapport sur la base d'informations, de documents ou de preuves additionnels.

WSP ne fait aucune représentation relativement à la signification juridique de ses conclusions.

La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport relève uniquement de la responsabilité de son destinataire. Si un tiers utilise, se fie, ou prend des décisions ou des mesures basées sur ce rapport, ledit tiers en est le seul responsable. WSP n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages que pourrait subir un tiers suivant l'utilisation de ce rapport ou quant aux dommages pouvant découler d'une décision ou mesure prise basée sur le présent rapport.

WSP a exécuté ses services offerts au destinataire de ce rapport conformément à la convention de consultant convenue entre les parties tout en exerçant le degré de prudence, de compétence et de diligence dont font habituellement preuve les membres de la même profession dans la prestation des mêmes services ou de services comparables à l'égard de projets de nature analogue dans des circonstances similaires. Il est entendu et convenu entre WSP et le destinataire de ce rapport que WSP n'offre aucune garantie, expresse ou implicite, de quelque nature que ce soit. Sans limiter la généralité de ce qui précède, WSP et le destinataire de ce rapport conviennent et comprennent que WSP ne fait aucune représentation ou garantie quant à la suffisance de sa portée de travail pour le but recherché par le destinataire de ce rapport.

En préparant ce rapport, WSP s'est fié de bonne foi à l'information fournie par des tiers, tel qu'indiqué dans le rapport. WSP a raisonnablement présumé que les informations fournies étaient correctes et WSP ne peut donc être tenu responsable de l'exactitude ou de l'exhaustivité de ces informations.

Les bornes et les repères d'arpentage utilisés dans ce rapport servent principalement à établir les différences d'élévation relative entre les emplacements de prélèvement et/ou d'échantillonnage et ne peuvent servir à d'autres fins. Notamment, ils ne peuvent servir à des fins de nivelage, d'excavation, de construction, de planification, de développement, etc.

Ces limitations sont considérées comme faisant partie intégrante du présent rapport.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

RESSOURCES FALCO LTÉE

Vice-présidente Environnement	Hélène Cartier, ing., LL.B., ASC

WSP CANADA INC. (WSP)

Directeurs de projet	Steve St-Cyr, ing. Carl Martin, biol. M.Sc.
Chargé de projet	Jean-Simon Roy, biol.
Techniciens de terrain	Dominick Cuerrier Dominic Paiement-Lamothe
Traitement de texte et édition	Linette Poulin

SOUS-TRAITANT, LABORATOIRE D'ANALYSE MAXXAM

Chargées de projet	Martine Bergeron Madison Tremblay

Référence à citer :

WSP. 2019. *CARACTÉRISATION SÉDIMENTAIRE. LAC WAITE (ROUYN-NORANDA).* Rapport produit pour RESSOURCES FALCO LTÉE. 17 pages et annexes.

TABLE DES MATIÈRES

1 MISE EN CONTEXTE 1

2 MÉTHODOLOGIE 3

2.1 Échantillonnage des sédiments 3

2.2 Préparation, manipulation, conservation et transport des échantillons 3

2.3 Analyses des sédiments 3

2.4 Critères d'évaluation des sédiments 4

3 RÉSULTATS 7

3.1 Observation terrain 7

3.2 Qualité des sédiments 7

3.2.1 Hydrocarbures pétroliers c_{10}-c_{50} (HP c_{10}-c_{50}) 7

3.2.2 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) 7

3.2.3 Métaux 7

3.2.4 Autres paramètres 8

3.3 Programme de contrôle de la qualité 13

3.4 Granulométrie 13

4 CONCLUSION 15

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 17

TABLE DES MATIÈRES

TABLEAUX

TABLEAU 1 RÉSULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES DES SÉDIMENTS PRÉLEVÉS DANS LE LAC WAITE 9

TABLEAU 2 ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES DES ÉCHANTILLONS DE SÉDIMENT PRÉLEVÉS AU LAC WAITE 13

FIGURE

FIGURE 1 CRITÈRES DE QUALITÉ DES SÉDIMENTS AU QUÉBEC 4

CARTES

CARTE 1 LOCALISATION DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE 5

CARTE 2 QUALITÉ DES SÉDIMENTS – ANALYSES CHIMIQUES 11

ANNEXES

1 REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

2 CERTIFICATS D'ANALYSES

3 CONTRÔLE QUALITÉ

1 MISE EN CONTEXTE

En janvier 2018, Ressources Falco Ltée (Falco) soumettait au ministre du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC)[1] une étude d'impact sur l'environnement (ÉIE) pour le projet Horne 5, à Rouyn-Noranda.

Ce projet prévoit l'utilisation d'un ancien puits, l'ouverture d'une nouvelle mine, l'utilisation de certaines infrastructures de surface et souterraines dans une zone industrialisée de la ville de Rouyn-Noranda (complexe minier Horne 5 [CMH5]) et la construction d'installations de gestion des résidus miniers (IGRM) de surface en prenant avantage de la présence d'un parc à résidus miniers existant (parc Norbec), situé à environ 11 km au nord du CMH5. Outre ces deux sites, une conduite d'eau et quatre conduites de résidus miniers lieront le CMH5 au site des IGRM de surface. Durant la période d'exploitation, l'effluent final en provenance des IGRM sera déversé au lac Waite (milieu récepteur), lequel s'écoule dans le ruisseau Waite puis dans le lac Duprat.

Le 1er mai 2018, la Direction de l'évaluation environnementale des projets miniers et nordiques et de l'évaluation environnementale stratégique (la Direction) présentait une série de questions et commentaires dans le cadre de l'analyse de recevabilité de l'ÉIE, dont la question QC-100 portant sur la qualité des sédiments du lac Waite. En réponse à cette question, une caractérisation complémentaire des sédiments fut réalisée en 2018 et l'étude complémentaire en résultant[2] fut transmise au MELCC en décembre 2018.

Étant donné le passé minier du secteur à l'étude et de la contamination observée lors de ces campagnes d'échantillonnage, une étude visant à documenter le profil de la contamination historique du lac Waite a été initiée dans le lac Waite en mars 2019. Ce document en présente les résultats.

[1] Aujourd'hui le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC)
[2] WSP. 2018. *Inventaire complémentaire de la qualité des sédiments*. Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec. 15 p. et annexes.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS

Les travaux de caractérisation environnementale des sédiments ont été réalisés le 27 mars 2019 par deux techniciens en environnement de WSP, soit MM. Dominick Cuerrier et Dominic Paiement-Lamothe.

Le plan d'échantillonnage établi par WSP et Falco et préalablement approuvé par le MELCC (avant la mobilisation de l'équipe sur le terrain) comprenait deux sondages localisés aux endroits les plus profonds du lac (carte 1) et effectués à l'aide d'un carottier déployé sur le couvert de glace. Le carottier utilisé (Geoprobe) n'ayant que des tubes d'un diamètre de 3,8 cm, il était impossible d'obtenir le volume requis pour les analyses en laboratoire en sous-échantillonnant des strates minces. Il a donc été établi que des strates de 20 cm d'épaisseur seraient échantillonnées. De plus, afin de s'assurer d'obtenir le volume de sédiments requis, quatre forages ont été réalisés le plus près possible les uns des autres pour chacune des stations. Un échantillon de surface a aussi été récolté à l'aide d'un adaptateur de plus grand diamètre à l'extrémité du tube afin d'obtenir davantage de sédiments pour l'analyse d'échantillons en duplicata et des analyses de granulométrie.

Une fois la totalité des sondages effectués, les carottes ont été identifiées, puis congelées afin d'en assurer la conservation de l'intégrité stratigraphique et de faciliter l'ouverture des tubes pour ce sédiment qui était très mou et peu cohésif. Pour les deux stations d'échantillonnage, les sédiments des quatre carottes ont été homogénéisés pour chacune des strates (20 cm) puis transférés dans les différents pots dédiés aux analyses chimiques et physiques, lesquels ont été fournis par le laboratoire d'analyse.

2.2 PRÉPARATION, MANIPULATION, CONSERVATION ET TRANSPORT DES ÉCHANTILLONS

Cette campagne de caractérisation environnementale des sédiments ainsi que l'ensemble des opérations associées (manipulation, lavage et conservation) ont été réalisées conformément au *Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime, Volumes 1 et 2* (Environnement Canada, 2002) ainsi qu'au guide *SPE 1/RM/29* (1994). L'ensemble des équipements utilisés pour le prélèvement et l'homogénéisation des échantillons a été nettoyé entre chaque utilisation selon la procédure de nettoyage recommandée par le CEAEQ (2010) dans les *Guides d'échantillonnage aux fins d'analyses environnementales*.

Également, la méthode de conservation des échantillons employée était conforme aux recommandations d'Environnement Canada (2002a et b).

2.3 ANALYSES DES SÉDIMENTS

Les analyses chimiques effectuées concernaient les métaux (argent, arsenic, baryum, cadmium, chrome, cuivre, cobalt, étain, manganèse, molybdène, nickel, mercure, plomb, sélénium et zinc) les hydrocarbures pétroliers C_{10}-C_{50} (HP C_{10}-C_{50}), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), le carbone organique total (COT), les biphénols polychlorés (BPC), le soufre et les cyanures totaux. Les analyses physiques incluaient quant à elles l'analyse de la granulométrie et de la sédimentométrie.

Des duplicatas de type pseudo-réplicat ont également été prélevés à titre de contrôle qualité sur les résultats d'analyses chimiques des échantillons. L'ensemble des analyses a été réalisé par le laboratoire Maxxam, accrédité par le MELCC. Les certificats d'analyses sont présentés à l'annexe 2.

2.4 CRITÈRES D'ÉVALUATION DES SÉDIMENTS

Les résultats d'analyses ont été comparés aux critères de qualité des sédiments au Québec (EC et MDDEP, 2007). Deux valeurs de références ont été établies par le CCME à titre de critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec, soit la concentration seuil produisant un effet (CSE) et la concentration produisant un effet probable (CEP). Il est ainsi possible de définir trois classes de concentration de substances chimiques à partir de ces deux critères :

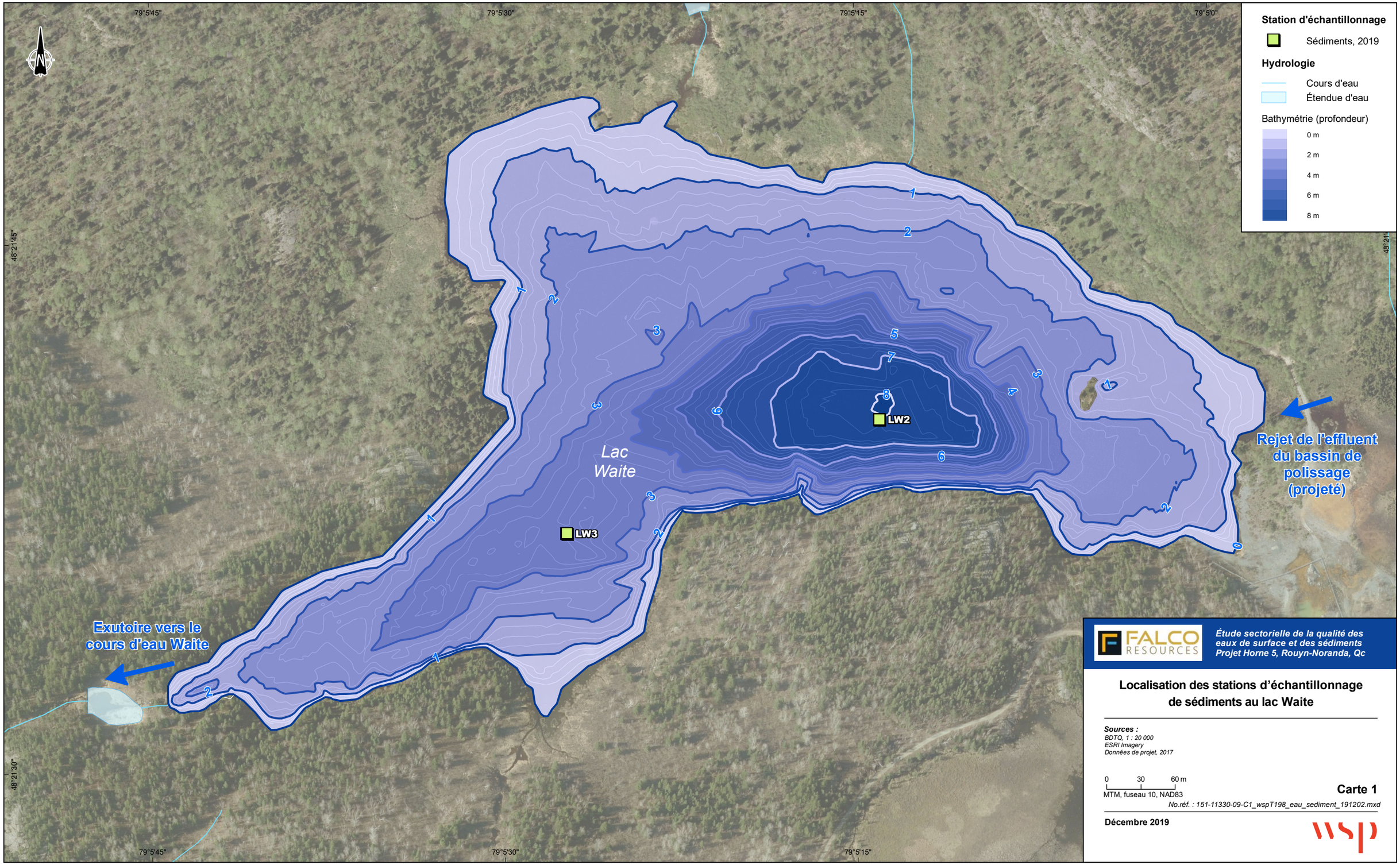
1. **Classe 1** : Classe comprenant les concentrations des substances analysées inférieures à la CSE, à l'intérieur de laquelle des effets biologiques défavorables sont rarement observés.
2. **Classe 2** : Classe comprenant les concentrations des substances analysées supérieures à la CSE mais inférieures à la CEP, pour laquelle des effets biologiques défavorables sont parfois observés.
3. **Classe 3** : Classe comprenant les concentrations supérieures à la CEP, à l'intérieur de laquelle des effets biologiques défavorables sont fréquemment observés.

Trois valeurs de références ont toutefois été ajoutées de manière à couvrir les besoins de gestion au Québec, soit la concentration d'effets rares (CER), la concentration d'effets occasionnels (CEO) et la concentration d'effets fréquents (CEF).

<table>
<tr><th colspan="2">CRITÈRES DE QUALITÉ</th><th>GESTION DES SÉDIMENTS RÉSULTANTS DE TRAVAUX DE DRAGAGE*</th></tr>
<tr><td></td><td rowspan="3">Effets biologiques défavorables fréquemment observés</td><td>La probabilité de mesurer des effets biologiques néfastes est très élevée. Le rejet en eau libre est proscrit. Les sédiments doivent être traités ou confinés de façon sécuritaire.</td></tr>
<tr><td>CEF</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td rowspan="3">La probabilité de mesurer des effets biologiques néfastes est relativement élevée, elle augmente avec la concentration. Le rejet en eau libre ne peut être considéré comme option valable que si l'innocuité des sédiments pour le milieu récepteur est démontrée par des tests de toxicité et que le dépôt ne contribue pas à détériorer le milieu récepteur.</td></tr>
<tr><td>CEP</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td rowspan="3">Effets biologiques défavorables parfois observés</td></tr>
<tr><td>CEO</td><td></td><td rowspan="3">La probabilité de mesurer des effets biologiques néfastes est relativement faible. Les sédiments peuvent être rejetés en eau libre ou être utilisés à d'autres fins dans la mesure où le dépôt ne contribue pas à détériorer le milieu récepteur.</td></tr>
<tr><td>CSE</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td rowspan="2">Effets biologiques défavorables rarement observés</td></tr>
<tr><td>CER</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Classe 3 — CER : Concentration d'effets rares — CEP : Concentration produisant un effet probable
Classe 2 — CSE : Concentration seuil produisant un effet — CEF : Concentration d'effets fréquents
Classe 1 — CEO : Concentration d'effets occasionnels</td></tr>
<tr><td colspan="3">* Gestion des déblais de dragage : l'option retenue pour la gestion des sédiments doit correspondre à l'option de moindre impact sur le milieu, tout en étant économiquement réalisable, et ce, peu importe le degré de contamination des sédiments. Dans l'analyse des options, la valorisation des sédiments en milieu terrestre ou aquatique doit être considérée.</td></tr>
</table>

* Tiré d'Environnement Canada et de MDDEP (2007).

Figure 1 Critères de qualité des sédiments au Québec



FALCO RESOURCES

Étude sectorielle de la qualité des eaux de surface et des sédiments
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Localisation des stations d'échantillonnage de sédiments au lac Waite

Sources :
BDTQ, 1 : 20 000
ESRI Imagery
Données de projet, 2017

0 30 60 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 1

No.réf. : 151-11330-09-C1_wspT198_eau_sediment_191202.mxd

Décembre 2019

wsp

3 RÉSULTATS

3.1 OBSERVATION TERRAIN

Étant donné que le sédiment présent au fond du lac Waite était très mou, les sondages ont pu atteindre une profondeur de 1,5 m. Lors du forage, le sédiment se compactait pour obtenir des carottes d'environ 1 m de longueur. Une conversion était alors effectuée afin d'obtenir l'épaisseur de la strate devant être prélevée pour récolter les sédiments, correspondant à 20 cm d'épaisseur, comme dans le protocole établi avant les travaux terrain.

D'après la caractérisation qualitative effectuée sur le terrain, l'ensemble des sédiments récoltés présentait des particularités physiques assez similaires, soit une coloration allant de brun foncé à gris foncé, une granulométrie fine et aucune odeur permettant de suspecter des traces de contamination.

3.2 QUALITÉ DES SÉDIMENTS

Dans le but de réduire les frais d'analyses tout en permettant d'obtenir un portrait complet de la qualité des sédiments, les analyses ont été demandées en deux séries, soit une première ronde pour la strate de surface et celle de 90 à 120 cm (échantillons LW2-1, LW2-5, LW3-1 et LW3-5). Pour ces échantillons, l'ensemble des analyses préalablement mentionnées a été effectué. Étant donné que des dépassements de critères de qualité ont été enregistrés pour les analyses de métaux effectuées pour ces échantillons, une deuxième série d'analyse a été demandée pour les échantillons des autres intervalles de profondeur, et ce, uniquement pour les métaux.

Cette section présente les résultats analytiques obtenus pour les six échantillons de sédiments analysés. Les résultats sont présentés au tableau 1, tandis que les certificats analytiques sont joints à l'annexe 2. De façon générale, la contamination identifiée était plus importante pour les strates de surface, surtout pour les métaux.

3.2.1 HYDROCARBURES PÉTROLIERS C_{10}-C_{50} (HP C_{10}-C_{50})

Pour les cinq échantillons analysés pour ce paramètre, un seul, l'échantillon de surface LW2-1, a enregistré une valeur supérieure à la limite de détection, soit une concentration de 180 mg/kg. Aucun critère de qualité de sédiment n'est disponible pour ce contaminant.

3.2.2 HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)

La majorité des résultats obtenus pour les différents composés des HAP sont inférieurs à la limite de détection rapportée par le laboratoire (LDR). Cependant, deux échantillons (LW2-1 et LW2-5) présentent tout de même une concentration au-delà du critère CER pour trois composés. La concentration de 0,035 mg/kg pour le méthyl-2 naphtalène indique un dépassement du CSE pour l'échantillon LW2-1.

3.2.3 MÉTAUX

Sur les 15 métaux analysés, des critères de qualité pour les sédiments sont disponibles pour sept d'entre eux (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn). D'importants dépassements des critères de qualité ont été observés lors de la première ronde d'analyse (LW2-1, LW2-5, LW3-1 et LW3-5; au-delà de la CEF en surface et de la CSE pour les intervalles de 90 à 120 cm).

Ainsi, une deuxième ronde d'analyse a été demandée pour l'ensemble des échantillons conservés, soit ceux prélevés dans les intervalles de 20 à 40 cm, de 40 à 60 cm et de 60 à 90 cm.

Les dépassements les plus importants ont été observés dans les deux intervalles de surface (0 – 20 cm et 20 – 40 cm pour le zinc), alors que les concentrations identifiées sont supérieures à la CEF pour LW2-1 (3 500 mg/kg), LW3-1 (2 300 mg/kg), LW2-2 (1 500 mg/kg) et LW3-2 (1 300 mg/kg). Pour les intervalles plus en profondeur, un gradient décroissant de contamination est identifié pour le zinc alors que les concentrations passent de la CEO pour l'échantillon LW2-3 (230 mg/kg) à la CER pour l'échantillon LW2-5 et sous la CER pour l'échantillon LW3-5.

Des dépassements de la CEP sont aussi observés dans les échantillons de surface pour le plomb (un échantillon : LW3-1; 95 mg/kg), le cuivre (deux échantillons : LW2-1; 330 mg/kg, LW3-1; 280 mg/kg) et le cadmium (quatre échantillons : LW2-1; 10 mg/kg, LW3-1; 8,5 mg/kg, LW2-2 4,5 mg/kg et LW3-2; 4,9 mg/kg). Dans le cas des autres métaux pour lesquels des critères de qualité de sédiments sont disponibles, des dépassements de la CEO et de la CER ont été identifiés pour l'arsenic, des dépassements de la CSE et de la CER pour le chrome et des dépassements de la CER pour le mercure.

3.2.4 AUTRES PARAMÈTRES

Pour les paramètres décrits dans cette section, les analyses ont été effectuées uniquement pour la première ronde d'analyse, soit les échantillons LW2-1, LW2-5, LW3-1 et LW3-5.

BIPHÉNOLS POLYCHLORÉS

Les analyses de BPC ont indiqué des concentrations sous la LDR pour tous les échantillons.

CYANURE

Pour les analyses de cyanure, les résultats obtenus sont aussi tous sous la LDR.

SOUFRE

Les concentrations identifiées par les analyses en laboratoires pour le soufre varient de 0,26 mg/kg à 1,2 mg/kg. Aucun critère de qualité de sédiment n'est disponible pour ce paramètre.

CARBONE ORGANIQUE TOTAL

Les analyses de COT ont montré des concentrations variant de 9,4 mg/kg à 22,0 mg/kg. Aucun critère de qualité n'est disponible pour ce composé.

Tableau 1 Résultats des analyses chimiques des sédiments prélevés dans le lac Waite

Paramètres	Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments d'eau douce (mg/kg) [1]					LDR [2] (mg/kg)	Échantillon / Date de prélèvement / Résultats d'analyse (mg/kg)											
							Première ronde d'analyse					Deuxième ronde d'analyse						
	CER	CSE	CEO	CEP	CEF		LW2-1	LW2-5	LW3-1 Échantillon original	LW3-1 Duplicata (LW3-9)	LW3-5	LW2-2	LW2-3	LW2-4	LW3-2	LW3-3	LW3-4
							0-20 cm	90-120 cm	0-20 cm		90-120 cm	20-40	40-60	60-90	20-40	40-60	60-90
							2019-03-26	2019-03-26	2019-03-26	2019-03-26	2019-03-26	2019-03-26	2019-03-26	2019-03-26	2019-03-26	2019-03-26	2019-03-26
Hydrocarbures pétroliers																	
Hydrocarbures pétroliers C_{10}-C_{50}	-	-	-	-	-	100	180	<100	<100	<100	<100	-	-	-	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																	
Acénaphtène	0,0037	0,0067	0,021	0,089	0,94	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	-	-	-	-	-	-
Acénaphtylène	0,0033	0,0059	0,03	0,13	0,34	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	-	-	-	-	-	-
Anthracène	0,016	0,047	0,11	0,24	1,1	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-
Benzo (a) anthracène	0,014	0,032	0,12	0,39	0,76	0,01	0,015	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-
Benzo (a) pyrène	0,011	0,032	0,15	0,78	3,2	0,01	0,023	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-
Benzo (b) fluoranthène	-	-	-	-	-	0,01	0,041	<0,01	0,017	<0,010	<0,01	-	-	-	-	-	-
Benzo (c) phénanthrène	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-
Benzo (e) pyrène	-	-	-	-	-	0,01	0,027	<0,01	0,012	<0,010	<0,0	-	-	-	-	-	-
Benzo (g, h, i) pérylène	-	-	-	-	-	0,01	0,053	<0,01	0,021	<0,010	<0,01	-	-	-	-	-	-
Benzo (j) fluoranthène	-	-	-	-	-	0,01	0,019	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-
Benzo (k) fluoranthène	-	-	-	-	-	0,01	0,014	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-
Chrysène	0,026	0,057	0,24	0,86	1,6	0,01	0,026	<0,01	0,010	<0,010	<0,0	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)anthracène	0,0033	0,0062	0,043	0,14	0,2	0,003	<0,00	<0,00	<0,00	<0,00	<0,00	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)pyrène	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,i)pyrène	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-
Dibenzo(a,l)pyrène	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-
Diméthyl-1,3naphtalène	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-
Diméthyl-7,12benzo(a)anthracène	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-
Fluoranthène	0,047	0,11	0,45	2,4	4,9	0,01	0,041	<0,01	0,016	<0,010	<0,01	-	-	-	-	-	-
Fluorène	0,01	0,021	0,061	0,14	1,2	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-
Indéno (1, 2, 3-c, d) pyrène	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-
Méthyl-1 naphtalène	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-
Méthyl-2 naphtalène	0,016	0,02	0,063	0,2	0,38	0,01	0,035	0,020	0,015	0,011	<0,01	-	-	-	-	-	-
Méthyl-3 cholanthrène	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-
Naphtalène	0,017	0,035	0,12	0,39	1,2	0,01	0,011	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-
Phénanthrène	0,025	0,042	0,13	0,52	1,1	0,01	0,019	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-
Pyrène	0,029	0,053	0,23	0,88	1,5	0,01	0,038	<0,01	0,014	<0,010	<0,01	-	-	-	-	-	-
Triméthyl-2, 3, 5 naphtalène	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-
Biphényles polychlorés (BPC)												-	-	-	-	-	-
BPC Totaux	0,025	0,034	0,079	0,28	0,78	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	-
Soufre												-	-	-	-	-	-
Soufre total	-	-	-	-	-	0,01	1,20	0,36	0,92	0,57	0,26	-	-	-	-	-	-
Carbone organique total												-	-	-	-	-	-
Carbone organique total	-	-	-	-	-	0,01	22,0	14,0	22,0	22,0	9,40	-	-	-	-	-	-
Métaux																	
Argent	-	-	-	-	-	2,0	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Arsenic	4,1	5,9	7,6	17	23	2,0	8,5	<2	11	4,8	<2	5,0	2,30	2,20	8,60	2,60	2,10
Baryum	-	-	-	-	-	5,0	51	85	82	87	96	54	50	60	73	78	100
Cadmium	0,33	0,6	1,7	3,5	12	0,2	10	0,5	8,5	2,9	0,4	4,50	1,00	0,70	4,90	0,82	0,52
Chrome	25	37	57	90	120	2,0	30	47	34	40	54	38	37	40	37	41	54
Cuivre	22	36	63	200	700	1,0	330	36	280	110	52	160	45	34	180	45	41
Cobalt	-	-	-	-	-	2,0	43	9	30	15	12	25	11	11	23	12	11
Étain	-	-	-	-	-	5,0	6,5	5,2	7,1	<5	<5	6,60	6,10	5,90	5,90	<5,0	<5,0
Manganèse	-	-	-	-	-	2,0	310	350	390	300	340	400	290	320	370	260	320
Molybdène	-	-	-	-	-	2,0	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Nickel	-	-	-	-	-	1,0	23	26	27	26	32	25	22	23	27	26	32
Mercure	0,094	0,17	0,25	0,49	0,87	0,05	0,11	0,07	0,14	0,11	0,06	0,12	0,11	0,09	0,12	0,07	0,09
Plomb	25	35	52	91	150	5,0	50	<5	95	32	5,5	22	6,10	<5,0	53	7,20	<5,0
Sélénium	-	-	-	-	-	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Zinc	80	120	170	310	770	5,0	3500	98	2300	750	78	1500	230	89	1300	140	90
Autres composés inorganiques																	
Cyanures totaux	-	-	-	-	-	1,0	<1	<1	<1	<1	<1	-	-	-	-	-	-

NOTES:

[1] : Définitions des critères Env. Canada et MDDEP 2007 (eau salée) :

CER Concentration d'effets rares

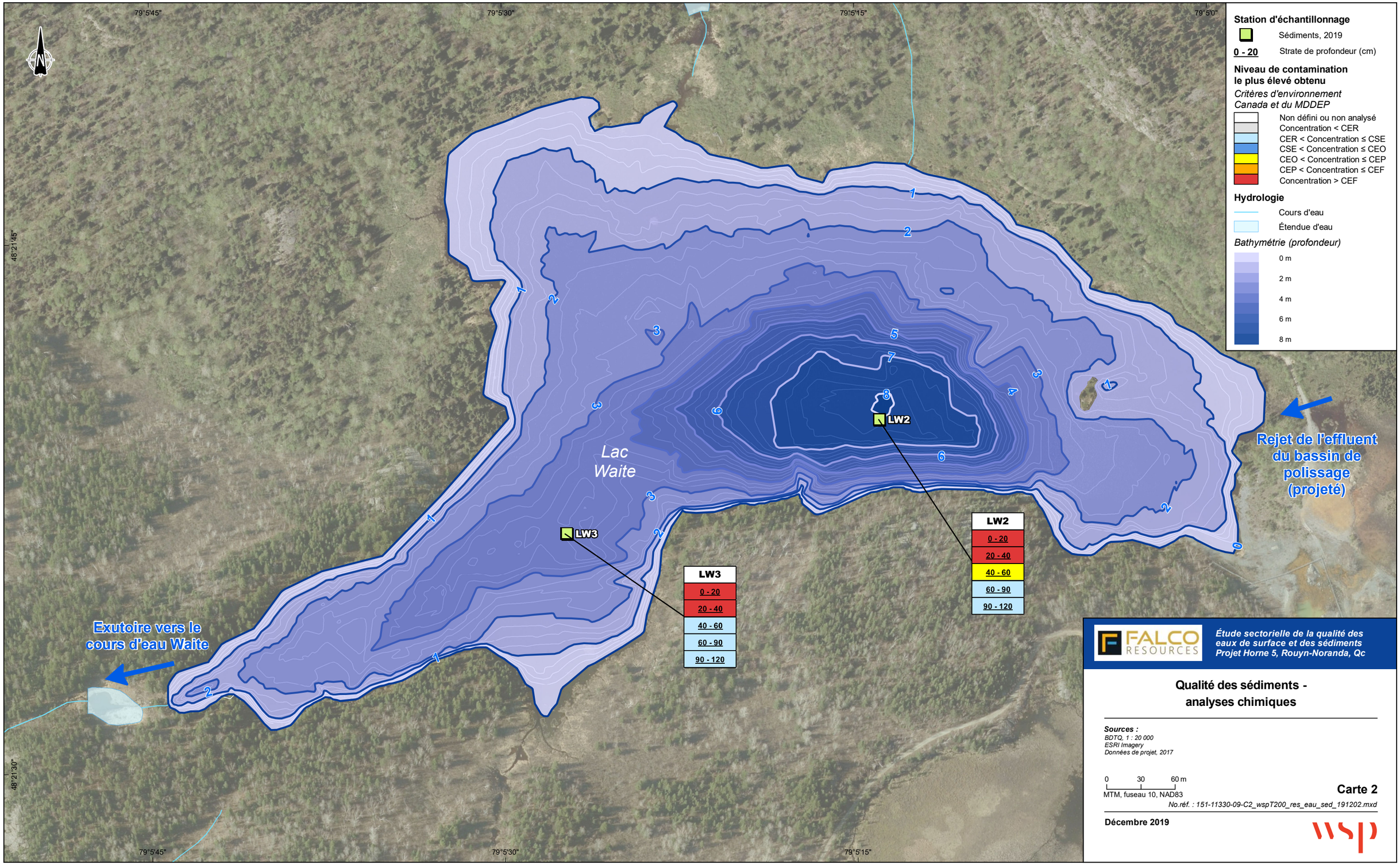
CSE Concentration seuil produisant un effet

CEO Concentration d'effets occasionnels

CEP Concentration d'effets probables

CEF Concentration d'effets fréquents

[2]: Limite de détection rapportée par le laboratoire d'analyses.



FALCO RESOURCES

Étude sectorielle de la qualité des eaux de surface et des sédiments
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Qualité des sédiments - analyses chimiques

Sources :
BDTQ, 1 : 20 000
ESRI Imagery
Données de projet, 2017

0 30 60 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 2

No.réf. : 151-11330-09-C2_wspT200_res_eau_sed_191202.mxd

Décembre 2019

wsp

3.3 PROGRAMME DE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

Les résultats obtenus dans le contexte du programme de contrôle de la qualité sur l'échantillon prélevé en duplicata sont présentés à l'annexe 3 et décrits plus bas, tandis que le programme de contrôle et d'assurance-qualité du laboratoire est présenté dans le certificat d'analyse joint à l'annexe 2.

Le programme d'assurance et de contrôle qualité du laboratoire comprenait des mesures de validation de la démarche, dont des analyses de duplicatas de laboratoire, de matériaux de référence, de blancs fortifiés, d'échantillons fortifiés ainsi que de pourcentage de récupération (*surrogate*). Les informations sur les méthodes employées ainsi que les résultats de contrôle qualité sont inscrits à la dernière section des certificats d'analyse (annexe 2). Ces résultats de contrôle qualité obtenus par le laboratoire ont été comparés aux critères de performance et d'acceptabilité des résultats présentés dans le Guide de caractérisation physico-chimique et toxicologique des sédiments (MDDELCC et ECCC, 2016). Mentionnons que puisque le nombre d'échantillons analysés pour le présent mandat était de 10, le nombre minimal d'éléments de contrôle requis a été respecté, soit d'un seul blanc, matériau de référence et duplicata.

DUPLICATA DE TERRAIN

À titre de contrôle qualité, un duplicata de type pseudo-réplicat a été prélevé lors de l'échantillonnage à la station LW3 pour l'intervalle de surface (échantillon LW3-1 et duplicata LW3-9). Les résultats d'analyse de l'échantillon original et du duplicata ont fait l'objet d'un calcul de pourcentage d'écart relatif (annexe 3). À l'analyse de ces résultats obtenus sur les 48 valeurs disponibles, 13 (27,1 % des échantillons) présentent un écart relatif de plus de 30 %. Toutefois, puisque les différences relatives peuvent se voir exagérées lorsque les concentrations se retrouvent près de la LDR, uniquement les valeurs qui sont supérieures à cinq fois la LDR sont considérées pour cette analyse du contrôle qualité. Ainsi, seules sept valeurs d'écarts relatifs sont supérieures à 30 % lorsque les concentrations sont plus de cinq fois la LDR (14,6 % des échantillons), soit moins du 20 % à respecter. Les analyses effectuées pour les métaux ont montré la plus grande fréquence d'imprécision. Cette situation est toutefois assez fréquente étant donné que les méthodes d'extraction pour ces composées peuvent être problématiques, et cela, peu importe le choix effectué, pour le laboratoire d'analyse. Lorsque des écarts importants sont observés et que le critère de qualité peut différer pour les deux échantillons, le critère indiquant la contamination la plus importante prévaut.

En conclusion, l'ensemble des données obtenues lors de ce contrôle qualité indique une précision acceptable de l'échantillonnage et des analyses.

3.4 GRANULOMÉTRIE

L'analyse granulométrique effectuée sur les échantillons de surface et ceux de l'intervalle de 90 à 120 cm de profondeur aux deux stations indique que le sédiment est, de façon générale, très fin et majoritairement composé d'argile (tableau 2). La composition des échantillons de surface est tout de même légèrement plus grossière avec des teneurs relatives en argile plus faibles (60,7 % pour LW2-1 et 50,4 % pour LW3-1) que pour les échantillons prélevés plus en profondeur (70,3 % pour LW2-5 et 71,1 % pour LW3-5).

Tableau 2 Analyses granulométriques des échantillons de sédiment prélevés au lac Waite

Classe granulométrique	Taille (mm)	LW2-1 (%)	LW2-5 (%)	LW3-1 (%)	LW3-5 (%)
Argile	< 0,004	60,7	70,3	50,4	71,1
Silt	0,004 - 0,063	35,8	28,4	35,4	27,5
Sable	0,063 – 1	3,5	1,3	14,2	1,4
Gravier	> 1	0	0	0	0

4 CONCLUSION

La campagne de caractérisation sédimentaire effectuée au lac Waite a permis d'effectuer deux sondages de 1,5 m de profondeur à l'aide d'un carottier à percussion déployé sur le couvert de glace du lac.

L'ensemble des résultats d'analyses chimiques obtenues en laboratoire a été comparé aux critères de qualité des sédiments au Québec (EC et MDDEP, 2007). Les concentrations identifiées indiquent des dépassements de critères de qualité (CER et CSE) pour trois composés de la famille des HAP. Les concentrations en contaminants les plus importantes ont toutefois été identifiées pour les métaux, notamment pour le zinc (dépassements de la CEF) ainsi que pour le cadmium, le chrome et le plomb (dépassement de la CEP). L'analyse des résultats permet d'observer un gradient de l'importance de la contamination, avec des teneurs significativement plus élevées pour les intervalles de surface que pour ceux prélevés plus en profondeur.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ENVIRONNEMENT CANADA. 2002a. Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime. Volume 1 : Directives de planification. Environnement Canada, Direction de la Protection de l'environnement, région du Québec, Section innovation technologique et secteurs industriels. Rapport. 106 p.
- ENVIRONNEMENT CANADA. 2002b. Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime. Volume 2 : Manuel du praticien. Environnement Canada, Direction de la Protection de l'environnement, région du Québec, Section innovation technologique et secteurs industriels. Rapport. 107 p.
- ENVIRONNEMENT CANADA MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC, 2007. Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration. 39 pages.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC, 2010. Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : Cahier 5 – Échantillonnage des sols, Québec, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. Édition courante.
- MINISTÈRE PÊCHES ET OCÉANS CANADA. 2019. Marées, courants et niveaux d'eau. Site web : http://www.waterlevels.gc.ca/fra/Accueil

ANNEXE

1 REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

Photo 1 Premier forage effectué au site.

Photo 2 Quatre forages effectués pour chacune des deux stations.

Photo 3 Quatre carottes échantillonnées à une station.

Photo 4 Échantillon composite formé par un intervalle de profondeur prélevé pour chacune des quatre carottes.

ANNEXE

2 CERTIFICATS D’ANALYSES

Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Votre # Bordereau: N-A

Attention: Jean-Simon Roy

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
1135 boulevard Lebourgneuf
Québec, QC
CANADA G2K 0M5

Date du rapport: 2019/04/24
Rapport: R2435995
Version: 1 - Finale

CERTIFICAT D'ANALYSES

 # DE DOSSIER MAXXAM: B910061
Reçu: 2019/04/01, 10:30

Matrice: Sédiment
Nombre d'échantillons reçus: 5

Analyses	Quantité	Date de l' extraction	Date Analysé	Méthode de laboratoire	Référence Primaire
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) (1)	2	2019/04/08	2019/04/12	STL SOP-00172	MA.400–HYD. 1.1 R3 m
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) (1)	3	2019/04/08	2019/04/23	STL SOP-00172	MA.400–HYD. 1.1 R3 m
Cyanures Totaux (1)	5	2019/04/08	2019/04/09	STL SOP-00035	MA300-CN 1.2 R4 m
Métaux extractibles totaux (1)	5	2019/04/22	2019/04/24	STL SOP-00006	MA.200–Mét. 1.2 R5 m
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (1)	4	2019/04/08	2019/04/11	STL SOP-00120	MA400-HAP 1.1 R5 m
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (1)	1	2019/04/08	2019/04/12	STL SOP-00120	MA400-HAP 1.1 R5 m
BPC Totaux (1)	5	2019/04/06	2019/04/16	STL SOP-00133	MA.400–BPC 1.0 R5 m
Granulométrie & sédimentométrie (2)	5	N/A	N/A		
Soufre (1)	5	N/A	2019/04/23	STL SOP-00028	MA.310–CS 1.0 R3 m
Carbone organique total par titrage	5	2019/04/08	2019/04/08	QUE SOP-00153	MA. 405 – C 1.1 r2 m

Remarques:

Les laboratoires Maxxam sont certifiés ISO/IEC 17025 pour certains paramètres précis des portées d'accréditation. Sauf indication contraire, les méthodes d'analyses utilisées par Maxxam s'inspirent des méthodes de référence d'organismes provinciaux, fédéraux et américains, tels que le CCME, le MELCC, l'EPA et l'APHA.

Toutes les analyses présentées ont été réalisées conformément aux procédures et aux pratiques relatives à la méthodologie, à l'assurance qualité et au contrôle de la qualité généralement appliqués par les employés de Maxxam (sauf s'il en a été convenu autrement par écrit entre le client et Maxxam). Toutes les données de laboratoire rencontrent les contrôles statistiques et respectent tous les critères de CQ et les critères de performance des méthodes, sauf s'il en a été signalé autrement. Tous les blancs de méthode sont rapportés, toutefois, les données des échantillons correspondants ne sont pas corrigées pour la valeur du blanc, sauf indication contraire. Le cas échéant, sauf indication contraire, l'incertitude de mesure n'a pas été prise en considération lors de la déclaration de la conformité à la norme de référence.

Les responsabilités de Maxxam sont restreintes au coût réel de l'analyse, sauf s'il en a été convenu autrement par écrit. Il n'existe aucune autre garantie, explicite ou implicite. Le client a fait appel à Maxxam pour l'analyse de ses échantillons conformément aux méthodes de référence mentionnées dans ce rapport. L'interprétation et l'utilisation des résultats sont sous l'entière responsabilité du client et ne font pas partie des services offerts par Maxxam, sauf si convenu autrement par écrit. Maxxam ne peut pas garantir l'exactitude des résultats qui dépendent des renseignements fournis par le client ou son représentant.

Les résultats des échantillons solides, sauf les biotes, sont rapportés en fonction de la masse sèche, sauf indication contraire. Les analyses organiques ne sont pas corrigées en fonction de la récupération, sauf pour les méthodes de dilution isotopique.
Les résultats s'appliquent seulement aux échantillons analysés. Si l'échantillonnage n'est pas effectué par Maxxam, les résultats se rapportent aux échantillons fournis pour analyse.

Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Votre # Bordereau: N-A

Attention: Jean-Simon Roy

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
1135 boulevard Lebourgneuf
Québec, QC
CANADA G2K 0M5

Date du rapport: 2019/04/24
Rapport: R2435995
Version: 1 - Finale

CERTIFICAT D'ANALYSES

 # DE DOSSIER MAXXAM: B910061

Reçu: 2019/04/01, 10:30

Le présent rapport ne doit pas être reproduit, sinon dans son intégralité, sans le consentement écrit du laboratoire.

Lorsque la méthode de référence comprend un suffixe « m », cela signifie que la méthode d'analyse du laboratoire contient des modifications validées et appliquées afin d'améliorer la performance de la méthode de référence.

Notez: Les données brutes sont utilisées pour le calcul du RPD (% d'écart relatif). L'arrondissement des résultats finaux peut expliquer la variation apparente.

(1) Cette analyse a été effectuée par Maxxam -Ville St. Laurent
(2) Cette analyse a été effectuée par Maxxam Analytics - Bedford

Note : Les paramètres inclus dans le présent certificat sont accrédités par le MDDELCC, à moins d'indication contraire.

clé de cryptage

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets
Martine Bergeron, Chargée de projets
Courriel: MBergeron@maxxam.ca
Téléphone (418)658-5784 Ext:7066445

==========

Ce rapport a été produit et distribué en utilisant une procédure automatisée sécuritaire.
Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

HAP PAR GCMS (SÉDIMENT)

ID Maxxam		GH3497		GH3503		GH3505		GH3509		
Date d'échantillonnage		2019/03/26 10:00		2019/03/26 10:00		2019/03/26 10:00		2019/03/26 10:00		
# Bordereau		N-A		N-A		N-A		N-A		
	Unités	LW2-1	LDR	LW2-5	LDR	LW3-1	LDR	LW3-5	LDR	Lot CQ
% HUMIDITÉ	%	93	N/A	77	N/A	92	N/A	73	N/A	N/A
HAP										
Naphtalène †	mg/kg	0.011	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	1980133
Acénaphtylène †	mg/kg	<0.0033 (1)	0.0033	<0.0030	0.0030	<0.0046 (1)	0.0046	<0.0030	0.0030	1980133
Acénaphtène †	mg/kg	<0.0030	0.0030	<0.0030	0.0030	<0.0030	0.0030	<0.0030	0.0030	1980133
Fluorène †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	1980133
Phénanthrène †	mg/kg	0.019	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	1980133
Anthracène †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	1980133
Fluoranthène †	mg/kg	0.041	0.010	<0.010	0.010	0.016	0.010	<0.010	0.010	1980133
Pyrène †	mg/kg	0.038	0.010	<0.010	0.010	0.014	0.010	<0.010	0.010	1980133
Benzo(a)anthracène †	mg/kg	0.015	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	1980133
Chrysène †	mg/kg	0.026	0.010	<0.010	0.010	0.010	0.010	<0.010	0.010	1980133
Benzo(b)fluoranthène †	mg/kg	0.041	0.010	<0.010	0.010	0.017	0.010	<0.010	0.010	1980133
Benzo(j)fluoranthène †	mg/kg	0.019	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	1980133
Benzo(k)fluoranthène †	mg/kg	0.014	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	1980133
Benzo(e)pyrène †	mg/kg	0.027	0.010	<0.010	0.010	0.012	0.010	<0.010	0.010	1980133
Benzo(a)pyrène †	mg/kg	0.023	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	1980133
Indéno(1,2,3-cd)pyrène †	mg/kg	<0.050 (1)	0.050	<0.010	0.010	<0.019 (1)	0.019	<0.010	0.010	1980133
Dibenzo(a,h)anthracène †	mg/kg	<0.0049 (1)	0.0049	<0.0030	0.0030	<0.0030	0.0030	<0.0030	0.0030	1980133
Benzo(ghi)pérylène †	mg/kg	0.053	0.010	<0.010	0.010	0.021	0.010	<0.010	0.010	1980133
2-Méthylnaphtalène †	mg/kg	0.035	0.010	0.020	0.010	0.015	0.010	<0.010	0.010	1980133
1-Méthylnaphtalène †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	1980133
Benzo(c)phénanthrène †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	1980133
3-Méthylcholanthrène †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	1980133
7,12-Diméthylbenzanthracène †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	1980133
Dibenzo(a,i)pyrène †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	1980133
Dibenzo(a,l)pyrène †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	1980133
Dibenzo(a,h)pyrène †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	1980133
1,3-Diméthylnaphtalène †	mg/kg	<0.058 (1)	0.058	<0.016 (1)	0.016	0.030	0.010	<0.010	0.010	1980133
2,3,5-Triméthylnaphtalène †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	<0.010	0.010	1980133

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
N/A = Non Applicable
† Accréditation non existante pour ce paramètre
(1) Dû à l'interférence de la matrice, la limite de détection a été augmentée.

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

HAP PAR GCMS (SÉDIMENT)

ID Maxxam		GH3497		GH3503		GH3505		GH3509		
Date d'échantillonnage		2019/03/26 10:00		2019/03/26 10:00		2019/03/26 10:00		2019/03/26 10:00		
# Bordereau		N-A		N-A		N-A		N-A		
	Unités	LW2-1	LDR	LW2-5	LDR	LW3-1	LDR	LW3-5	LDR	Lot CQ
Récupération des Surrogates (%)										
D10-Anthracène	%	79	N/A	82	N/A	77	N/A	83	N/A	1980133
D12-Benzo(a)pyrène	%	83	N/A	81	N/A	80	N/A	84	N/A	1980133
D14-Terphenyl	%	95	N/A	99	N/A	93	N/A	101	N/A	1980133
D8-Acenaphthylene	%	63	N/A	70	N/A	60	N/A	73	N/A	1980133
D8-Naphtalène	%	62	N/A	66	N/A	60	N/A	73	N/A	1980133

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
N/A = Non Applicable

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

HAP PAR GCMS (SÉDIMENT)

ID Maxxam		GH3509	GH3509	GH3511		
Date d'échantillonnage		2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00		
# Bordereau		N-A	N-A	N-A		
	Unités	LW3-5 Dup. de Lab.	LW3-5 Dup. de Lab. 2	LW3-9	LDR	Lot CQ
% HUMIDITÉ	%	73	73	93	N/A	N/A
HAP						
Naphtalène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
Acénaphtylène †	mg/kg	<0.0030	<0.0030	<0.0030	0.0030	1980133
Acénaphtène †	mg/kg	<0.0030	<0.0030	<0.0030	0.0030	1980133
Fluorène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
Phénanthrène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
Anthracène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
Fluoranthène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
Pyrène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
Benzo(a)anthracène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
Chrysène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
Benzo(b)fluoranthène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
Benzo(j)fluoranthène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
Benzo(k)fluoranthène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
Benzo(e)pyrène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
Benzo(a)pyrène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
Indéno(1,2,3-cd)pyrène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
Dibenzo(a,h)anthracène †	mg/kg	<0.0030	<0.0030	<0.0030	0.0030	1980133
Benzo(ghi)pérylène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
2-Méthylnaphtalène †	mg/kg	<0.010	<0.010	0.011	0.010	1980133
1-Méthylnaphtalène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
Benzo(c)phénanthrène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
3-Méthylcholanthrène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
7,12-Diméthylbenzanthracène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
Dibenzo(a,i)pyrène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
Dibenzo(a,l)pyrène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
Dibenzo(a,h)pyrène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
1,3-Diméthylnaphtalène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133
2,3,5-Triméthylnaphtalène †	mg/kg	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1980133

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
Duplicata de laboratoire
N/A = Non Applicable
† Accréditation non existante pour ce paramètre

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

HAP PAR GCMS (SÉDIMENT)

ID Maxxam		GH3509	GH3509	GH3511		
Date d'échantillonnage		2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00		
# Bordereau		N-A	N-A	N-A		
	Unités	**LW3-5 Dup. de Lab.**	**LW3-5 Dup. de Lab. 2**	**LW3-9**	**LDR**	**Lot CQ**
Récupération des Surrogates (%)						
D10-Anthracène	%	81	82	79	N/A	1980133
D12-Benzo(a)pyrène	%	80	83	83	N/A	1980133
D14-Terphenyl	%	98	100	98	N/A	1980133
D8-Acenaphthylene	%	73	68	62	N/A	1980133
D8-Naphtalène	%	74	65	60	N/A	1980133

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
Duplicata de laboratoire
N/A = Non Applicable

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

HYDROCARBURES PAR GCFID (SÉDIMENT)

ID Maxxam		GH3497	GH3503	GH3505	GH3509	GH3509	GH3509		
Date d'échantillonnage		2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00		
# Bordereau		N-A	N-A	N-A	N-A	N-A	N-A		
	Unités	LW2-1	LW2-5	LW3-1	LW3-5	LW3-5 Dup. de Lab.	LW3-5 Dup. de Lab. 2	LDR	Lot CQ
% HUMIDITÉ	%	93	77	92	73	73	73	N/A	N/A
HYDROCARBURES PÉTROLIERS									
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) †	mg/kg	180	<100	<100	<100	<100	<100	100	1980150
Récupération des Surrogates (%)									
1-Chlorooctadécane	%	71	67	70	83	78	76	N/A	1980150

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
Duplicata de laboratoire
N/A = Non Applicable
† Accréditation non existante pour ce paramètre

ID Maxxam		GH3511		
Date d'échantillonnage		2019/03/26 10:00		
# Bordereau		N-A		
	Unités	LW3-9	LDR	Lot CQ
% HUMIDITÉ	%	93	N/A	N/A
HYDROCARBURES PÉTROLIERS				
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) †	mg/kg	<100	100	1980150
Récupération des Surrogates (%)				
1-Chlorooctadécane	%	75	N/A	1980150

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
N/A = Non Applicable
† Accréditation non existante pour ce paramètre

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SÉDIMENT)

ID Maxxam		GH3497	GH3503	GH3505	GH3509	GH3509	GH3509		
Date d'échantillonnage		2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00		
# Bordereau		N-A	N-A	N-A	N-A	N-A	N-A		
	Unités	**LW2-1**	**LW2-5**	**LW3-1**	**LW3-5**	**LW3-5 Dup. de Lab.**	**LW3-5 Dup. de Lab. 2**	**LDR**	**Lot CQ**
% HUMIDITÉ	%	93	77	92	73	73	73	N/A	N/A
MÉTAUX									
Argent (Ag) †	mg/kg	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	2.0	1983186
Arsenic (As) †	mg/kg	8.5	<2.0	11	<2.0	<2.0	<2.0	2.0	1983186
Baryum (Ba) †	mg/kg	51	85	82	96	96	90	5.0	1983186
Cadmium (Cd) †	mg/kg	10	0.51	8.5	0.37	0.37	0.34	0.20	1983186
Chrome (Cr) †	mg/kg	30	47	34	54	56	53	2.0	1983186
Cuivre (Cu) †	mg/kg	330	36	280	52	53	51	1.0	1983186
Cobalt (Co) †	mg/kg	43	9.0	30	12	12	11	2.0	1983186
Etain (Sn) †	mg/kg	6.5	5.2	7.1	<5.0	5.4	<5.0	5.0	1983186
Manganèse (Mn) †	mg/kg	310	350	390	340	360	340	2.0	1983186
Molybdène (Mo) †	mg/kg	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	2.0	1983186
Nickel (Ni) †	mg/kg	23	26	27	32	33	31	1.0	1983186
Mercure (Hg) †	mg/kg	0.11	0.073	0.14	0.057	0.058	0.052	0.050	1983186
Plomb (Pb) †	mg/kg	50	<5.0	95	5.5	5.6	5.2	5.0	1983186
Sélénium (Se) †	mg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10	1983186
Zinc (Zn) †	mg/kg	3500	98	2300	78	80	75	5.0	1983186

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
Duplicata de laboratoire
N/A = Non Applicable
† Accréditation non existante pour ce paramètre

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SÉDIMENT)

ID Maxxam		GH3511		
Date d'échantillonnage		2019/03/26 10:00		
# Bordereau		N-A		
	Unités	**LW3-9**	**LDR**	**Lot CQ**
% HUMIDITÉ	%	93	N/A	N/A
MÉTAUX				
Argent (Ag) †	mg/kg	<2.0	2.0	1983186
Arsenic (As) †	mg/kg	4.8	2.0	1983186
Baryum (Ba) †	mg/kg	87	5.0	1983186
Cadmium (Cd) †	mg/kg	2.9	0.20	1983186
Chrome (Cr) †	mg/kg	40	2.0	1983186
Cuivre (Cu) †	mg/kg	110	1.0	1983186
Cobalt (Co) †	mg/kg	15	2.0	1983186
Etain (Sn) †	mg/kg	<5.0	5.0	1983186
Manganèse (Mn) †	mg/kg	300	2.0	1983186
Molybdène (Mo) †	mg/kg	<2.0	2.0	1983186
Nickel (Ni) †	mg/kg	26	1.0	1983186
Mercure (Hg) †	mg/kg	0.11	0.050	1983186
Plomb (Pb) †	mg/kg	32	5.0	1983186
Sélénium (Se) †	mg/kg	<10	10	1983186
Zinc (Zn) †	mg/kg	750	5.0	1983186

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
N/A = Non Applicable
† Accréditation non existante pour ce paramètre

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (SÉDIMENT)

ID Maxxam		GH3497		GH3503	GH3503		GH3505		GH3509		
Date d'échantillonnage		2019/03/26 10:00		2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00		2019/03/26 10:00		2019/03/26 10:00		
# Bordereau		N-A		N-A	N-A		N-A		N-A		
	Unités	**LW2-1**	**LDR**	**LW2-5**	**LW2-5 Dup. de Lab.**	**LDR**	**LW3-1**	**LDR**	**LW3-5**	**LDR**	**Lot CQ**
% HUMIDITÉ	%	93	N/A	77	77	N/A	92	N/A	73	N/A	N/A
CONVENTIONNELS											
Carbone organique total (titrage) †	% g/g	22	0.50	14	N/A	0.25	22	0.050	10	0.25	1979307
Cyanures Totaux †	mg/kg	<1.0	1.0	<2.0	N/A	2.0	<1.0	1.0	<1.0	1.0	1980118
Soufre (S) †	% g/g	1.2	0.030	0.36	0.37	0.010	0.92	0.020	0.26	0.010	1982733

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
Duplicata de laboratoire
N/A = Non Applicable
† Accréditation non existante pour ce paramètre

ID Maxxam		GH3509		GH3511		
Date d'échantillonnage		2019/03/26 10:00		2019/03/26 10:00		
# Bordereau		N-A		N-A		
	Unités	**LW3-5 Dup. de Lab.**	**LDR**	**LW3-9**	**LDR**	**Lot CQ**
% HUMIDITÉ	%	73	N/A	93	N/A	N/A
CONVENTIONNELS						
Carbone organique total (titrage) †	% g/g	9.4	0.25	22	0.50	1979307
Cyanures Totaux †	mg/kg	N/A	1.0	<1.0	1.0	1980118
Soufre (S) †	% g/g	N/A	0.010	0.57	0.010	1982733

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
Duplicata de laboratoire
N/A = Non Applicable
† Accréditation non existante pour ce paramètre

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

BPC CONGÉNÈRES (SÉDIMENT)

ID Maxxam		GH3497		GH3503	GH3503	GH3503		GH3505		
Date d'échantillonnage		2019/03/26 10:00		2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00		2019/03/26 10:00		
# Bordereau		N-A		N-A	N-A	N-A		N-A		
	Unités	**LW2-1**	**LDR**	**LW2-5**	**LW2-5 Dup. de Lab.**	**LW2-5 Dup. de Lab. 2**	**LDR**	**LW3-1**	**LDR**	**Lot CQ**
% HUMIDITÉ	%	93	N/A	77	77	77	N/A	92	N/A	N/A
BPC										
CL3-IUPAC-17+18 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL3-IUPAC-28+31 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL3-IUPAC-33 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL4-IUPAC-52 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL4-IUPAC-49 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL4-IUPAC-44 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL4-IUPAC-74 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL4-IUPAC-70 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL5-IUPAC-95 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL5-IUPAC-101 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL5-IUPAC-99 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL5-IUPAC-87 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL5-IUPAC-110 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL5-IUPAC-82 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL6-IUPAC-151 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL6-IUPAC-149 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL5-IUPAC-118 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL6-IUPAC-153 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL6-IUPAC-132 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL5-IUPAC-105 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL6-IUPAC-138+158 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL7-IUPAC-187 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL7-IUPAC-183 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL6-IUPAC-128 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL7-IUPAC-177 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL7-IUPAC-171 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL6-IUPAC-156 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL7-IUPAC-180 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL7-IUPAC-191 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
Duplicata de laboratoire
N/A = Non Applicable
† Accréditation non existante pour ce paramètre

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

BPC CONGÉNÈRES (SÉDIMENT)

ID Maxxam		GH3497		GH3503	GH3503	GH3503		GH3505		
Date d'échantillonnage		2019/03/26 10:00		2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00		2019/03/26 10:00		
# Bordereau		N-A		N-A	N-A	N-A		N-A		
	Unités	LW2-1	LDR	LW2-5	LW2-5 Dup. de Lab.	LW2-5 Dup. de Lab. 2	LDR	LW3-1	LDR	Lot CQ
CL6-IUPAC-169 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL7-IUPAC-170 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL8-IUPAC-199 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL9-IUPAC-208 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL8-IUPAC-195 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL8-IUPAC-194 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL8-IUPAC-205 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL9-IUPAC-206 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL10-IUPAC-209 †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
Trichlorobiphényles totaux †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
Tétrachlorobiphényles totaux †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
Pentachlorobiphényles totaux †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
Hexachlorobiphényles totaux †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
Heptachlorobiphényles totaux †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
Octachlorobiphényles totaux †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
Nonachlorobiphényles totaux †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
Décachlorobiphényles totaux †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
BPC totaux †	mg/kg	<0.080	0.080	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
Récupération des Surrogates (%)										
2,3,3',4,6-Pentachlorobiphényle	%	100	N/A	99	95	91	N/A	98	N/A	1979897
2',3,5-Trichlorobiphényle	%	97	N/A	99	97	89	N/A	94	N/A	1979897
22'33'44'566'-Nonachlorobiphényle	%	76	N/A	95	93	96	N/A	86	N/A	1979897

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
Duplicata de laboratoire
† Accréditation non existante pour ce paramètre
N/A = Non Applicable

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

BPC CONGÉNÈRES (SÉDIMENT)

ID Maxxam		GH3509		GH3511		
Date d'échantillonnage		2019/03/26 10:00		2019/03/26 10:00		
# Bordereau		N-A		N-A		
	Unités	**LW3-5**	**LDR**	**LW3-9**	**LDR**	**Lot CQ**
% HUMIDITÉ	%	73	N/A	93	N/A	N/A
BPC						
CL3-IUPAC-17+18 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL3-IUPAC-28+31 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL3-IUPAC-33 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL4-IUPAC-52 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL4-IUPAC-49 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL4-IUPAC-44 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL4-IUPAC-74 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL4-IUPAC-70 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL5-IUPAC-95 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL5-IUPAC-101 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL5-IUPAC-99 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL5-IUPAC-87 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL5-IUPAC-110 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL5-IUPAC-82 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL6-IUPAC-151 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL6-IUPAC-149 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL5-IUPAC-118 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL6-IUPAC-153 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL6-IUPAC-132 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL5-IUPAC-105 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL6-IUPAC-138+158 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL7-IUPAC-187 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL7-IUPAC-183 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL6-IUPAC-128 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL7-IUPAC-177 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL7-IUPAC-171 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL6-IUPAC-156 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL7-IUPAC-180 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL7-IUPAC-191 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL6-IUPAC-169 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
N/A = Non Applicable
† Accréditation non existante pour ce paramètre

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

BPC CONGÉNÈRES (SÉDIMENT)

ID Maxxam		GH3509		GH3511		
Date d'échantillonnage		2019/03/26 10:00		2019/03/26 10:00		
# Bordereau		N-A		N-A		
	Unités	LW3-5	LDR	LW3-9	LDR	Lot CQ
CL7-IUPAC-170 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL8-IUPAC-199 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL9-IUPAC-208 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL8-IUPAC-195 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL8-IUPAC-194 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL8-IUPAC-205 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL9-IUPAC-206 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
CL10-IUPAC-209 †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
Trichlorobiphényles totaux †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
Tétrachlorobiphényles totaux †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
Pentachlorobiphényles totaux †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
Hexachlorobiphényles totaux †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
Heptachlorobiphényles totaux †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
Octachlorobiphényles totaux †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
Nonachlorobiphényles totaux †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
Décachlorobiphényles totaux †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
BPC totaux †	mg/kg	<0.010	0.010	<0.080	0.080	1979897
Récupération des Surrogates (%)						
2,3,3',4,6-Pentachlorobiphényle	%	94	N/A	98	N/A	1979897
2',3,5-Trichlorobiphényle	%	97	N/A	93	N/A	1979897
22'33'44'566'-Nonachlorobiphényle	%	96	N/A	80	N/A	1979897

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
† Accréditation non existante pour ce paramètre
N/A = Non Applicable

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

REMARQUES GÉNÉRALES

Hydrocarbures pétroliers (C10-C50): Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3497
Métaux extractibles totaux: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3497
Hydrocarbures aromatiques polycycliques: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3497
BPC Totaux: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3497
Soufre: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3497
Carbone organique total par titrage: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3497
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50): Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3503
Métaux extractibles totaux: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3503
Hydrocarbures aromatiques polycycliques: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3503
BPC Totaux: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3503
Soufre: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3503
Carbone organique total par titrage: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3503
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50): Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3505
Métaux extractibles totaux: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3505
Hydrocarbures aromatiques polycycliques: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3505
BPC Totaux: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3505
Soufre: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3505
Carbone organique total par titrage: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3505
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50): Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3509
Métaux extractibles totaux: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3509
Hydrocarbures aromatiques polycycliques: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3509
BPC Totaux: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3509
Soufre: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3509
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50): Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3511
Métaux extractibles totaux: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3511
Hydrocarbures aromatiques polycycliques: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3511
BPC Totaux: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3511
Soufre: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3511
Carbone organique total par titrage: Échantillon congelé par client mais reçu décongelé: GH3511

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (SÉDIMENT)

Carbone organique total par titrage GH3497, GH3503, GH3505, GH3509 et GH3511 :
Les limites de détection indiquées sont modifiées en fonction de la masse d'échantillon utilisée.

Les limites de détections indiquées sont multipliées par les facteurs de dilution utilisés pour l'analyse des échantillons.

BPC CONGÉNÈRES (SÉDIMENT)

Veuillez noter que les résultats ci-dessus ont été corrigés pour le pourcentage de récupération des surrogates.

GH3497, GH3505, GH3511:
Dû à un taux d'humidité élevé, les limites de détections pour les échantillons sont ajustées.

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ

Lot AQ/CQ	Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé	Valeur	Réc	Unités
1979307	MRT	MRC	Carbone organique total (titrage)	2019/04/08		98	%
1979897	CT2	Échantillon fortifié [GH3503-01]	2,3,3',4,6-Pentachlorobiphényle	2019/04/16		94	%
			2',3,5-Trichlorobiphényle	2019/04/16		97	%
			22'33'44'566'-Nonachlorobiphényle	2019/04/16		98	%
			CL3-IUPAC-17+18	2019/04/16		96	%
			CL3-IUPAC-28+31	2019/04/16		95	%
			CL3-IUPAC-33	2019/04/16		95	%
			CL4-IUPAC-52	2019/04/16		95	%
			CL4-IUPAC-49	2019/04/16		101	%
			CL4-IUPAC-44	2019/04/16		98	%
			CL4-IUPAC-74	2019/04/16		122	%
			CL4-IUPAC-70	2019/04/16		97	%
			CL5-IUPAC-95	2019/04/16		104	%
			CL5-IUPAC-101	2019/04/16		93	%
			CL5-IUPAC-99	2019/04/16		83	%
			CL5-IUPAC-87	2019/04/16		96	%
			CL5-IUPAC-110	2019/04/16		109	%
			CL5-IUPAC-82	2019/04/16		76	%
			CL6-IUPAC-151	2019/04/16		104	%
			CL6-IUPAC-149	2019/04/16		93	%
			CL5-IUPAC-118	2019/04/16		109	%
			CL6-IUPAC-153	2019/04/16		106	%
			CL6-IUPAC-132	2019/04/16		93	%
			CL5-IUPAC-105	2019/04/16		133 (1)	%
			CL6-IUPAC-138+158	2019/04/16		114	%
			CL7-IUPAC-187	2019/04/16		83	%
			CL7-IUPAC-183	2019/04/16		81	%
			CL6-IUPAC-128	2019/04/16		92	%
			CL7-IUPAC-177	2019/04/16		72	%
			CL7-IUPAC-171	2019/04/16		83	%
			CL6-IUPAC-156	2019/04/16		104	%
			CL7-IUPAC-180	2019/04/16		81	%
			CL7-IUPAC-191	2019/04/16		82	%
			CL6-IUPAC-169	2019/04/16		123	%
			CL7-IUPAC-170	2019/04/16		95	%
			CL8-IUPAC-199	2019/04/16		86	%
			CL9-IUPAC-208	2019/04/16		74	%
			CL8-IUPAC-195	2019/04/16		85	%
			CL8-IUPAC-194	2019/04/16		87	%
			CL8-IUPAC-205	2019/04/16		88	%
			CL9-IUPAC-206	2019/04/16		63	%
			CL10-IUPAC-209	2019/04/16		76	%
			BPC totaux	2019/04/16		96	%
1979897	CT2	MRC	2,3,3',4,6-Pentachlorobiphényle	2019/04/16		92	%
			2',3,5-Trichlorobiphényle	2019/04/16		102	%
			22'33'44'566'-Nonachlorobiphényle	2019/04/16		91	%
			CL4-IUPAC-52	2019/04/16		97	%
			CL5-IUPAC-101	2019/04/16		120	%
			CL6-IUPAC-149	2019/04/16		80	%
			CL5-IUPAC-118	2019/04/16		86	%

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ (SUITE)

Lot AQ/CQ	Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé	Valeur	Réc	Unités
			CL6-IUPAC-153	2019/04/16		95	%
			CL7-IUPAC-180	2019/04/16		86	%
			CL7-IUPAC-170	2019/04/16		97	%
1979897	CT2	Blanc fortifié	2,3,3',4,6-Pentachlorobiphényle	2019/04/16		86	%
			2',3,5-Trichlorobiphényle	2019/04/16		91	%
			22'33'44'566'-Nonachlorobiphényle	2019/04/16		93	%
			CL3-IUPAC-17+18	2019/04/16		98	%
			CL3-IUPAC-28+31	2019/04/16		94	%
			CL3-IUPAC-33	2019/04/16		95	%
			CL4-IUPAC-52	2019/04/16		94	%
			CL4-IUPAC-49	2019/04/16		101	%
			CL4-IUPAC-44	2019/04/16		98	%
			CL4-IUPAC-74	2019/04/16		116	%
			CL4-IUPAC-70	2019/04/16		98	%
			CL5-IUPAC-95	2019/04/16		105	%
			CL5-IUPAC-101	2019/04/16		93	%
			CL5-IUPAC-99	2019/04/16		83	%
			CL5-IUPAC-87	2019/04/16		96	%
			CL5-IUPAC-110	2019/04/16		109	%
			CL5-IUPAC-82	2019/04/16		77	%
			CL6-IUPAC-151	2019/04/16		105	%
			CL6-IUPAC-149	2019/04/16		94	%
			CL5-IUPAC-118	2019/04/16		109	%
			CL6-IUPAC-153	2019/04/16		106	%
			CL6-IUPAC-132	2019/04/16		93	%
			CL5-IUPAC-105	2019/04/16		133 (1)	%
			CL6-IUPAC-138+158	2019/04/16		113	%
			CL7-IUPAC-187	2019/04/16		85	%
			CL7-IUPAC-183	2019/04/16		82	%
			CL6-IUPAC-128	2019/04/16		96	%
			CL7-IUPAC-177	2019/04/16		73	%
			CL7-IUPAC-171	2019/04/16		84	%
			CL6-IUPAC-156	2019/04/16		107	%
			CL7-IUPAC-180	2019/04/16		83	%
			CL7-IUPAC-191	2019/04/16		83	%
			CL6-IUPAC-169	2019/04/16		128	%
			CL7-IUPAC-170	2019/04/16		96	%
			CL8-IUPAC-199	2019/04/16		88	%
			CL9-IUPAC-208	2019/04/16		75	%
			CL8-IUPAC-195	2019/04/16		86	%
			CL8-IUPAC-194	2019/04/16		87	%
			CL8-IUPAC-205	2019/04/16		88	%
			CL9-IUPAC-206	2019/04/16		64	%
			CL10-IUPAC-209	2019/04/16		78	%
			BPC totaux	2019/04/16		95	%
1979897	CT2	Blanc de méthode	2,3,3',4,6-Pentachlorobiphényle	2019/04/16		90	%
			2',3,5-Trichlorobiphényle	2019/04/16		96	%
			22'33'44'566'-Nonachlorobiphényle	2019/04/16		91	%
			CL3-IUPAC-17+18	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL3-IUPAC-28+31	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL3-IUPAC-33	2019/04/16	<0.010		mg/kg

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ (SUITE)

Lot AQ/CQ	Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé	Valeur	Réc	Unités
			CL4-IUPAC-52	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL4-IUPAC-49	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL4-IUPAC-44	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL4-IUPAC-74	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL4-IUPAC-70	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL5-IUPAC-95	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL5-IUPAC-101	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL5-IUPAC-99	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL5-IUPAC-87	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL5-IUPAC-110	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL5-IUPAC-82	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL6-IUPAC-151	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL6-IUPAC-149	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL5-IUPAC-118	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL6-IUPAC-153	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL6-IUPAC-132	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL5-IUPAC-105	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL6-IUPAC-138+158	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL7-IUPAC-187	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL7-IUPAC-183	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL6-IUPAC-128	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL7-IUPAC-177	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL7-IUPAC-171	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL6-IUPAC-156	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL7-IUPAC-180	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL7-IUPAC-191	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL6-IUPAC-169	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL7-IUPAC-170	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL8-IUPAC-199	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL9-IUPAC-208	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL8-IUPAC-195	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL8-IUPAC-194	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL8-IUPAC-205	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL9-IUPAC-206	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			CL10-IUPAC-209	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			Trichlorobiphényles totaux	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			Tétrachlorobiphényles totaux	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			Pentachlorobiphényles totaux	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			Hexachlorobiphényles totaux	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			Heptachlorobiphényles totaux	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			Octachlorobiphényles totaux	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			Nonachlorobiphényles totaux	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			Décachlorobiphényles totaux	2019/04/16	<0.010		mg/kg
			BPC totaux	2019/04/16	<0.010		mg/kg
1980118	GGC	MRC	Cyanures Totaux	2019/04/09		88	%
1980118	GGC	Blanc fortifié	Cyanures Totaux	2019/04/09		92	%
1980118	GGC	Blanc de méthode	Cyanures Totaux	2019/04/09	<0.50		mg/kg
1980133	YW	Échantillon fortifié [GH3509-01]	D10-Anthracène	2019/04/11		84	%
			D12-Benzo(a)pyrène	2019/04/11		90	%
			D14-Terphenyl	2019/04/11		101	%

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ (SUITE)

Lot AQ/CQ	Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé	Valeur	Réc	Unités
			D8-Acenaphthylene	2019/04/11		71	%
			D8-Naphtalène	2019/04/11		70	%
			Naphtalène	2019/04/11		63	%
			Acénaphtylène	2019/04/11		71	%
			Acénaphtène	2019/04/11		67	%
			Fluorène	2019/04/11		76	%
			Phénanthrène	2019/04/11		75	%
			Anthracène	2019/04/11		80	%
			Fluoranthène	2019/04/11		82	%
			Pyrène	2019/04/11		82	%
			Benzo(a)anthracène	2019/04/11		86	%
			Chrysène	2019/04/11		84	%
			Benzo(b)fluoranthène	2019/04/11		81	%
			Benzo(j)fluoranthène	2019/04/11		71	%
			Benzo(k)fluoranthène	2019/04/11		67	%
			Benzo(e)pyrène	2019/04/11		73	%
			Benzo(a)pyrène	2019/04/11		73	%
			Indéno(1,2,3-cd)pyrène	2019/04/11		72	%
			Dibenzo(a,h)anthracène	2019/04/11		78	%
			Benzo(ghi)pérylène	2019/04/11		68	%
			2-Méthylnaphtalène	2019/04/11		65	%
			1-Méthylnaphtalène	2019/04/11		70	%
			Benzo(c)phénanthrène	2019/04/11		85	%
			3-Méthylcholanthrène	2019/04/11		81	%
			7,12-Diméthylbenzanthracène	2019/04/11		72	%
			Dibenzo(a,i)pyrène	2019/04/11		60	%
			Dibenzo(a,l)pyrène	2019/04/11		81	%
			Dibenzo(a,h)pyrène	2019/04/11		53	%
			1,3-Diméthylnaphtalène	2019/04/11		70	%
			2,3,5-Triméthylnaphtalène	2019/04/11		75	%
1980133	YW	MRC	D10-Anthracène	2019/04/11		71	%
			D12-Benzo(a)pyrène	2019/04/11		82	%
			D14-Terphenyl	2019/04/11		86	%
			D8-Acenaphthylene	2019/04/11		61	%
			D8-Naphtalène	2019/04/11		59	%
			Naphtalène	2019/04/11		75	%
			Acénaphtylène	2019/04/11		72	%
			Acénaphtène	2019/04/11		76	%
			Fluorène	2019/04/11		88	%
			Phénanthrène	2019/04/11		94	%
			Anthracène	2019/04/11		65	%
			Fluoranthène	2019/04/11		100	%
			Pyrène	2019/04/11		102	%
			Benzo(a)anthracène	2019/04/11		108	%
			Chrysène	2019/04/11		107	%
			Benzo(b)fluoranthène	2019/04/11		105	%
			Benzo(k)fluoranthène	2019/04/11		105	%
			Benzo(a)pyrène	2019/04/11		65	%
			Indéno(1,2,3-cd)pyrène	2019/04/11		97	%
			Dibenzo(a,h)anthracène	2019/04/11		95	%
			Benzo(ghi)pérylène	2019/04/11		104	%

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ (SUITE)

Lot AQ/CQ	Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé	Valeur	Réc	Unités
1980133	YW	Blanc fortifié	D10-Anthracène	2019/04/11		80	%
			D12-Benzo(a)pyrène	2019/04/11		96	%
			D14-Terphenyl	2019/04/11		94	%
			D8-Acenaphthylene	2019/04/11		73	%
			D8-Naphtalène	2019/04/11		83	%
			Naphtalène	2019/04/11		72	%
			Acénaphtylène	2019/04/11		73	%
			Acénaphtène	2019/04/11		70	%
			Fluorène	2019/04/11		78	%
			Phénanthrène	2019/04/11		74	%
			Anthracène	2019/04/11		74	%
			Fluoranthène	2019/04/11		77	%
			Pyrène	2019/04/11		77	%
			Benzo(a)anthracène	2019/04/11		84	%
			Chrysène	2019/04/11		87	%
			Benzo(b)fluoranthène	2019/04/11		97	%
			Benzo(j)fluoranthène	2019/04/11		86	%
			Benzo(k)fluoranthène	2019/04/11		78	%
			Benzo(e)pyrène	2019/04/11		89	%
			Benzo(a)pyrène	2019/04/11		83	%
			Indéno(1,2,3-cd)pyrène	2019/04/11		78	%
			Dibenzo(a,h)anthracène	2019/04/11		87	%
			Benzo(ghi)pérylène	2019/04/11		82	%
			2-Méthylnaphtalène	2019/04/11		74	%
			1-Méthylnaphtalène	2019/04/11		78	%
			Benzo(c)phénanthrène	2019/04/11		86	%
			3-Méthylcholanthrène	2019/04/11		69	%
			7,12-Diméthylbenzanthracène	2019/04/11		88	%
			Dibenzo(a,i)pyrène	2019/04/11		82	%
			Dibenzo(a,l)pyrène	2019/04/11		86	%
			Dibenzo(a,h)pyrène	2019/04/11		68	%
			1,3-Diméthylnaphtalène	2019/04/11		76	%
			2,3,5-Triméthylnaphtalène	2019/04/11		78	%
1980133	YW	Blanc de méthode	D10-Anthracène	2019/04/11		82	%
			D12-Benzo(a)pyrène	2019/04/11		97	%
			D14-Terphenyl	2019/04/11		94	%
			D8-Acenaphthylene	2019/04/11		73	%
			D8-Naphtalène	2019/04/11		81	%
			Naphtalène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			Acénaphtylène	2019/04/11	<0.0030		mg/kg
			Acénaphtène	2019/04/11	<0.0030		mg/kg
			Fluorène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			Phénanthrène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			Anthracène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			Fluoranthène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			Pyrène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			Benzo(a)anthracène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			Chrysène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			Benzo(b)fluoranthène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			Benzo(j)fluoranthène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			Benzo(k)fluoranthène	2019/04/11	<0.010		mg/kg

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ (SUITE)

Lot AQ/CQ	Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé	Valeur	Réc	Unités
			Benzo(e)pyrène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			Benzo(a)pyrène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			Indéno(1,2,3-cd)pyrène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			Dibenzo(a,h)anthracène	2019/04/11	<0.0030		mg/kg
			Benzo(ghi)pérylène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			2-Méthylnaphtalène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			1-Méthylnaphtalène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			Benzo(c)phénanthrène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			3-Méthylcholanthrène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			7,12-Diméthylbenzanthracène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			Dibenzo(a,i)pyrène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			Dibenzo(a,l)pyrène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			Dibenzo(a,h)pyrène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			1,3-Diméthylnaphtalène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
			2,3,5-Triméthylnaphtalène	2019/04/11	<0.010		mg/kg
1980150	CG2	Échantillon fortifié [GH3509-01]	1-Chlorooctadécane	2019/04/13		90	%
			Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	2019/04/13		97	%
1980150	CG2	MRC	1-Chlorooctadécane	2019/04/12		83	%
			Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	2019/04/12		98	%
1980150	CG2	Blanc fortifié	1-Chlorooctadécane	2019/04/12		86	%
			Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	2019/04/12		97	%
1980150	CG2	Blanc de méthode	1-Chlorooctadécane	2019/04/12		86	%
			Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	2019/04/12	<100		mg/kg
1982733	GGC	Échantillon fortifié [GH3503-01]	Soufre (S)	2019/04/23		108	%
1982733	GGC	MRC	Soufre (S)	2019/04/23		129	%
1982733	GGC	Blanc de méthode	Soufre (S)	2019/04/23	<0.010		% g/g
1983186	RNP	Échantillon fortifié [GH3509-01]	Argent (Ag)	2019/04/24		100	%
			Arsenic (As)	2019/04/24		99	%
			Baryum (Ba)	2019/04/24		NC	%
			Cadmium (Cd)	2019/04/24		99	%
			Chrome (Cr)	2019/04/24		NC	%
			Cuivre (Cu)	2019/04/24		NC	%
			Cobalt (Co)	2019/04/24		101	%
			Etain (Sn)	2019/04/24		109	%
			Manganèse (Mn)	2019/04/24		NC	%
			Molybdène (Mo)	2019/04/24		97	%
			Nickel (Ni)	2019/04/24		107	%
			Mercure (Hg)	2019/04/24		97	%
			Plomb (Pb)	2019/04/24		105	%
			Sélénium (Se)	2019/04/24		95	%
			Zinc (Zn)	2019/04/24		NC	%
1983186	RNP	MRC	Arsenic (As)	2019/04/24		99	%
			Cadmium (Cd)	2019/04/24		96	%
			Chrome (Cr)	2019/04/24		101	%
			Cuivre (Cu)	2019/04/24		106	%
			Cobalt (Co)	2019/04/24		102	%
			Manganèse (Mn)	2019/04/24		99	%
			Molybdène (Mo)	2019/04/24		108	%

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ (SUITE)

Lot AQ/CQ	Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé	Valeur	Réc	Unités
			Nickel (Ni)	2019/04/24		111	%
			Mercure (Hg)	2019/04/24		100	%
			Plomb (Pb)	2019/04/24		108	%
			Sélénium (Se)	2019/04/24		74	%
			Zinc (Zn)	2019/04/24		105	%
1983186	RNP	Blanc fortifié	Argent (Ag)	2019/04/24		103	%
			Arsenic (As)	2019/04/24		101	%
			Baryum (Ba)	2019/04/24		101	%
			Cadmium (Cd)	2019/04/24		101	%
			Chrome (Cr)	2019/04/24		100	%
			Cuivre (Cu)	2019/04/24		103	%
			Cobalt (Co)	2019/04/24		102	%
			Etain (Sn)	2019/04/24		108	%
			Manganèse (Mn)	2019/04/24		102	%
			Molybdène (Mo)	2019/04/24		100	%
			Nickel (Ni)	2019/04/24		103	%
			Mercure (Hg)	2019/04/24		104	%
			Plomb (Pb)	2019/04/24		105	%
			Sélénium (Se)	2019/04/24		95	%
			Zinc (Zn)	2019/04/24		100	%
1983186	RNP	Blanc de méthode	Argent (Ag)	2019/04/24	<2.0		mg/kg
			Arsenic (As)	2019/04/24	<2.0		mg/kg
			Baryum (Ba)	2019/04/24	<5.0		mg/kg
			Cadmium (Cd)	2019/04/24	<0.20		mg/kg
			Chrome (Cr)	2019/04/24	<2.0		mg/kg
			Cuivre (Cu)	2019/04/24	<1.0		mg/kg
			Cobalt (Co)	2019/04/24	<2.0		mg/kg
			Etain (Sn)	2019/04/24	<5.0		mg/kg
			Manganèse (Mn)	2019/04/24	<2.0		mg/kg
			Molybdène (Mo)	2019/04/24	<2.0		mg/kg
			Nickel (Ni)	2019/04/24	<1.0		mg/kg
			Mercure (Hg)	2019/04/24	<0.050		mg/kg
			Plomb (Pb)	2019/04/24	<5.0		mg/kg
			Sélénium (Se)	2019/04/24	<10		mg/kg
			Zinc (Zn)	2019/04/24	<5.0		mg/kg

Échantillon fortifié: Échantillon auquel a été ajouté une quantité connue d'un ou de plusieurs composés chimiques d'intérêt. Sert à évaluer les interférences dues à la matrice.

MRC: Un échantillon de concentration connue préparé dans des conditions rigoureuses par un organisme externe. Utilisé pour vérifier la justesse de la méthode.

Blanc fortifié: Un blanc, d'une matrice exempte de contaminants, auquel a été ajouté une quantité connue d'analyte provenant généralement d'une deuxième source. Utilisé pour évaluer la précision de la méthode.

Blanc de méthode: Une partie aliquote de matrice pure soumise au même processus analytique que les échantillons, du prétraitement au dosage. Sert à évaluer toutes contaminations du laboratoire.

Surrogate: Composé se comportant de façon similaire aux composés analysés et ajouté à l'échantillon avant l'analyse. Sert à évaluer la qualité de l'extraction.

NC (échantillon fortifié) : La récupération de l'échantillon fortifié n'a pas été calculée. La différence relative entre la concentration de l'échantillon parent et le niveau de fortification est trop faible pour qu'un calcul fiable du pourcentage de récupération soit possible (la concentration dans l'échantillon fortifié était plus faible que l'échantillon d'origine).

Réc = Récupération

(1) La récupération ou l'écart relatif (RPD) pour ce composé est en dehors des limites de contrôle, mais l'ensemble du contrôle qualité rencontre les critères d'acceptabilité pour cette analyse

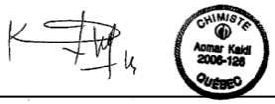
Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

PAGE DES SIGNATURES DE VALIDATION

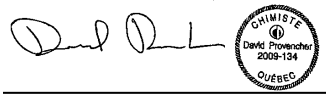
Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:



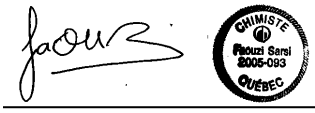
Aomar Kaidi, B.Sc., Chimiste

Caroline Bougie, B.Sc. Chimiste

Christian Guiang, B.Sc., Chimiste



David Provencher, B.Sc., Chimiste, Analyste Senior



Faouzi Sarsi, B. Sc. Chimiste, Analyste SR

Ramona Dascal

Sylvain Chevigny, B.Sc., Chimiste, Spécialiste scientifique

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Dossier Maxxam: B910061
Date du rapport: 2019/04/24

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P.430
Adresse du site: FLACO-LAC WAITE
Initiales du préleveur: DC

PAGE DES SIGNATURES DE VALIDATION (SUITE)

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

#4935 B910061

CHAÎNE DE RESPONSABILITÉ

Maxxam
Une société du Groupe Bureau Veritas

889 Montée de Liesse, Saint-Laurent, QC H4T 1P5 — Téléphone : 514 448-9001 Télécopieur : 514 448-9199
2690 avenue Dalton, Sainte-Foy, QC G1P 3S4 — Téléphone : 418 658-5784 Télécopieur : 418 658-6594
737 boul. Barette, Chicoutimi, QC G7J 4C4 — Téléphone : 418 543-3788 Télécopieur : 418 543-8994
Ligne sans frais : (877) 462-9926

N° cde: _____

Page 1 de 2

Facturation		Rapport		Projet		Délai d'analyse
Entreprise:	WSP	Entreprise:	idem	N° de soumission:	840487	☑ 5 jours régulier
À l'attention:	Jean-Simon Roy	À l'attention:		N° de bon de commande:		Acheminez toute demande de délai rapide à votre chargé de projet
Adresse:	1135 boul. Lebourgneuf, Québec	Adresse:		N° de projet:	151-11930-09 p.430	Délai rapide (frais supplémentaire)
				Nom du projet:	Flaco - Lac Waite	☐ 8h (jour même) ☐ 48h
Tél.:	418-623-2254	Tél.:		N° de site:		☐ 24h ☐ 72h
Courriel:	jean-simon.roy@wsp.com	Courriel:		Échantillonneur:	Dominick Cuerrier	Date requise:

Critères ou règlements applicables

- ☐ Guide d'intervention (PSRTC)
- ☐ RAMD (mat. Lixiviable)
- ☐ Qualité de l'eau de surface
- ☐ Dir. 019 (mines)
- ☐ RQEP - formulaire MDDELCC requis
- ☐ CMM 2008-47
- ☐ CCME
- ☐ Autre (préciser): Sediments St-Laurent

Matrice

Eau potable (P) — Lixiviat naturel (LN) — Sol (Sol) — Huile (H)
Eau souterraine (ES) — Déchet liquide (DL) — Sédiment (Sed) — Frottis (F)
Eau surface (Sur) — Eau d'excavation (EX) — Solide (SL) — Matière résiduelle (MR)
Eau usée (EU) — Boue (B) — Ciment/béton (CM)

Métaux

6 métaux lourds = Cd,Cr,Cu,Ni,Pb,Zn
14 métaux (sols) = Ag,Al,Ba,Co,Cr,Cu,Se,Sn,Mn,Mo,Ni,Pb,Zn
16 métaux (eaux) = Al,Sb,Ag,As,Ba,Cd,Co,Cr,Cu,Mn,Mo,Ni,Pb,Se,Na,Zn

Analyses requises

	Identification de l'échantillon	Date de prélèvement (AAAA/MM/JJ)	Heure de prélèvement (HH:MM)	Matrice	Nombre de contenants envoyés	Filtration au labo, requise (O / N)	BTEX	COV	HAM	F2-F4	F1-BTEX	H&G tot	BPC (cong.)	HAP	C10-C50	Indice phénolique (4aap)	Phénols (GC/MS)	MES	MESV	6 métaux lourds	Métaux - 14 (sols)	Métaux - 16 (eaux)	P tot	B	U	Crév.	NO2	NO3	Cl	SO4	Conductivité	Turbidité	pH	F	NH3	CN (tot)	CN (libre)	DBO5	DBO5C	Coli (tot)	E. coli	Granulo-sédiments	COT + Soufre	Commentaires
1	LW2-1	2019-03-26	10:00	Sed								*		*	*					*			*																		*	*	
2	LW2-2	2019-03-26	10:00	Sed																																							a conserver pour analyses futures
3	LW2-3	2019-03-26	10:00	Sed																																							a conserver pour analyses futures
4	LW2-4	2019-03-26	10:00	Sed																																							a conserver pour analyses futures
5	LW2-5	2019-03-26	10:00	Sed								*		*	*					*			*																		*	*	
6	LW2-6	2019-03-26	10:00	Sed																																							a conserver pour analyses futures
7				Sed																																							Congelé 28 et 29 mars
8				Sed																																							
9				Sed																																							
10				Sed																																							

Dessaisi par: (signature/majuscules)	Date: (AAA/MM/JJ)	Heure: (HH:MM)	Reçu par: (signature/majuscule)	Date: (AAA/MM/JJ)	Heure: (HH:MM)	Transport d'échantillon par:
	2019/04/01					
			Jon Cuer	2019/04/01	10h30	

Réservé au laboratoire

Scellé légal O / N		Températures des glacières
Présent	Intact	
		5-3
		5-3
		5-3

Réfrigérant présent : O / N

Commentaires

Sauf accord contraire passé par écrit, les services compris dans cette chaîne de responsabilités sont soumis aux conditions générales standard de Maxxam. Par la signature de cette chaîne de responsabilités, vous confirmez que vous les acceptez telles qu'elles se présentent au http://maxxam.ca/fr/terms

COC-1025 (09/2018)

B910061 COC

CHAÎNE DE RESPONSABILITÉ

Maxxam
Une spécialité du Groupe Bureau Veritas

889 Montée de Liesse, Saint-Laurent, QC H4T 1P5 — Téléphone : 514 448-9001 Télécopieur : 514 448-9199
2690 avenue Dalton, Sainte-Foy, QC G1P 3S4 — Téléphone : 418 658-5784 Télécopieur : 418 658-6594
747 boul. Barrette, Chicoutimi, QC G7J 4C4 — Téléphone : 418 543-3788 Télécopieur : 418 543-8994
Ligne sans frais : (877) 463-9926

N° cdr: _____

Page 1 de 2

Facturation		Rapport		Projet		Délai d'analyse
Entreprise:	WSP	Entreprise:	idem	N° de soumission:	B40487.	☑ 5 jours régulier
À l'attention:	Jean-Simon Roy	À l'attention:		N° de bon de commande:		Acheminez toute demande de délai rapide à votre chargé de projet
Adresse:	1135 boul. Lebourgneuf, Québec	Adresse:		N° de projet:	151-11330-09 p.430	Délai rapide (frais supplémentaire)
				Nom du projet:	Flaco - Lac Waite	☐ 8h (jour même) ☐ 48h
Tél.:	418-623-2254	Tél.:		N° de site:		☐ 24h ☐ 72h
Courriel:	jean-simon.roy@wsp.com	Courriel:		Échantillonneur:	Dominick Cuerrier	Date requise:

Critères ou règlements applicables

☐ Guide d'intervention (PSRTC) ☐ RQEP - formulaire MODELCC requis
☐ RMD (mat. Lixiviable) ☐ CMM 2008-47
☐ Qualité de l'eau de surface ☐ CCME
☐ Dir. 019 (minier) ☐ Autre (préciser): Sediments St-Laurent

Matrice

Eau potable (P) — Lixiviat naturel (LN) — Sol (Sol) — Huile (H)
Eau souterraine (ES) — Déchet liquide (DL) — Sédiment (Sed) — Frottis (F)
Eau surface (Sur) — Eau d'excavation (EX) — Solide (SL) — Matière résiduelle (MR)
Eau usée (EU) — Boue (B) — Ciment/béton (CM)

Métaux

6 métaux lourds = Cd,Cr,Cu,Ni,Pb,Zn
14 métaux (sols) = Ag,As,Ba,Cd,Co,Cr,Cu,Se,Sn,Mn,Mo,Ni,Pb,Zn
16 métaux (eaux) = Al,Sb,Ag,As,Ba,Cd,Co,Cr,Cu,Mn,Mo,Ni,Pb,Se,Na,Zn

Analyses requises

	Identification de l'échantillon	Date de prélèvement (AAAA/MM/JJ)	Heure de prélèvement (HH:MM)	Matrice	Nombre de contenants envoyés	Filtration au labo, requise (O / N)	BTEX	VOC	#AM	F1-F4	F1BTEX	H&G tot	BPC cong.	H&G min	HAP	F2-F4	Indice phénolique (4-aap)	Phénols (GC/MS)	MESV	MES	6 métaux lourds	Métaux - 14 (sols)	Métaux - 16 (eaux)	P-tot	B	U	Cr6+	NO2+NO3	SO4	NO2	NO3	Cl	pH	Conductivité	Turbidité	F-	NTK	NH3	CN (tot)	CN (libre)	DBO5	DCO	Coli (fec)	E. coli	Coli (tot)	Granulo-sédimento	CDT + Sindre
1	LW3-1	2019-04-26	10:00	Sed								x		x	x	x					x			x																				x	x	
2	LW3-2	2019-04-26	10:00	Sed																																										à conserver pour analyses futures
3	LW3-3	2019-04-26	10:00	Sed																																										à conserver pour analyses futures
4	LW3-4	2019-04-26	10:00	Sed																																										à conserver pour analyses futures
5	LW3-5	2019-04-26	10:00	Sed								x		x	x	x					x			x																				x	x	
6	LW3-6	2019-04-26	10:00	Sed																																										à conserver pour analyses futures
7	LW3-9	2019-04-26	10:00	Sed								x		x	x	x					x			x																				x	x	
8				Sed																																										
9				Sed																																										
10				Sed																																										

Réservé au laboratoire

Scellé légal O / N		Températures des glacières
Présent	Intact	
		5.3
		5.3
		5.3

Réfrigérant présent : O / N

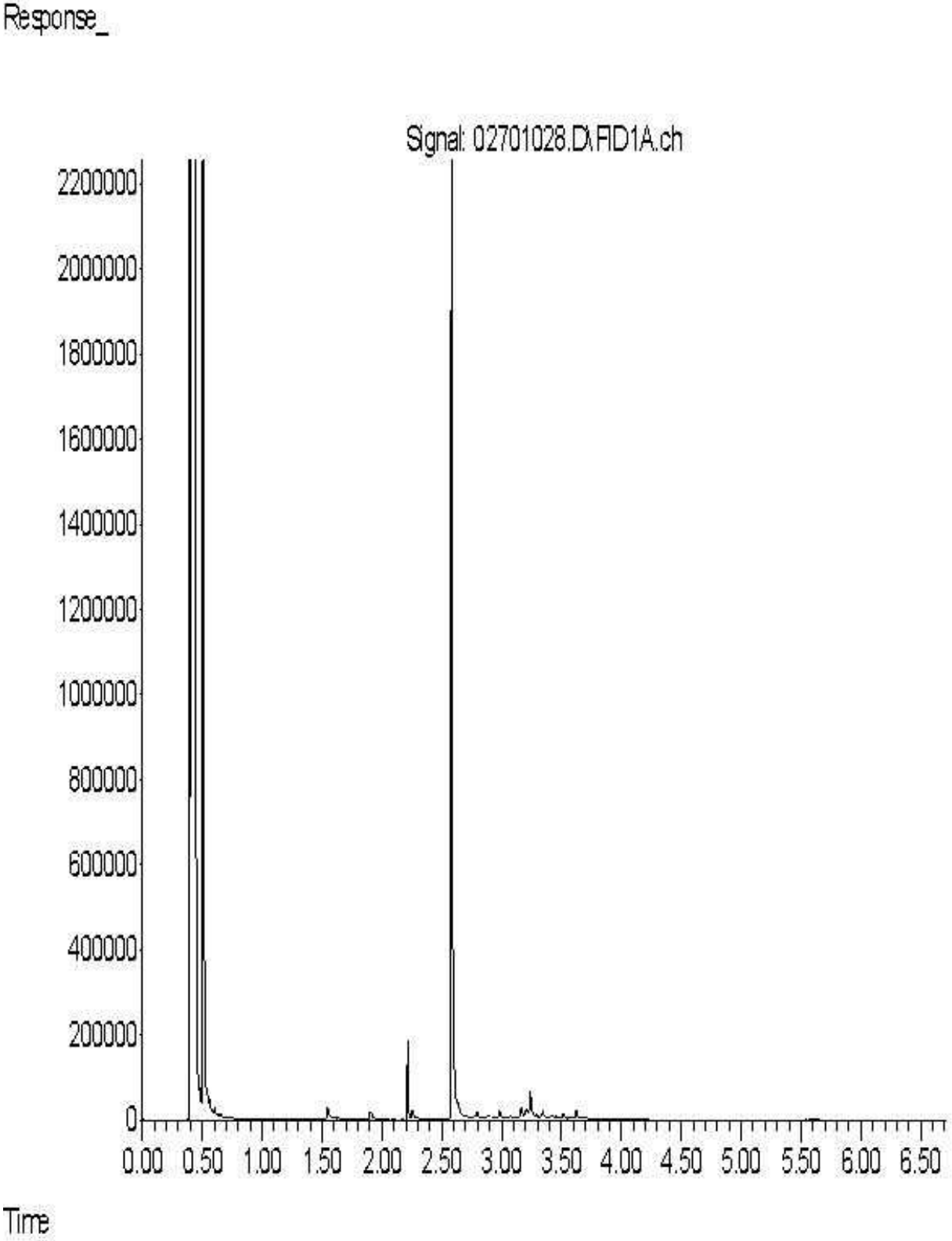
Commentaires

Déssaisi par: (signature/majuscules)	Date: (AAA/MM/JJ)	Heure: (HH:MM)	Reçu par: (signature/majuscule)	Date: (AAA/MM/JJ)	Heure: (HH:MM)	Transport d'échantillon par:
	2019/04/01					Courrier (préciser): ☐
			Jan client	2019/04/01	10h30	Personnel Maxxam ☐ Client ☐

Sauf accord contraire passé par écrit, les services compris dans cette chaîne de responsabilités sont soumis aux conditions générales standard de Maxxam. Par la signature de cette chaîne de responsabilités, vous confirmez que vous avez pris connaissance des conditions générales et que vous les acceptez telles qu'elles se présentent au http://maxxam.ca/fr/terms

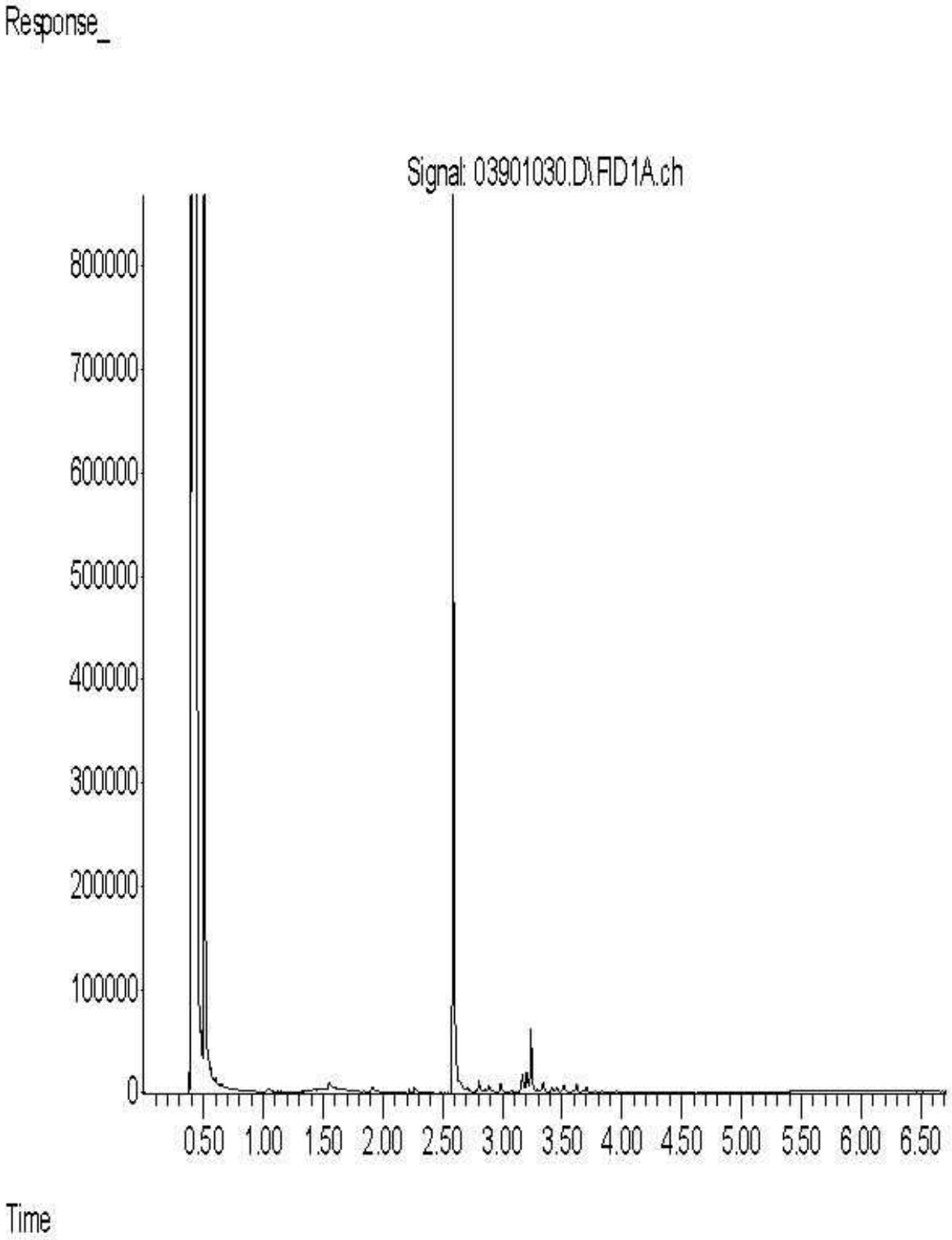
COC-1025 (09/2018) STL FCE

Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) Chromatogram



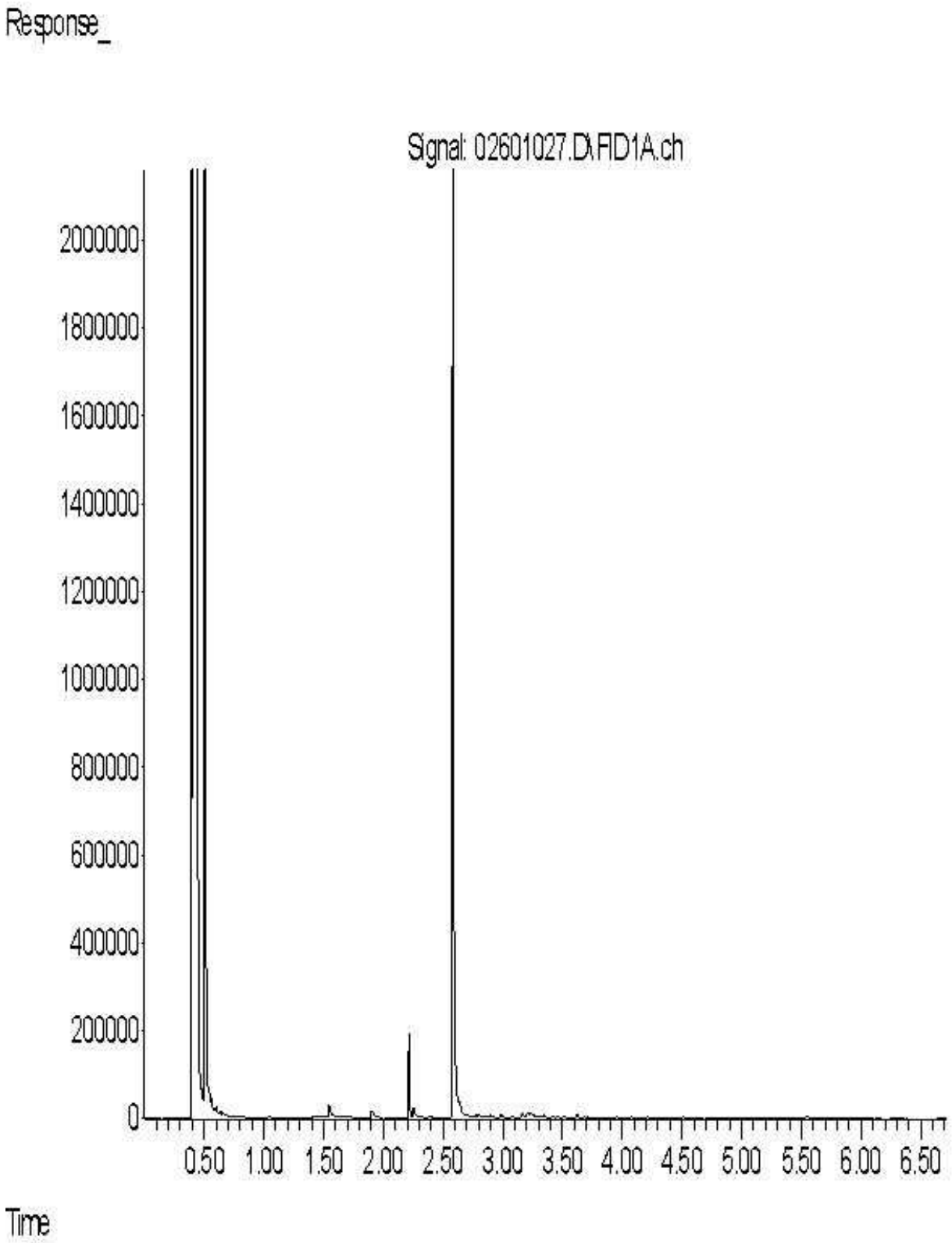
Note: Cette information est fournie à titre indicatif seulement. Veuillez communiquer avec le laboratoire si une interprétation détaillée est requise.

Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) Chromatogram



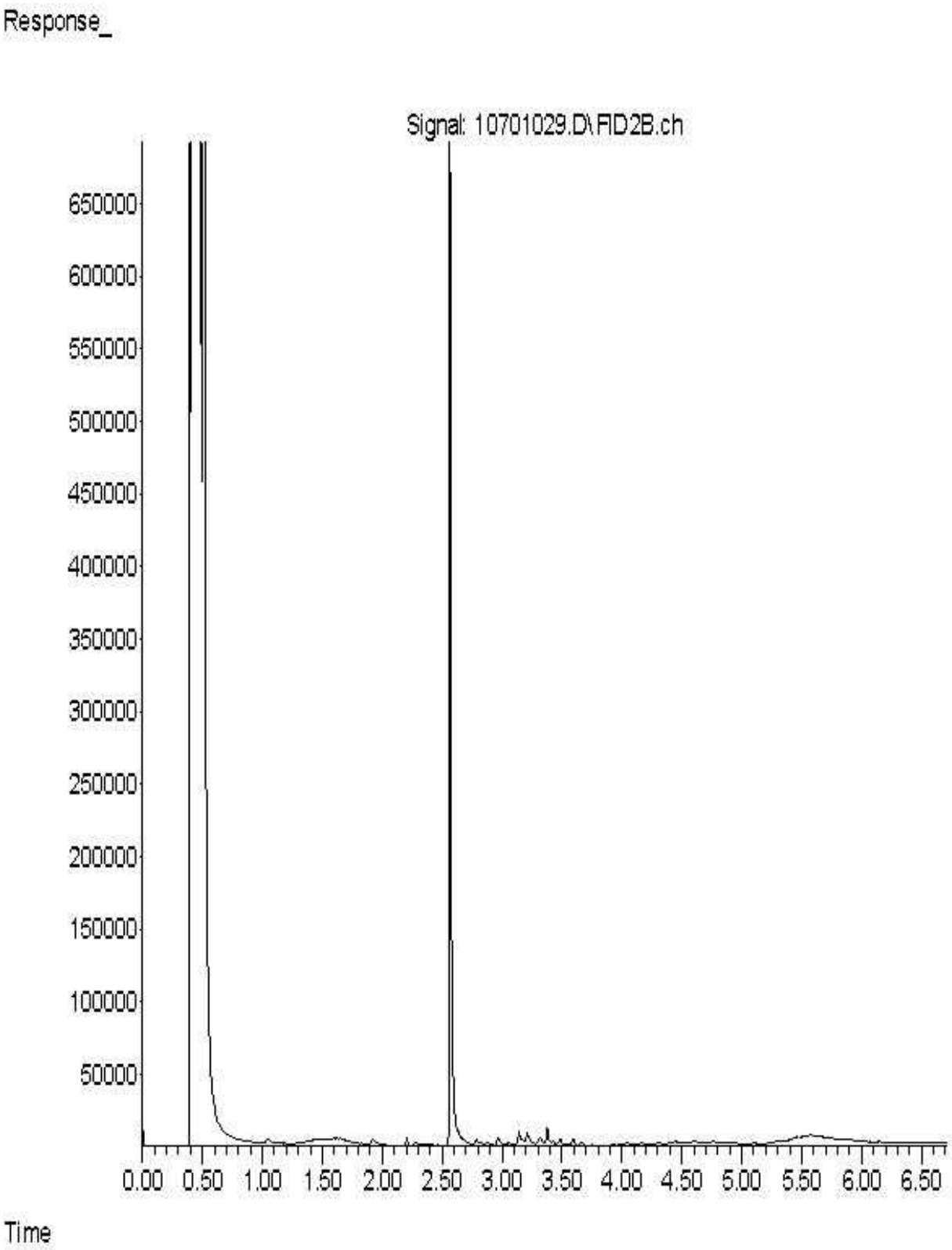
Note: Cette information est fournie à titre indicatif seulement. Veuillez communiquer avec le laboratoire si une interprétation détaillée est requise.

Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) Chromatogram



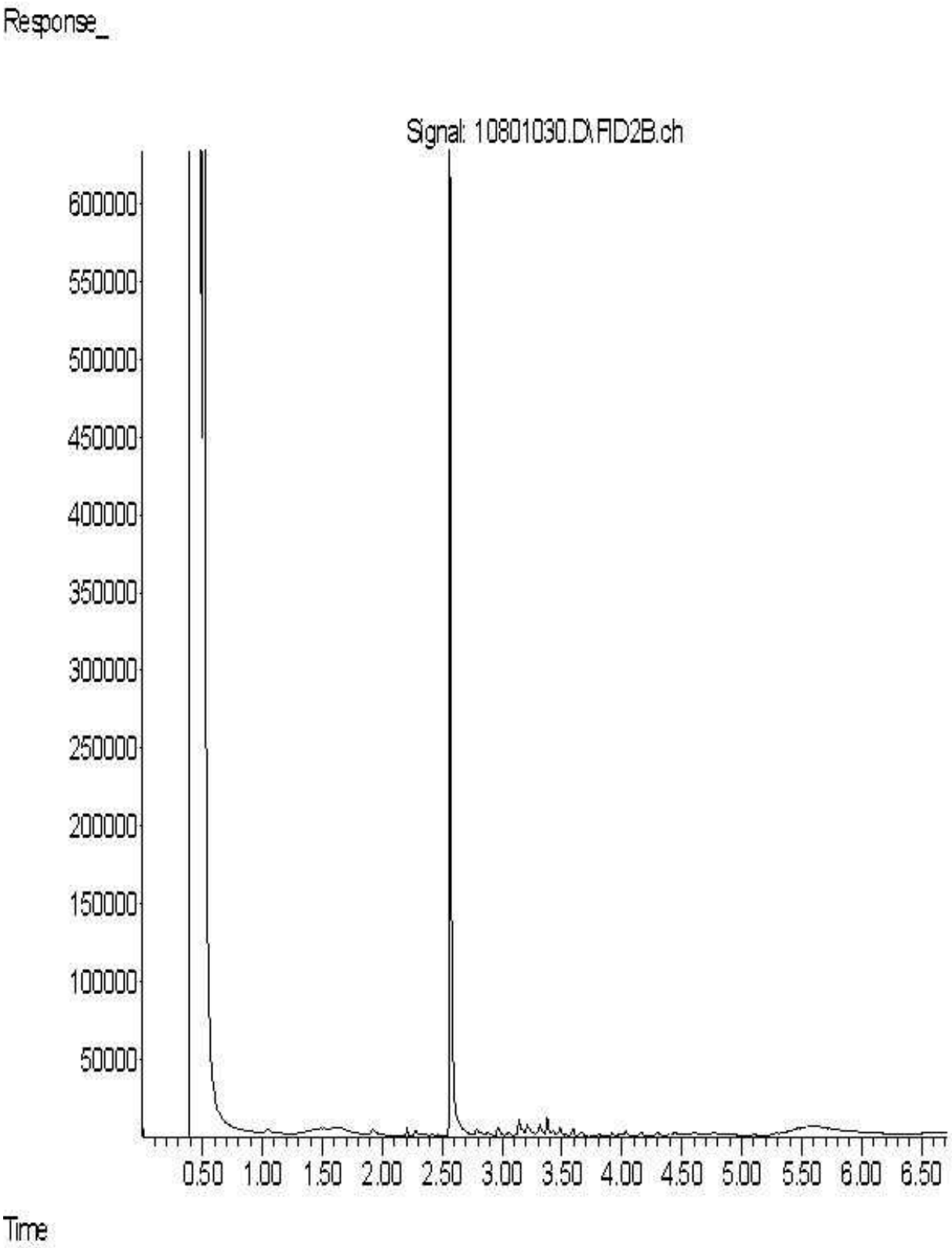
Note: Cette information est fournie à titre indicatif seulement. Veuillez communiquer avec le laboratoire si une interprétation détaillée est requise.

Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) Chromatogram



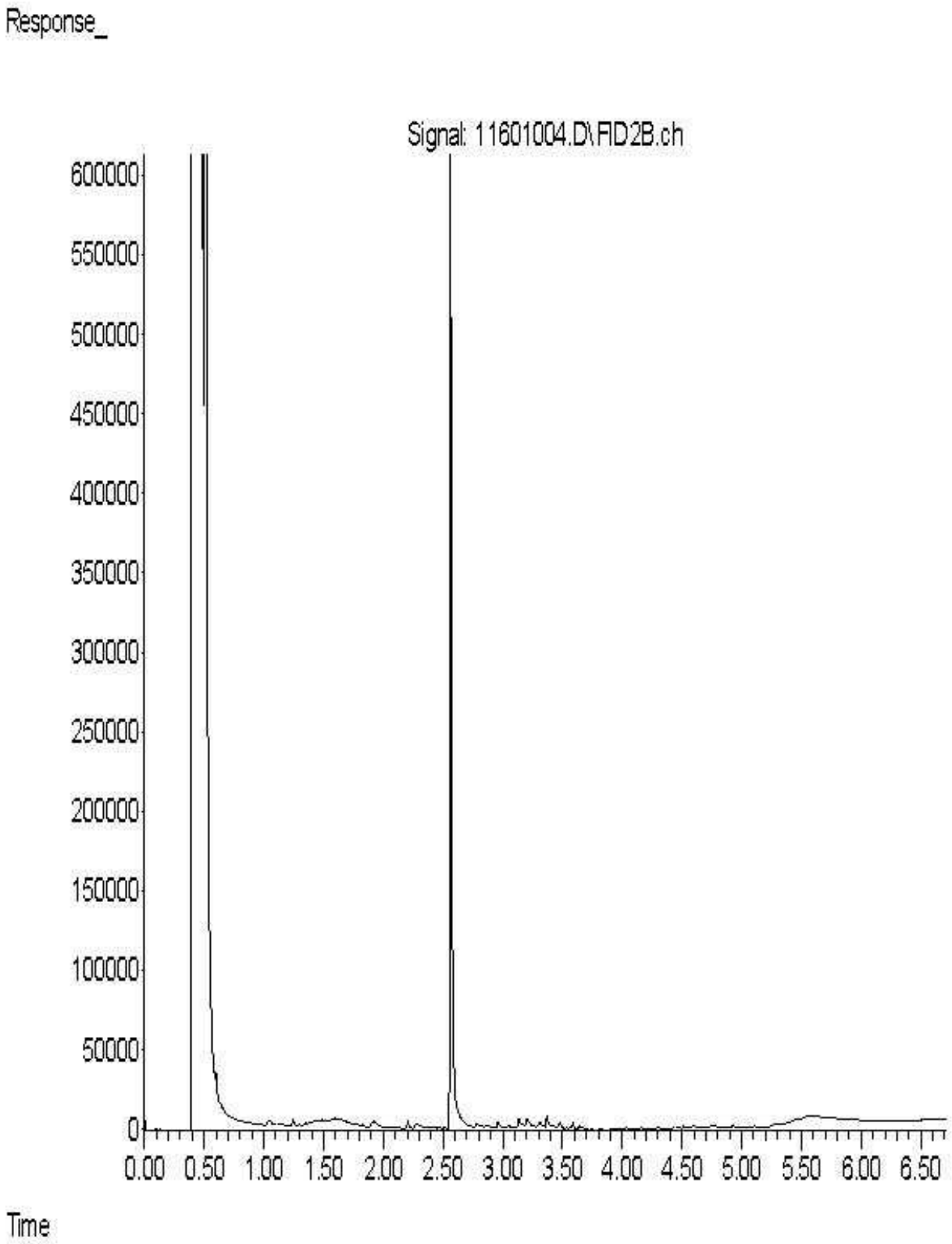
Note: Cette information est fournie à titre indicatif seulement. Veuillez communiquer avec le laboratoire si une interprétation détaillée est requise.

Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) Chromatogram



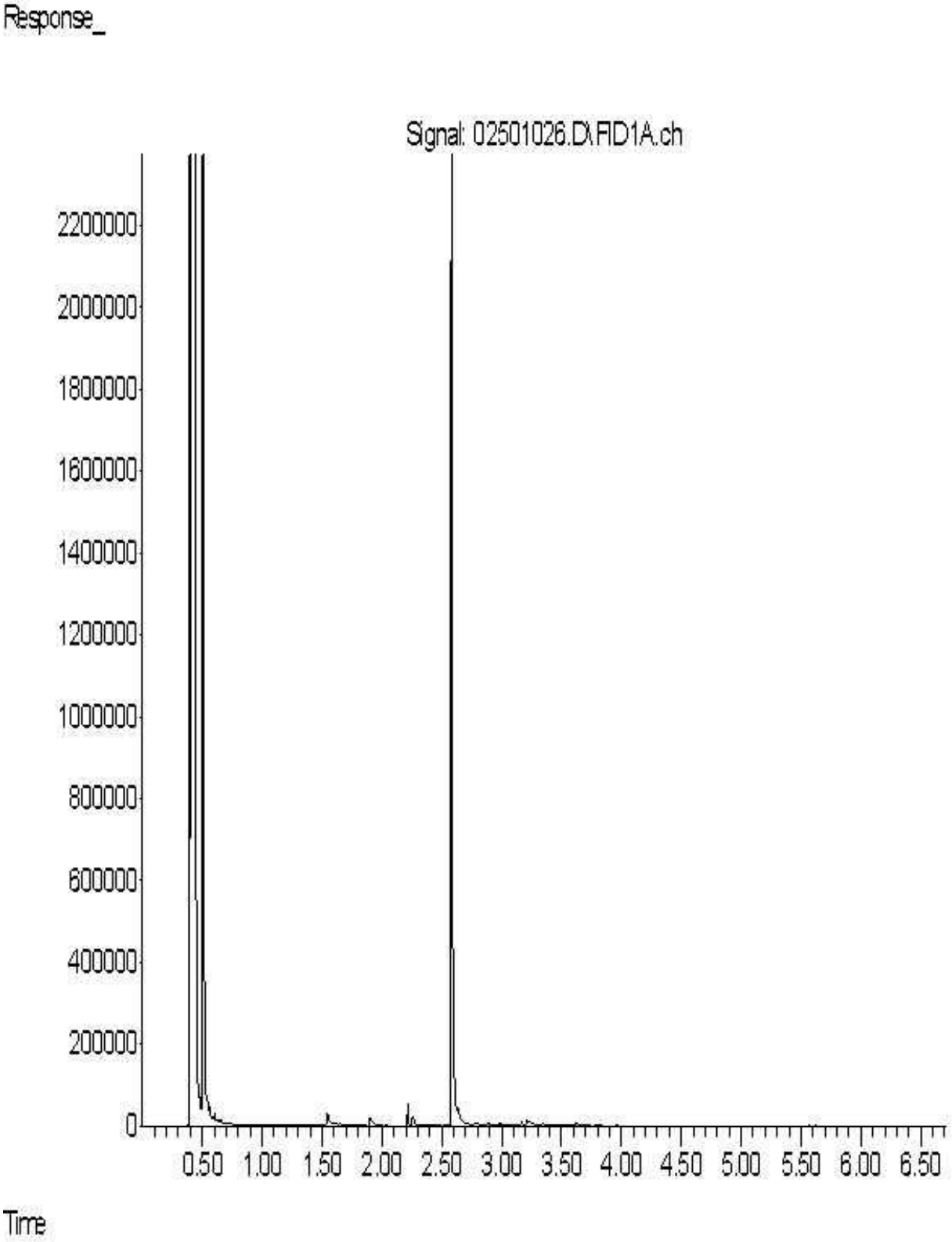
Note: Cette information est fournie à titre indicatif seulement. Veuillez communiquer avec le laboratoire si une interprétation détaillée est requise.

Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) Chromatogram



Note: Cette information est fournie à titre indicatif seulement. Veuillez communiquer avec le laboratoire si une interprétation détaillée est requise.

Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) Chromatogram



Note: Cette information est fournie à titre indicatif seulement. Veuillez communiquer avec le laboratoire si une interprétation détaillée est requise.

Votre # du projet: B910061
Votre # Bordereau: n/a

Attention: Martine Bergeron

Maxxam Analytique
2690 Avenue Dalton
Sainte-Foy, QC
CANADA G1P3S4

Date du rapport: 2019/04/23
Rapport: R5680508
Version: 1 - Finale

CERTIFICAT D'ANALYSES

 # DE DOSSIER MAXXAM: B987306
Reçu: 2019/04/02, 09:21

Matrice: Sol
Nombre d'échantillons reçus: 5

Analyses	Quantité	Date de l' extraction	Date Analysé	Méthode de laboratoire	(référence)
Particle size in solids (pipette&sieve)	5	N/A	2019/04/12	ATL SOP 00012	MSAMS'78/WREP-125R3m

Remarques:

Les laboratoires Maxxam sont certifiés ISO/IEC 17025 pour certains paramètres précis des portées d'accréditation. Sauf indication contraire, les méthodes d'analyses utilisées par Maxxam s'inspirent des méthodes de référence d'organismes provinciaux, fédéraux et américains, tels que le CCME, le MDDELCC, l'EPA et l'APHA.

Toutes les analyses présentées ont été réalisées conformément aux procédures et aux pratiques relatives à la méthodologie, à l'assurance qualité et au contrôle de la qualité généralement appliqués par les employés de Maxxam (sauf s'il en a été convenu autrement par écrit entre le client et Maxxam). Toutes les données de laboratoire rencontrent les contrôles statistiques et respectent tous les critères de CQ et les critères de performance des méthodes, sauf s'il en a été signalé autrement. Tous les blancs de méthode sont rapportés, toutefois, les données des échantillons correspondants ne sont pas corrigées pour la valeur du blanc, sauf indication contraire. Le cas échéant, sauf indication contraire, l'incertitude de mesure n'a pas été prise en considération lors de la déclaration de la conformité à la norme de référence.

Les responsabilités de Maxxam sont restreintes au coût réel de l'analyse, sauf s'il en a été convenu autrement par écrit. Il n'existe aucune autre garantie, explicite ou implicite. Le client a fait appel à Maxxam pour l'analyse de ses échantillons conformément aux méthodes de référence mentionnées dans ce rapport. L'interprétation et l'utilisation des résultats sont sous l'entière responsabilité du client et ne font pas partie des services offerts par Maxxam, sauf si convenu autrement par écrit. Maxxam ne peut pas garantir l'exactitude des résultats qui dépendent des renseignements fournis par le client ou son représentant.

Les résultats des échantillons solides, sauf les biotes, sont rapportés en fonction de la masse sèche, sauf indication contraire. Les analyses organiques ne sont pas corrigées en fonction de la récupération, sauf pour les méthodes de dilution isotopique.
Les résultats s'appliquent seulement aux échantillons analysés. Si l'échantillonnage n'est pas effectué par Maxxam, les résultats se rapportent aux échantillons fournis pour analyse.
Le présent rapport ne doit pas être reproduit, sinon dans son intégralité, sans le consentement écrit du laboratoire.
Lorsque la méthode de référence comprend un suffixe « m », cela signifie que la méthode d'analyse du laboratoire contient des modifications validées et appliquées afin d'améliorer la performance de la méthode de référence.
* Les données brutes sont utilisées pour le calcul du RPD (% d'écart relatif). L'arrondissement des résultats finaux peut expliquer la variation apparente.

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytics 200 Bluewater Rd, Suite 105, Bedford, Nova Scotia Canada B4B 1G9 Tel: 902-420-0203 Toll-free: 800-565-7227 Fax: 902-420-8612 www.maxxamanalytics.com

Votre # du projet: B910061
Votre # Bordereau: n/a

Attention: Martine Bergeron

Maxxam Analytique
2690 Avenue Dalton
Sainte-Foy, QC
CANADA G1P3S4

Date du rapport: 2019/04/23
Rapport: R5680508
Version: 1 - Finale

CERTIFICAT D'ANALYSES

 # DE DOSSIER MAXXAM: B987306
Reçu: 2019/04/02, 09:21

clé de cryptage

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets
Sara Mason,
Courriel: smason@maxxam.ca
Téléphone (902)420-0203

==========

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les <<signataires>> requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

Dossier Maxxam: B987306
Date du rapport: 2019/04/23

Maxxam Analytique
Votre # du projet: B910061

RÉSULTATS D'ANALYSES POUR LES ÉCHANTILLONS DE SOL

Identification Maxxam		JJB245	JJB245	JJB246	JJB247		
Date d'échantillonnage		2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00		
# Bordereau		n/a	n/a	n/a	n/a		
	Unités	**GH3497-02R/LW2-1**	**GH3497-02R/LW2-1 Dup. de Lab.**	**GH3503-02R/LW2-5**	**GH3505-02R/LW3-1**	**LDR**	**Lot CQ**
INORGANIQUES							
< -1 Phi (2 mm)	%	100	100	100	100	0.10	6055507
< 0 Phi (1 mm)	%	100	100	100	100	0.10	6055507
< +1 Phi (0.5 mm)	%	100	100	100	100	0.10	6055507
< +2 Phi (0.25 mm)	%	98	98	100	94	0.10	6055507
< +3 Phi (0.12 mm)	%	97	96	99	89	0.10	6055507
< +4 Phi (0.062 mm)	%	96	95	99	86	0.10	6055507
< +5 Phi (0.031 mm)	%	94	92	98	86	0.10	6055507
< +6 Phi (0.016 mm)	%	88	87	95	74	0.10	6055507
< +7 Phi (0.0078 mm)	%	70	66	77	53	0.10	6055507
< +8 Phi (0.0039 mm)	%	61	59	70	50	0.10	6055507
< +9 Phi (0.0020 mm)	%	52	49	57	45	0.10	6055507
Gravier	%	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0.10	6055507
Sable	%	3.5	4.9	1.3	14	0.10	6055507
Limon	%	36	36	28	35	0.10	6055507
Argile	%	61	59	70	50	0.10	6055507

LDR = limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité
Duplicata de laboratoire

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytics 200 Bluewater Rd, Suite 105, Bedford, Nova Scotia Canada B4B 1G9 Tel: 902-420-0203 Toll-free: 800-565-7227 Fax: 902-420-8612 www.maxxamanalytics.com

Dossier Maxxam: B987306
Date du rapport: 2019/04/23

Maxxam Analytique
Votre # du projet: B910061

RÉSULTATS D'ANALYSES POUR LES ÉCHANTILLONS DE SOL

Identification Maxxam		JJB248	JJB249		
Date d'échantillonnage		2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00		
# Bordereau		n/a	n/a		
	Unités	**GH3509-02R/LW3-5**	**GH3511-04R/LW3-9**	**LDR**	**Lot CQ**
INORGANIQUES					
< -1 Phi (2 mm)	%	100	100	0.10	6055507
< 0 Phi (1 mm)	%	100	100	0.10	6055507
< +1 Phi (0.5 mm)	%	100	100	0.10	6055507
< +2 Phi (0.25 mm)	%	100	95	0.10	6055507
< +3 Phi (0.12 mm)	%	99	92	0.10	6055507
< +4 Phi (0.062 mm)	%	99	89	0.10	6055507
< +5 Phi (0.031 mm)	%	98	88	0.10	6055507
< +6 Phi (0.016 mm)	%	90	81	0.10	6055507
< +7 Phi (0.0078 mm)	%	77	66	0.10	6055507
< +8 Phi (0.0039 mm)	%	71	63	0.10	6055507
< +9 Phi (0.0020 mm)	%	59	61	0.10	6055507
Gravier	%	<0.10	<0.10	0.10	6055507
Sable	%	1.4	11	0.10	6055507
Limon	%	27	25	0.10	6055507
Argile	%	71	63	0.10	6055507

LDR = limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytics 200 Bluewater Rd, Suite 105, Bedford, Nova Scotia Canada B4B 1G9 Tel: 902-420-0203 Toll-free: 800-565-7227 Fax: 902-420-8612 www.maxxamanalytics.com

Dossier Maxxam: B987306
Date du rapport: 2019/04/23

Maxxam Analytique
Votre # du projet: B910061

REMARQUES GÉNÉRALES

Chaque température est la moyenne de trois mesures prises dans la glacière lors de la réception.

Glacière 1	7.0°C

Les résultats s'appliquent seulement pour les paramètres analysés.

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytics 200 Bluewater Rd, Suite 105, Bedford, Nova Scotia Canada B4B 1G9 Tel: 902-420-0203 Toll-free: 800-565-7227 Fax: 902-420-8612 www.maxxamanalytics.com

Dossier Maxxam: B987306
Date du rapport: 2019/04/23

Maxxam Analytique
Votre # du projet: B910061

RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ

Lot Lot	Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé	Valeur	Réc	Unités	Limites CQ
6055507	TPE	RPD [JJB245-01]	Gravier	2019/04/12	NC		%	35
			Sable	2019/04/12	33		%	35
			Limon	2019/04/12	1.8		%	35
			Argile	2019/04/12	3.4		%	35

Duplicata: Deux parties aliquotes distinctes obtenues à partir d'un même échantillon et soumises en même temps au même processus analytique du prétraitement au dosage. Les duplicatas servent à vérifier la variance de la mesure.

NC (RPD du duplicata) : La RPD du duplicata n'a pas été calculée. La concentration de l'échantillon ou du duplicata était trop faible pour permettre le calcul de la RPD (différence absolue <= 2x LDR)

Réc = Récupération

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytics 200 Bluewater Rd, Suite 105, Bedford, Nova Scotia Canada B4B 1G9 Tel: 902-420-0203 Toll-free: 800-565-7227 Fax: 902-420-8612 www.maxxamanalytics.com

Dossier Maxxam: B987306
Date du rapport: 2019/04/23

Maxxam Analytique
Votre # du projet: B910061

PAGE DES SIGNATURES DE VALIDATION

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:

Gina Thompson

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les <<signataires>> requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytics 200 Bluewater Rd, Suite 105, Bedford, Nova Scotia Canada B4B 1G9 Tel: 902-420-0203 Toll-free: 800-565-7227 Fax: 902-420-8612 www.maxxamanalytics.com

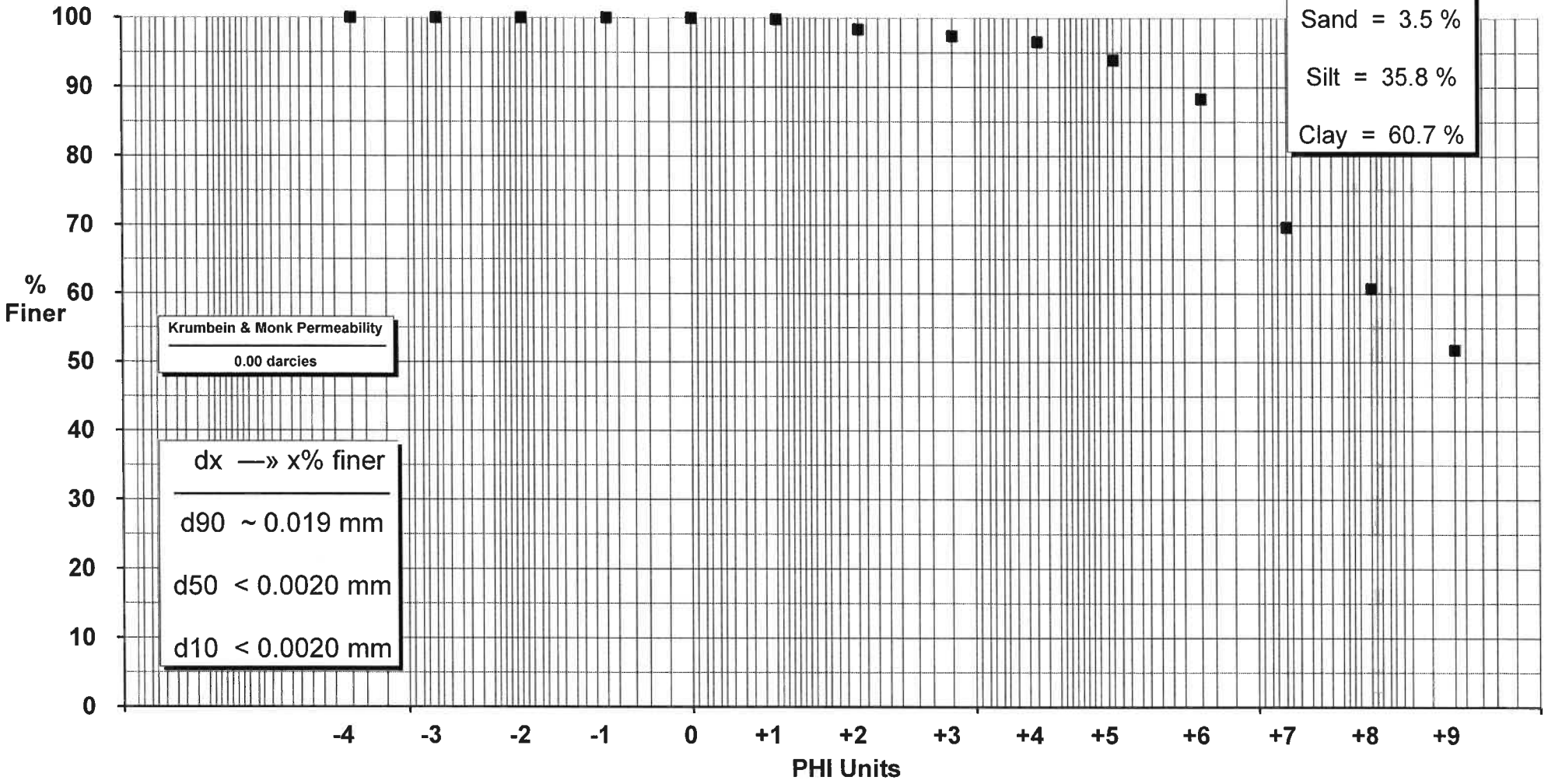
Maxxam

Maxxam ID: JJB245-01

GH3497-02R/LW2-1

Percent Coarser than 75 µm (PHI = 3.737)	Percent Coarser than 50 µm (PHI = 4.322)
3.3 %	4.3 %

Wentworth	
Gravel	0.0 %
Sand	3.5 %
Silt	35.8 %
Clay	60.7 %



Krumbein & Monk Permeability
0.00 darcies

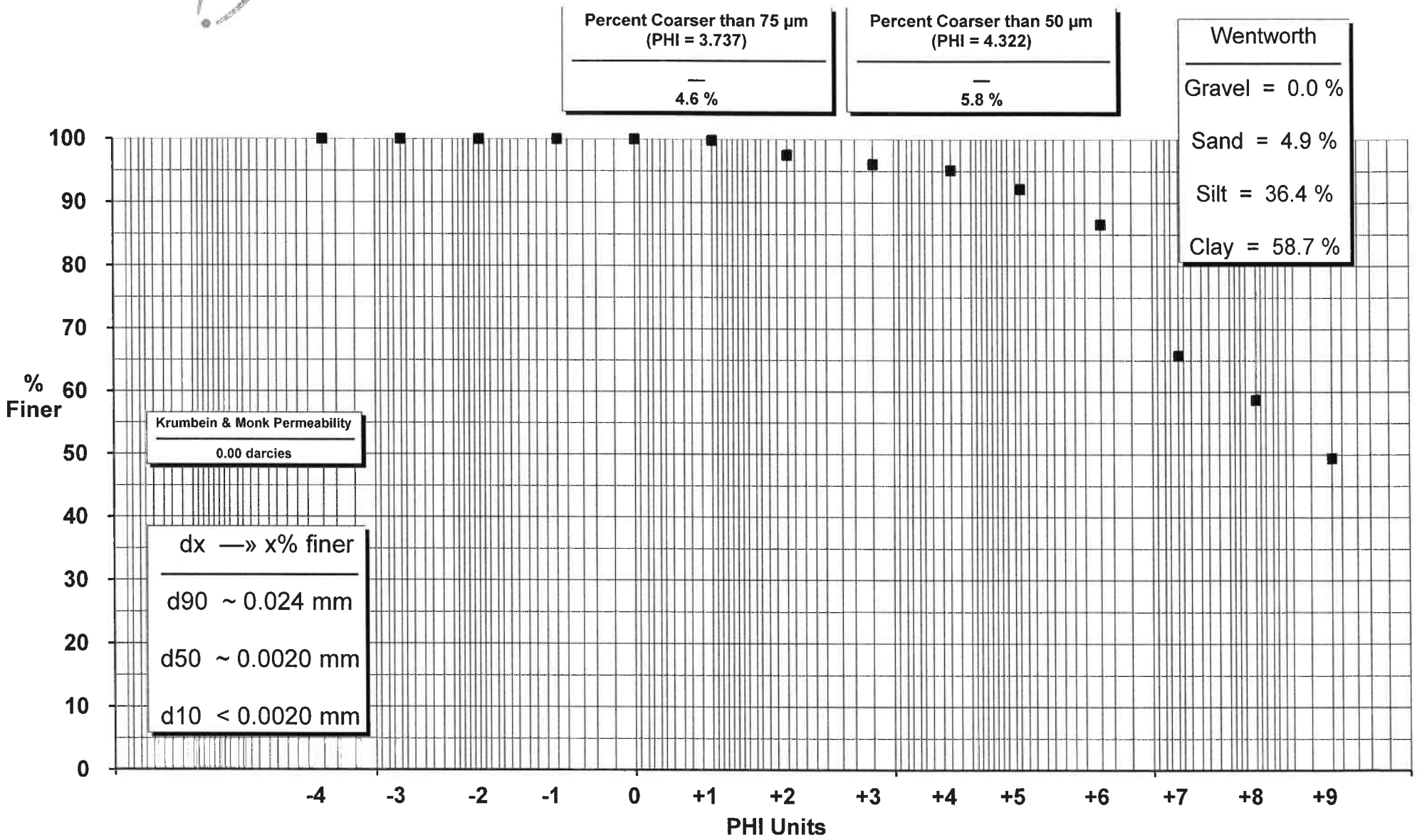
dx —» x% finer
d90 ~ 0.019 mm
d50 < 0.0020 mm
d10 < 0.0020 mm

Approved

Maxxam

Maxxam ID: JJB245-01:D1

GH3497-02R/LW2-1



LDJ

Approved

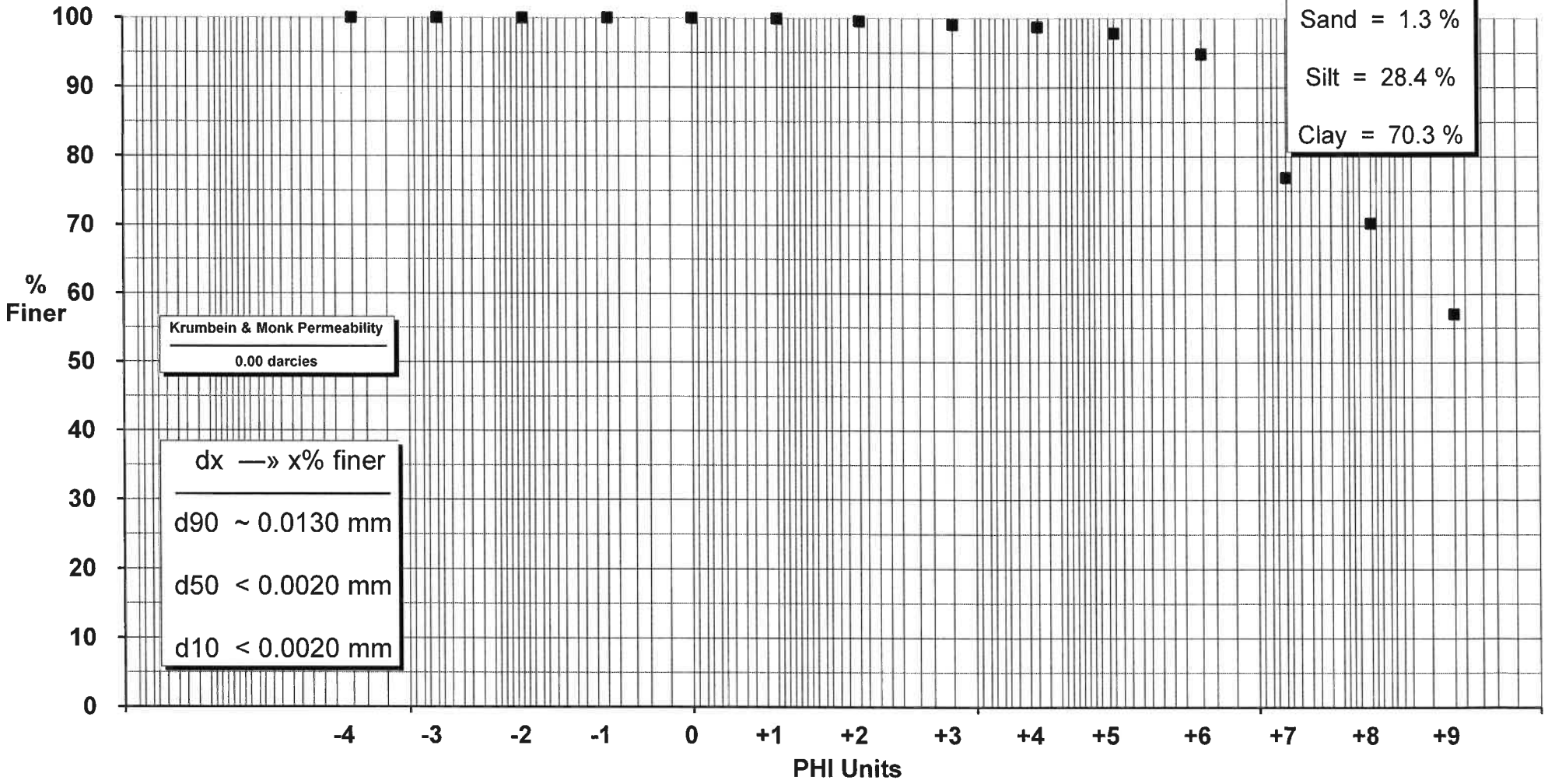
Maxxam

Maxxam ID: JJB246-01

GH3503-02R/LW2-5

Percent Coarser than 75 µm (PHI = 3.737)	Percent Coarser than 50 µm (PHI = 4.322)
1.2 %	1.5 %

Wentworth	
Gravel	0.0 %
Sand	1.3 %
Silt	28.4 %
Clay	70.3 %



Approved

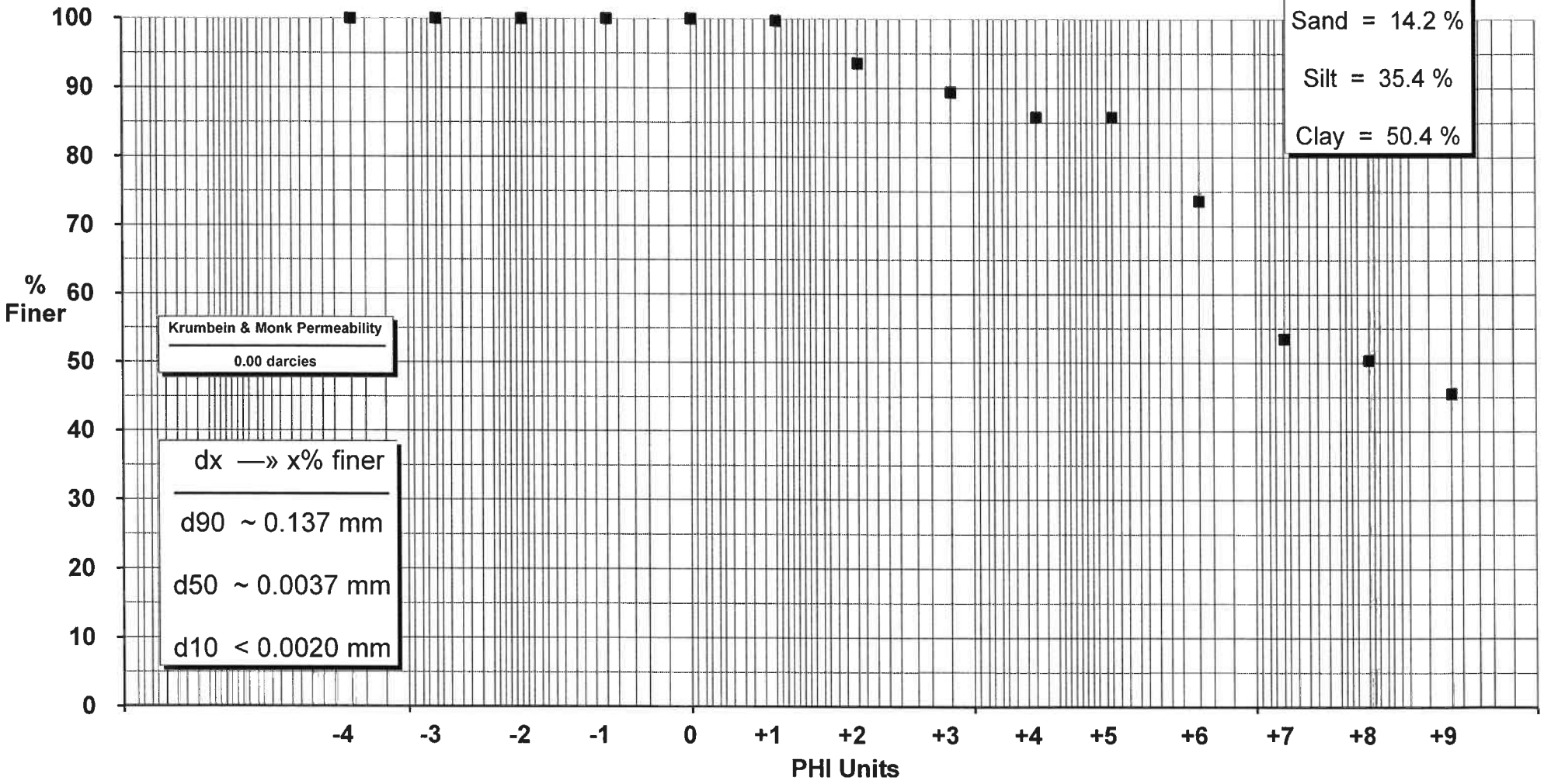
Maxxam

Maxxam ID: JJB247-01

GH3505-02R/LW3-1

Percent Coarser than 75 µm (PHI = 3.737)	Percent Coarser than 50 µm (PHI = 4.322)
13.3 %	14.2 %

Wentworth
Gravel = 0.0 %
Sand = 14.2 %
Silt = 35.4 %
Clay = 50.4 %



Krumbein & Monk Permeability
0.00 darcies

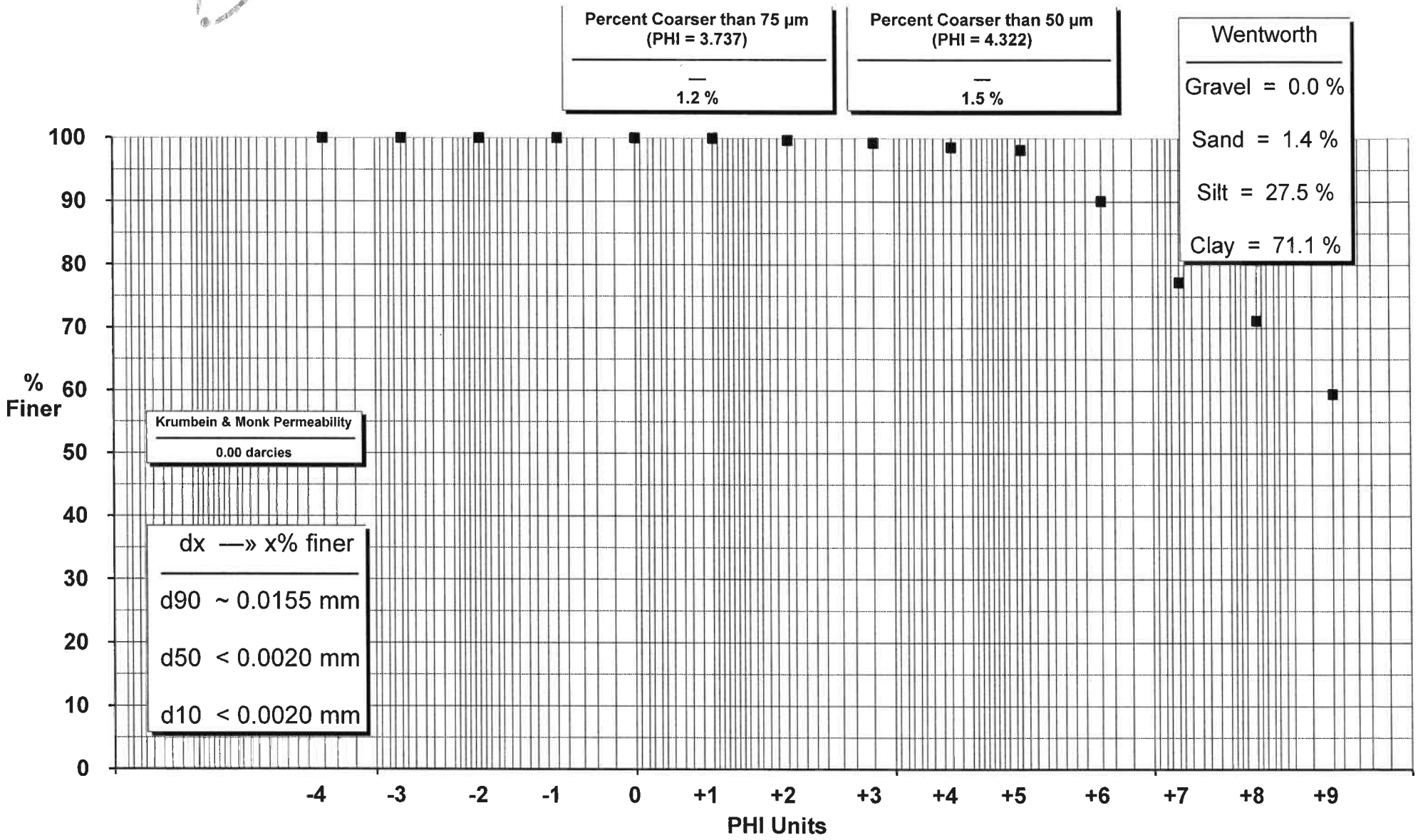
dx —» x% finer
d90 ~ 0.137 mm
d50 ~ 0.0037 mm
d10 < 0.0020 mm

Approved

Maxxam

Maxxam ID: JJB248-01

GH3509-02R/LW3-5



Approved

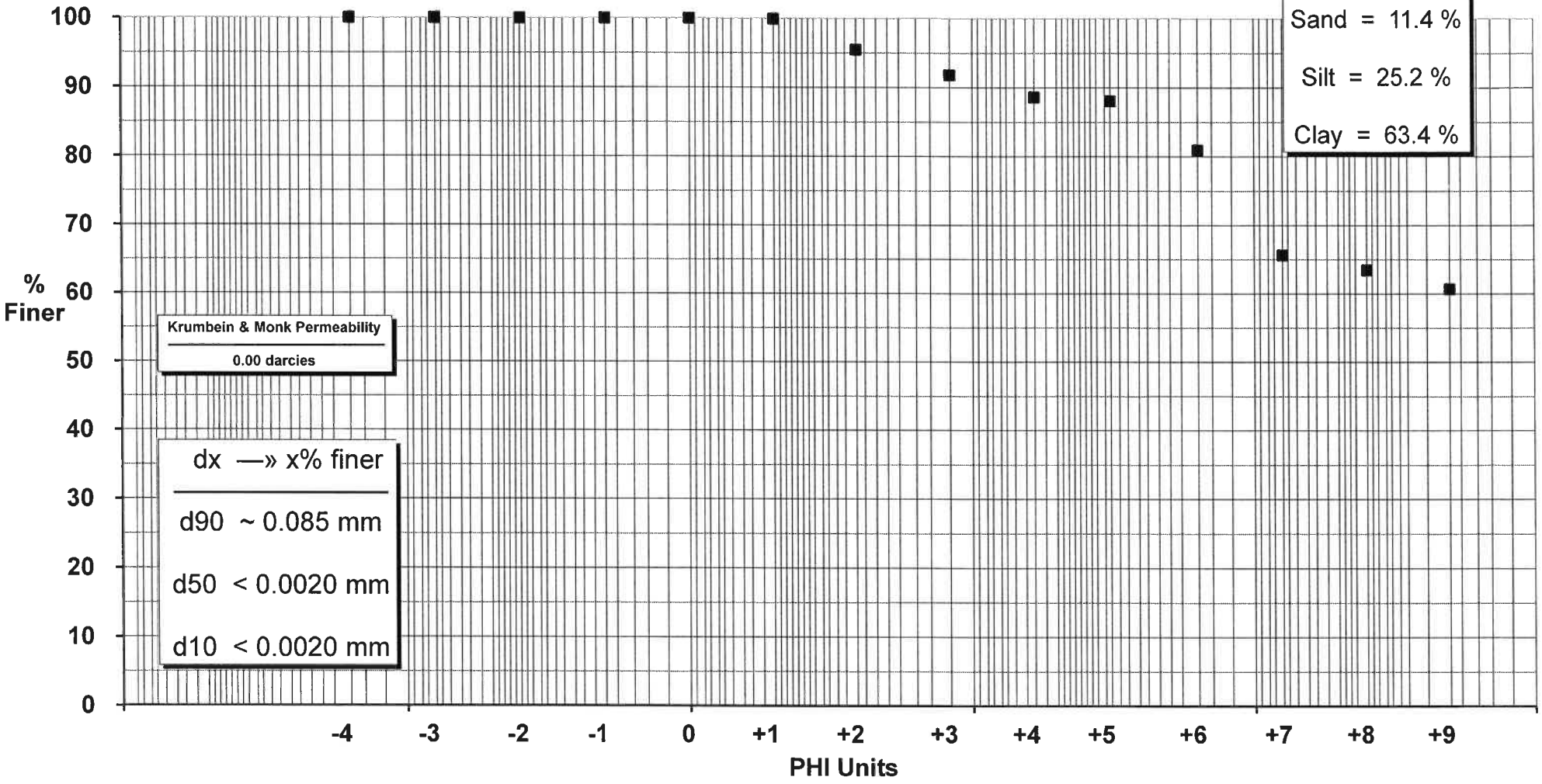
Maxxam

Maxxam ID: JJB249-01

GH3511-04R/LW3-9

Percent Coarser than 75 µm (PHI = 3.737)	Percent Coarser than 50 µm (PHI = 4.322)
10.6 %	11.6 %

Wentworth	
Gravel	0.0 %
Sand	11.4 %
Silt	25.2 %
Clay	63.4 %



Krumbein & Monk Permeability

0.00 darcies

dx —» x% finer	
d90	~ 0.085 mm
d50	< 0.0020 mm
d10	< 0.0020 mm

Approved

Votre # du projet: 151-11330-09 P-430
Adresse du site: FLACO-LAC WHITE
Votre # Bordereau: N-A

Attention: Jean-Simon Roy

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
1135 boulevard Lebourgneuf
Québec, QC
CANADA G2K 0M5

Date du rapport: 2019/06/03
Rapport: R2444340
Version: 1 - Finale

CERTIFICAT D'ANALYSES

 # DE DOSSIER LAB BV: B918268
Reçu: 2019/04/01, 10:30

Matrice: Sédiment
Nombre d'échantillons reçus: 6

Analyses	Quantité	Date de l' extraction	Date Analysé	Méthode de laboratoire	Référence Primaire
Métaux extractibles totaux	6	2019/05/30	2019/05/30	QUE SOP-00132	MA.200–Mét. 1.2 R5 m

Remarques:

Laboratoires Bureau Veritas sont certifiés ISO/IEC 17025 pour certains paramètres précis des portées d'accréditation. Sauf indication contraire, les méthodes d'analyses utilisées par Labs BV s'inspirent des méthodes de référence d'organismes provinciaux, fédéraux et américains, tels que le CCME, le MELCC, l'EPA et l'APHA.

Toutes les analyses présentées ont été réalisées conformément aux procédures et aux pratiques relatives à la méthodologie, à l'assurance qualité et au contrôle de la qualité généralement appliqués par les employés de Labs BV (sauf s'il en a été convenu autrement par écrit entre le client et Labs BV). Toutes les données de laboratoire rencontrent les contrôles statistiques et respectent tous les critères de CQ et les critères de performance des méthodes, sauf s'il en a été signalé autrement. Tous les blancs de méthode sont rapportés, toutefois, les données des échantillons correspondants ne sont pas corrigées pour la valeur du blanc, sauf indication contraire. Le cas échéant, sauf indication contraire, l'incertitude de mesure n'a pas été prise en considération lors de la déclaration de la conformité à la norme de référence.

Les responsabilités de Labs BV sont restreintes au coût réel de l'analyse, sauf s'il en a été convenu autrement par écrit. Il n'existe aucune autre garantie, explicite ou implicite. Le client a fait appel à Labs BV pour l'analyse de ses échantillons conformément aux méthodes de référence mentionnées dans ce rapport. L'interprétation et l'utilisation des résultats sont sous l'entière responsabilité du client et ne font pas partie des services offerts par Labs BV, sauf si convenu autrement par écrit. Labs BV ne peut pas garantir l'exactitude des résultats qui dépendent des renseignements fournis par le client ou son représentant.

Les résultats des échantillons solides, sauf les biotes, sont rapportés en fonction de la masse sèche, sauf indication contraire. Les analyses organiques ne sont pas corrigées en fonction de la récupération, sauf pour les méthodes de dilution isotopique.
Les résultats s'appliquent seulement aux échantillons analysés. Si l'échantillonnage n'est pas effectué par Labs BV, les résultats se rapportent aux échantillons fournis pour analyse.
Le présent rapport ne doit pas être reproduit, sinon dans son intégralité, sans le consentement écrit du laboratoire.
Lorsque la méthode de référence comprend un suffixe « m », cela signifie que la méthode d'analyse du laboratoire contient des modifications validées et appliquées afin d'améliorer la performance de la méthode de référence.
Notez: Les données brutes sont utilisées pour le calcul du RPD (% d'écart relatif). L'arrondissement des résultats finaux peut expliquer la variation apparente.

Note : Les paramètres inclus dans le présent certificat sont accrédités par le MELCC, à moins d'indication contraire.

Laboratoires Bureau Veritas 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Votre # du projet: 151-11330-09 P-430
Adresse du site: FLACO-LAC WHITE
Votre # Bordereau: N-A

Attention: Jean-Simon Roy

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
1135 boulevard Lebourgneuf
Québec, QC
CANADA G2K 0M5

Date du rapport: 2019/06/03
Rapport: R2444340
Version: 1 - Finale

CERTIFICAT D'ANALYSES

 # DE DOSSIER LAB BV: B918268
Reçu: 2019/04/01, 10:30

clé de cryptage

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets
Martine Bergeron, Chargée de projets
Courriel: Martine.BERGERON@bvlabs.com
Téléphone (418)658-5784 Ext:7066445

==========

Ce rapport a été produit et distribué en utilisant une procédure automatisée sécuritaire.
Lab BV a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

Dossier Lab BV: B918268
Date du rapport: 2019/06/03

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P-430
Adresse du site: FLACO-LAC WHITE
Initiales du préleveur: DC

MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SÉDIMENT)

ID Lab BV		GL3121	GL3121	GL3122	GL3123	GL3124	GL3125	GL3126		
Date d'échantillonnage		2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00	2019/03/26 10:00		
# Bordereau		N-A	N-A	N-A	N-A	N-A	N-A	N-A		
	Unités	LW-2-2	LW-2-2 Dup. de Lab.	LW-2-3	LW-2-4	LW 3-2	LW 3-3	LW 3-4	LDR	Lot CQ
MÉTAUX										
Argent (Ag) †	mg/kg	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	2.0	1993155
Arsenic (As) †	mg/kg	5.0	4.9	2.3	2.2	8.6	2.6	2.1	2.0	1993155
Baryum (Ba) †	mg/kg	54	55	50	60	73	78	100	5.0	1993155
Cadmium (Cd) †	mg/kg	4.5	4.3	1.0	0.70	4.9	0.82	0.52	0.20	1993155
Chrome (Cr) †	mg/kg	38	38	37	40	37	41	54	2.0	1993155
Cuivre (Cu) †	mg/kg	160	160	45	34	180	45	41	1.0	1993155
Cobalt (Co) †	mg/kg	25	24	11	11	23	12	11	2.0	1993155
Etain (Sn) †	mg/kg	6.6	10	6.1	5.9	5.9	<5.0	<5.0	5.0	1993155
Manganèse (Mn) †	mg/kg	400	400	290	320	370	260	320	2.0	1993155
Molybdène (Mo) †	mg/kg	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	2.0	1993155
Nickel (Ni) †	mg/kg	25	25	22	23	27	26	32	1.0	1993155
Mercure (Hg) †	mg/kg	0.12	0.12	0.11	0.093	0.12	0.074	0.088	0.050	1993155
Plomb (Pb) †	mg/kg	22	22	6.1	<5.0	53	7.2	<5.0	5.0	1993155
Sélénium (Se) †	mg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10	1993155
Zinc (Zn) †	mg/kg	1500	1400	230	89	1300	140	90	5.0	1993155

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
Duplicata de laboratoire
† Accréditation non existante pour ce paramètre

Laboratoires Bureau Veritas 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P-430
Adresse du site: FLACO-LAC WHITE
Initiales du préleveur: DC

REMARQUES GÉNÉRALES

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse

Laboratoires Bureau Veritas 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ

Lot AQ/CQ	Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé	Valeur	Réc	Unités
1993155	DRL	Échantillon fortifié [GL3121-01]	Argent (Ag)	2019/05/30		113	%
			Arsenic (As)	2019/05/30		100	%
			Baryum (Ba)	2019/05/30		NC	%
			Cadmium (Cd)	2019/05/30		97	%
			Chrome (Cr)	2019/05/30		NC	%
			Cuivre (Cu)	2019/05/30		NC	%
			Cobalt (Co)	2019/05/30		111	%
			Etain (Sn)	2019/05/30		111	%
			Manganèse (Mn)	2019/05/30		NC	%
			Molybdène (Mo)	2019/05/30		104	%
			Nickel (Ni)	2019/05/30		104	%
			Mercure (Hg)	2019/05/30		92	%
			Plomb (Pb)	2019/05/30		97	%
			Sélénium (Se)	2019/05/30		95	%
			Zinc (Zn)	2019/05/30		NC	%
1993155	DRL	MRC	Arsenic (As)	2019/05/30		92	%
			Cadmium (Cd)	2019/05/30		87	%
			Chrome (Cr)	2019/05/30		72	%
			Cuivre (Cu)	2019/05/30		100	%
			Cobalt (Co)	2019/05/30		82	%
			Manganèse (Mn)	2019/05/30		102	%
			Molybdène (Mo)	2019/05/30		102	%
			Nickel (Ni)	2019/05/30		88	%
			Mercure (Hg)	2019/05/30		86	%
			Plomb (Pb)	2019/05/30		87	%
			Sélénium (Se)	2019/05/30		87	%
			Zinc (Zn)	2019/05/30		85	%
1993155	DRL	Blanc fortifié	Argent (Ag)	2019/05/30		110	%
			Arsenic (As)	2019/05/30		99	%
			Baryum (Ba)	2019/05/30		101	%
			Cadmium (Cd)	2019/05/30		95	%
			Chrome (Cr)	2019/05/30		101	%
			Cuivre (Cu)	2019/05/30		104	%
			Cobalt (Co)	2019/05/30		105	%
			Etain (Sn)	2019/05/30		113	%
			Manganèse (Mn)	2019/05/30		102	%
			Molybdène (Mo)	2019/05/30		107	%
			Nickel (Ni)	2019/05/30		101	%
			Mercure (Hg)	2019/05/30		96	%
			Plomb (Pb)	2019/05/30		102	%
			Sélénium (Se)	2019/05/30		93	%
			Zinc (Zn)	2019/05/30		86	%
1993155	DRL	Blanc de méthode	Argent (Ag)	2019/05/30	<2.0		mg/kg
			Arsenic (As)	2019/05/30	<2.0		mg/kg
			Baryum (Ba)	2019/05/30	<5.0		mg/kg
			Cadmium (Cd)	2019/05/30	<0.20		mg/kg
			Chrome (Cr)	2019/05/30	<2.0		mg/kg
			Cuivre (Cu)	2019/05/30	<1.0		mg/kg
			Cobalt (Co)	2019/05/30	<2.0		mg/kg
			Etain (Sn)	2019/05/30	<5.0		mg/kg

Laboratoires Bureau Veritas 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ (SUITE)

Lot AQ/CQ	Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé	Valeur	Réc	Unités
			Manganèse (Mn)	2019/05/30	<2.0		mg/kg
			Molybdène (Mo)	2019/05/30	<2.0		mg/kg
			Nickel (Ni)	2019/05/30	<1.0		mg/kg
			Mercure (Hg)	2019/05/30	<0.050		mg/kg
			Plomb (Pb)	2019/05/30	<5.0		mg/kg
			Sélénium (Se)	2019/05/30	<10		mg/kg
			Zinc (Zn)	2019/05/30	<5.0		mg/kg

Échantillon fortifié: Échantillon auquel a été ajouté une quantité connue d'un ou de plusieurs composés chimiques d'intérêt. Sert à évaluer les interférences dues à la matrice.

MRC: Un échantillon de concentration connue préparé dans des conditions rigoureuses par un organisme externe. Utilisé pour vérifier la justesse de la méthode.

Blanc fortifié: Un blanc, d'une matrice exempte de contaminants, auquel a été ajouté une quantité connue d'analyte provenant généralement d'une deuxième source. Utilisé pour évaluer la précision de la méthode.

Blanc de méthode: Une partie aliquote de matrice pure soumise au même processus analytique que les échantillons, du prétraitement au dosage. Sert à évaluer toutes contaminations du laboratoire.

NC (échantillon fortifié) : La récupération de l'échantillon fortifié n'a pas été calculée. La différence relative entre la concentration de l'échantillon parent et le niveau de fortification est trop faible pour qu'un calcul fiable du pourcentage de récupération soit possible (la concentration dans l'échantillon fortifié était plus faible que l'échantillon d'origine).

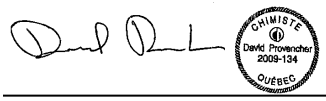
Réc = Récupération

Laboratoires Bureau Veritas 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

WSP CANADA Inc. QUÉBEC
Votre # du projet: 151-11330-09 P-430
Adresse du site: FLACO-LAC WHITE
Initiales du préleveur: DC

PAGE DES SIGNATURES DE VALIDATION

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:



David Provencher, B.Sc., Chimiste, Ste-Foy, Analyste Senior

Lab BV a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

Laboratoires Bureau Veritas 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél.: (418) 658-5784 Télécopieur: (418) 658-6594

Formulaire de demande d'échantillon

B910268

Date: (Année / Mois / Jour) *Double clic dans la case*	2019-05-21 14:24:00
Date de demande du client (Login/PM)	2019/05/21
Nom et poste du demandeur	MB9 x7066445
Identification du client	WSP #4935/ add rapport #4049

Choisir une raison	Reprise interne	Reprise externe	Vérification de l'échantillon	Retourner au client	Addendum Nouveau dossier	Addendum Même dossier	Autre	*Remettre au congélateur*
	☐	☐	☐	☐	☑	☐	☐	☐

INFORMATION REQUISE

# de dossier Maxxam	ID Maxxam de l'échantillon incluant le # de partie	Matrice de l'échantillon	Analyse(s)	Date d'échantillonnage * (jour/mois)	Date due (jour/mois)	URGENT O/N	Emplacement du bin et de la tablette
B910061 Reception 01 avril	GH3500-01/-02	SED	14 Métaux* + Hg*	2019/03/26	2019/06/04	Non	
	GH3501-01/-02	SED	14 Métaux* + Hg*	2019/03/26	2019/06/04	Non	
	GH3502-01/-02	SED	14 Métaux* + Hg*	2019/03/26	2019/06/04	Non	
	GH3506-01/-02	SED	14 Métaux* + Hg*	2019/03/26	2019/06/04	Non	
	GH3507-01/-02	SED	14 Métaux* + Hg*	2019/03/26	2019/06/04	Non	
	GH3508-01/-02	SED	14 Métaux* + Hg*	2019/03/26	2019/06/04	Non	
			*METQC_SED				
			*HGQC_SED				
			~~Location NOVA~~ MB9	2019-5-22			

Complété par:

* Vérifier la date d'échantillonnage afin de déterminer si le délai de conservation va nécessiter un délai d'analyse urgent.

Remis à:

B918268_COC

Martine Bergeron

De: Roy, Jean-Simon <Jean-Simon.Roy@wsp.com>
Envoyé: 21 mai 2019 14:07
À: Martine Bergeron
Objet: RE: 151-11330-09 P.430 Site: FLACO-LAC WAITE ATT: Jean-Simon Roy MaxJob#: B910061,
Pièces jointes: 2eronde_analyses.pdf

Indicateur de suivi: Assurer un suivi
État de l'indicateur: Avec indicateur

CAUTION: This email originated from outside of the organization. Do not click links or open attachments unless you recognize the sender and know the content is safe.

Bonjour Martine,

Voici la demande pour une deuxième ronde d'analyse. Svp analyser uniquement les métaux pour tous les échantillons qui n'avaient pas été analysés au départ.

Merci,

Jean-Simon Roy
Biologiste – Chargé de projet
Environnement – Sciences de la nature

wsp

Tél. +1 581-814-5936
Cell. +1 418-930-6595

1135, boulevard Lebourgneuf
Québec (Québec)
G2K 0M5 CANADA

wsp.com

De : Martine Bergeron [mailto:MBergeron@maxxam.ca]
Envoyé : 30 avril 2019 09:52
À : Roy, Jean-Simon <Jean-Simon.Roy@wsp.com>
Objet : RE: 151-11330-09 P.430 Site: FLACO-LAC WAITE ATT: Jean-Simon Roy MaxJob#: B910061,

Bonjour M. Roy,
Les échantillons sont toujours conserver congeler jusqu'à nouvel ordre.
Bonne journée.

1

Martine Bergeron
Chargée de projets, Secteur d'évaluation et assainissement des sites contaminés

Bureau 418 658 5784 poste 7066445
Sans frais 877 462 9926
mbergeron@maxxam.ca

2690,Avenue Dalton, Québec, Québec G1P 3S4
www.maxxam.ca

Le succès par la scienceMD

Le contenu de ce message ainsi que du ou des fichiers qui y sont joints est strictement confidentiel et destiné exclusivement à son ou ses destinataires. Si vous avez reçu ce courriel par erreur, veuillez en aviser l'expéditeur dès que possible et supprimer le courriel de votre ordinateur, son utilisation étant strictement interdite. Nous sommes désolés pour tout inconvénient que cette situation aurait pu vous occasionner.

De : Roy, Jean-Simon [mailto:Jean-Simon.Roy@wsp.com]
Envoyé : 29 avril 2019 16:30
À : Martine Bergeron
Objet : RE: 151-11330-09 P.430 Site: FLACO-LAC WAITE ATT: Jean-Simon Roy MaxJob#: B910061,

CAUTION: This email originated from outside of the organization. Do not click links or open attachments unless you recognize the sender and know the content is safe.

Bonjour Martine,

Merci pour les résultats.
Tel que mentionné lors de la livraison des échantillons, svp conserver tous les échantillons non analysés afin de pouvoir lancer une deuxième série d'analyse. Je vous tiens au courant à ce sujet.

Merci,

Jean-Simon Roy
Biologiste – Chargé de projet
Environnement – Sciences de la nature

Tél. +1 581-814-5936
Cell. +1 418-930-6595

1135, boulevard Lebourgneuf
Québec (Québec)
G2K 0M5 CANADA

wsp.com

De : Martine Bergeron [mailto:MBergeron@maxxam.ca]
Envoyé : 23 avril 2019 14:26
À : Roy, Jean-Simon <Jean-Simon.Roy@wsp.com>
Objet : TR: 151-11330-09 P.430 Site: FLACO-LAC WAITE ATT: Jean-Simon Roy MaxJob#: B910061,
Importance : Haute

Bonjour,
Voici le rapport préliminaire
À venir le Soufre, C10-C50 et Métaux

Merci d'avoir choisi Maxxam pour vos services analytiques. Vous trouverez en pièce jointe votre Certificat d'analyse. Si vous avez des questions ou des préoccupations, veuillez contacter le représentant du service à la clientèle/chargé de projet de votre région - Martine Bergeron au (418)658-5784 poste 7066445. Nous serons heureux d'entendre vos commentaires. Pour ce faire, veuillez communiquer avec nous à l'adresse suivante : commentaires@maxxam.ca

Maxxam Analytics thanks you for your submission. Attached you will find your Certificate of Analysis. Should you have any questions or concerns, please contact your Project Manager. We welcome any feedback you would care to share with us. To do so, please contact us at comments@maxxam.ca

Veuillez trouver votre fichier B910061-R2019-04-23_14-15-16.pdf; B910061-R2019-04-23_14-15-16_N001.xls; B910061-R2019-04-23_14-15-16_Q001.xls; B910061-R2019-04-23_14-15-16_Att_0_Subcontracted_Report_PSB.PDF; B910061-R2019-04-23_14-15-16_Att_1_Sub_Report_Graph.PDF ci-joint..

MAXXAM ANALYTIQUE
2690, avenue Dalton
Sainte-Foy,Quebec,G1P 3S4
http://www.maxxam.ca

NOTICE: This communication and any attachments ("this message") may contain information which is privileged, confidential, proprietary or otherwise subject to restricted disclosure under applicable law. This message is for the sole use of the intended recipient(s). Any unauthorized use, disclosure, viewing, copying, alteration, dissemination or distribution of, or reliance on, this message is strictly prohibited. If you have received this message in error, or you are not an authorized or intended recipient, please notify the sender immediately by replying to this message, delete this message and all copies from your e-mail system and destroy any printed copies. You are receiving this communication because you are listed as a current WSP contact. Should you have any questions regarding WSP's electronic communications policy, please consult our Anti-Spam Commitment at www.wsp.com/casl. For any concern or if you believe you should not be receiving this message, please forward this message to caslcompliance@wsp.com so that we can promptly address your request. Note that not all messages sent by WSP qualify as commercial electronic messages.

AVIS : Ce message, incluant tout fichier l'accompagnant (« le message »), peut contenir des renseignements ou de l'information privilégiés, confidentiels, propriétaires ou à divulgation restreinte en vertu de la loi. Ce message est destiné à l'usage exclusif du/des destinataire(s) voulu(s). Toute utilisation non permise, divulgation, lecture, reproduction, modification, diffusion ou distribution est interdite. Si vous avez reçu ce message par erreur, ou que vous n'êtes pas un destinataire autorisé ou voulu, veuillez en aviser l'expéditeur immédiatement et détruire le message et toute copie électronique ou imprimée. Vous recevez cette communication car vous faites partie des contacts de WSP. Si vous avez des questions concernant la politique de communications électroniques de WSP, veuillez consulter notre Engagement anti-pourriel au www.wsp.com/lcap. Pour toute question ou si vous croyez que vous ne devriez pas recevoir ce message, prière de le transférer au conformitelcap@wsp.com afin que nous puissions rapidement traiter votre demande. Notez que ce n'est pas tous les messages transmis par WSP qui constituent des messages électroniques commerciaux.

.

ANNEXE

3 CONTRÔLE QUALITÉ

Résultats du programme de contrôle de la qualité sur les échantillons de sols

Paramètres	Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments d'eau douce (mg/kg) [1]					LDR [2] (mg/kg)	Échantillon / Date de prélèvement / Résultats d'analyse (mg/kg)		Écart relatif (%)
	CER	CSE	CEO	CEP	CEF		LW3-1	LW3-9	
							2019-03-26	2019-03-26	
Hydrocarbures pétroliers									
Hydrocarbures pétroliers C_{10}-C_{50}	-	-	-	-	-	100	<100	<100	0%
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)									
Acénaphtène	0,0037	0,0067	0,021	0,089	0,94	0,003	<0,003	<0,003	0%
Acénaphtylène	0,0033	0,0059	0,03	0,13	0,34	0,003	<0,003	<0,003	0%
Anthracène	0,016	0,047	0,11	0,24	1,1	0,01	<0,01	<0,01	0%
Benzo (a) anthracène	0,014	0,032	0,12	0,39	0,76	0,01	<0,01	<0,01	0%
Benzo (a) pyrène	0,011	0,032	0,15	0,78	3,2	0,01	<0,01	<0,01	0%
Benzo (b) fluoranthène	-	-	-	-	-	0,01	0,017	<0,010	52%
Benzo (c) phénanthrène	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	0%
Benzo (e) pyrène	-	-	-	-	-	0,01	0,012	<0,010	18%
Benzo (g, h, i) pérylène	-	-	-	-	-	0,01	0,021	<0,010	71%
Benzo (j) fluoranthène	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	0%
Benzo (k) fluoranthène	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	0%
Chrysène	0,026	0,057	0,24	0,86	1,6	0,01	0,010	<0,010	0%
Dibenzo(a,h)anthracène	0,0033	0,0062	0,043	0,14	0,2	0,003	<0,00	<0,00	0%
Dibenzo(a,h)pyrène	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	0%
Dibenzo(a,i)pyrène	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	0%
Dibenzo(a,l)pyrène	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	0%
Diméthyl-1,3naphtalène	-	-	-	-	-	0,01	0,03	<0,01	100%
Diméthyl-7,12benzo(a)anthracène	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	0%
Fluoranthène	0,047	0,11	0,45	2,4	4,9	0,01	0,016	<0,010	46%
Fluorène	0,01	0,021	0,061	0,14	1,2	0,01	<0,01	<0,01	0%
Indéno (1, 2, 3-c, d) pyrène	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	0%
Méthyl-1 naphtalène	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	0%
Méthyl-2 naphtalène	0,016	0,02	0,063	0,2	0,38	0,01	0,015	0,011	31%
Méthyl-3 cholanthrène	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	0%
Naphtalène	0,017	0,035	0,12	0,39	1,2	0,01	<0,01	<0,01	0%
Phénanthrène	0,025	0,042	0,13	0,52	1,1	0,01	<0,01	<0,01	0%
Pyrène	0,029	0,053	0,23	0,88	1,5	0,01	0,014	<0,010	33%
Triméthyl-2, 3, 5 naphtalène	-	-	-	-	-	0,01	<0,01	<0,01	0%
Soufre									
Soufre total	-	-	-	-	-	0,01	<0,1	<0,1	0%
Carbone organique total									
Carbone organique total	-	-	-	-	-	0,01	<0,1	<0,1	0%
Biphényles polychlorés (BPC)									
BPC Totaux	0,025	0,034	0,079	0,28	0,78	0,01	<0,1	<0,1	0%
Métaux									
Argent	-	-	-	-	-	2,0	<2	<2	0%
Arsenic	4,1	5,9	7,6	17	23	2,0	11	4,8	78%
Baryum	-	-	-	-	-	5,0	82	87	6%
Cadmium	0,33	0,6	1,7	3,5	12	0,2	8,5	2,9	98%
Chrome	25	37	57	90	120	2,0	34	40	16%
Cobalt	-	-	-	-	-	2,0	280	110	87%
Cuivre	22	36	63	200	700	1,0	30	15	67%
Étain	-	-	-	-	-	5,0	7,1	<5	35%
Manganèse	-	-	-	-	-	2,0	390	300	26%
Mercure	0,094	0,17	0,25	0,49	0,87	0,05	<2	<2	0%
Molybdène	-	-	-	-	-	2,0	27	26	4%
Nickel	-	-	-	-	-	1,0	0,14	0,11	24%
Plomb	25	35	52	91	150	5,0	95	32	99%
Sélénium	-	-	-	-	-	10	<10	<10	0%
Zinc	80	120	170	310	770	5,0	2300	750	102%
Autres composés inorganiques									
Cyanures totaux	-	-	-	-	-	1,0	<1	<1	0%

NOTES:

[1] : Définitions des critères Env. Canada et MDDEP 2007 (eau salée) :

CER Concentration d'effets rares

CSE Concentration seuil produisant un effet

CEO Concentration d'effets occasionnels

CEP Concentration d'effets probables

CEF Concentration d'effets fréquents

[2]: Limite de détection rapportée par le laboratoire d'analyses.

ANNEXE

COMP-114-1 RÉVISION 2 DU MODÈLE DE DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE

RAPPORT Nº : 151-11330-09-240-RPT-001

PROJET HORNE 5, ROUYN-NORANDA, QUÉBEC

ÉTUDE SECTORIELLE SUR LA MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE

8 JUIN 2021

PROJET HORNE 5, ROUYN-NORANDA, QUÉBEC

ÉTUDE SECTORIELLE SUR LA MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE

RESSOURCES FALCO LTÉE

ÉTUDE COMPLÉMENTAIRE À L'ÉTUDE D'IMPACT- RÉVISION 2

PROJET N° : 151-11330-09
DATE : JUIN 2021

WSP CANADA INC.
3535, BOULEVARD L.-P.-NORMAND, 2E ÉTAGE
TROIS-RIVIÈRES (QUÉBEC) CANADA G9B 0G8

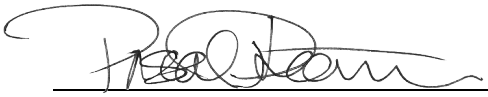
TÉLÉPHONE : +1 819 375-1292
WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR

Julien Poirier, ing., M. Sc.
OIQ 5031699
Chargé de projet - Modélisation

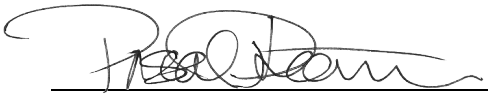
Le 8 juin2021
Date



Pascal Rhéaume pour
Philippe Lachance, physicien, M. Sc.
Conseiller en modélisation

Le 8 juin 2021
Date

RÉVISÉ PAR



Pascal Rhéaume, P. Eng., M. Sc. A.
OIQ 138370
Chef d'équipe – Qualité de l'air

Le 8 juin 2021
Date

Le présent rapport a été préparé par WSP pour le compte de RESSOURCES FALCO conformément à l'entente de services professionnels. La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport incombe uniquement au destinataire prévu. Son contenu reflète le meilleur jugement de WSP à la lumière des informations disponibles au moment de la préparation du rapport. Toute utilisation que pourrait en faire une tierce partie ou toute référence ou toutes décisions en découlant sont l'entière responsabilité de ladite tierce partie. WSP n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages, s'il en était, que pourrait subir une tierce partie à la suite d'une décision ou d'un geste basé sur le présent rapport. Cet énoncé de limitation fait partie du présent rapport.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

RESSOURCES FALCO LTÉE.

Vice-présidente, Environnement et développement durable	Hélène Cartier, ing. LL.B., ASC
Directeur de l'ingénierie	John-Paul McGrath, ing.
Vice-président, Métallurgie	Christian Laroche, ing.
Vice-président, Services Techniques	Francois Vézina, ing. MBA
Technicienne senior en environnement	Marilyn Gagnon, B.Sc. Bio.
Coordonnatrice d'études	Annie Beaulieu, ing., PMP

WSP CANADA INC.

Chargé de projet	Carl Martin, biologiste, M. Sc.
Chef d'équipe de la qualité de l'air	Pascal Rhéaume, P. Eng., M. Sc. A.
Chargé de projet en qualité de l'air	Julien Poirier, ing., M. Sc.
Spécialiste en qualité de l'air	Philippe Lachance, physicien, M. Sc.
Analyste en qualité de l'air	Vincent Lamothe, Ph. D
Cartographie et géomatique	Alain Lemay, cartographe
Cartographie et géomatique	Paul-André Biron, cartographe
Traitement de texte et édition	Nancy Laurent, DEC

TABLE DES MATIÈRES

1 INTRODUCTION 1

1.1 Mise en contexte 1

1.2 Objectifs de l'étude 1

1.3 Description de la révision 2 2

1.4 Zone d'étude 2

2 CADRE RÉGLEMENTAIRE 5

2.1 Normes et critères de qualité de l'atmosphère 5

2.2 Substances modélisées 6

2.3 Limite et domaine d'application 6

2.4 Niveaux ambiants 7

2.4.1 Suivi de la qualité de l'air 7

2.4.2 Concentrations initiales génériques définies par le MELCC 9

2.4.3 Concentrations initiales retenues 10

3 CONTEXTE DE MODÉLISATION 19

3.1 Description sommaire des opérations 19

3.2 Identification des sources et des substances émises 20

3.3 Scénarios 20

3.3.1 Variation des opérations 20

3.3.2 Scénarios d'opérations sélectionnés 23

3.3.3 Configuration des scénarios en fonction des périodes 24

4 CARACTÉRISATION DES SOURCES D'ÉMISSIONS 25

4.1 Site du CMH5 – Scénario de construction 25

4.1.1 Routage (Resuspension) 25

4.1.2 Chargements et déchargement 26

4.1.3 Boutage 28

4.1.4 Sautage 28

4.1.5 Forage 29

4.1.6 Gaz d'échappement 29

4.1.7 Ventilation de la mine souterraine en préproduction 33

4.1.8 Érosion éolienne 35

4.2 Site du CMH5 – Scénario d'exploitation 35
4.2.1 Usine de traitement du minerai 35
4.2.2 Routage (Resuspension) 36
4.2.3 Gaz d'échappement 37
4.2.4 Ventilation de la mine souterraine en production 40
4.2.5 Érosion éolienne 43
4.3 Site des IGRM – Scénario de construction 43
4.3.1 Routage (Resuspension) 43
4.3.2 Chargements et déchargement 46
4.3.3 Boutage 46
4.3.4 Opération de la carrière locale 46
4.3.5 Gaz d'échappement 48
4.3.6 Érosion éolienne 50
4.4 Site des IGRM – Scénario d'érosion éolienne 51
4.4.1 Érosion éolienne 51
5 MÉTHODOLOGIE 53
5.1 Choix du modèle de dispersion 53
5.2 Description du modèle de dispersion AERMOD 53
5.3 Domaine de modélisation 53
5.4 Topographie 54
5.5 Préparation des données météorologiques 54
5.5.1 Données météorologiques de surface 54
5.5.2 Données météorologiques aérologiques, radiation et couverture nuageuse 54
5.5.3 Classification du territoire et utilisation du sol 55
5.5.4 Configuration d'AERMET 56
5.5.5 Échantillon météorologique 56
5.6 Récepteurs 58
5.6.1 Grille de récepteurs 58
5.6.2 Récepteurs à la limite d'application 58
5.6.3 Récepteurs sensibles 58
5.6.4 Récepteurs du domaine d'application 61
5.7 Effet des bâtiments 61
5.8 Configuration d'AERMOD 61
5.9 Méthodes spécifiques 61

5.9.1 Estimation de la déposition des matières particulaires 61
5.9.2 Estimation des concentrations en NO_2 62
5.9.3 Estimations des concentrations pour les périodes inférieures à 1 heure 63
5.9.4 Évaluation des émissions de métaux et de métalloïdes 63

6 RÉSULTATS DE MODÉLISATION 67

6.1 Site du CMH5 – Scénario de construction 67
6.1.1 Particules totales (PMT) 67
6.1.2 Particules fines ($PM_{2,5}$) 68
6.1.3 Monoxyde de carbone 68
6.1.4 Dioxyde d'azote 68
6.1.5 Dioxyde de soufre 69

6.2 Site du CMH5 – Scénario d'exploitation 69
6.2.1 Particules totales (PMT) 69
6.2.2 Particules fines ($PM_{2,5}$) 70
6.2.3 Monoxyde de carbone 70
6.2.4 Dioxyde d'azote 70
6.2.5 Dioxyde de soufre 71
6.2.6 Métaux et métalloïdes 71
6.2.7 Autres variantes modélisées 75

6.3 site des IGRM – Scénario de construction 76
6.3.1 Particules totales (PMT) 76
6.3.2 Particules fines ($PM_{2,5}$) 76
6.3.3 Monoxyde de carbone 76
6.3.4 Dioxyde d'azote 77
6.3.5 Dioxyde de soufre 77

6.4 site des IGRM – Scénario d'érosion éolienne 77
6.4.1 Particules totales (PMT) 77
6.4.2 Particules fines ($PM_{2,5}$) 77
6.4.3 Métaux et métalloïdes 78

7 CONSERVATISME ET LIMITATIONS 79

7.1 Conservatisme de l'approche 79

7.2 Incertitudes et limitation de la modÉlisation 79
7.2.1 Hypothèses de modélisation 79
7.2.2 Facteurs d'émissions 79

7.2.3 Dispersion des matières particulaires 80
7.2.4 Variation spatiale et temporelle du scénario 80
7.2.5 Modèles météorologiques et modèles de dispersions 80
7.3 Discussion et réserves 81
8 CONCLUSION 83
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 89

TABLEAUX

TABLEAU 1 : VALEURS DE RÉFÉRENCE – CADRE DE DÉTERMINATION ET D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES 6
TABLEAU 2 : DESCRIPTION DES PARAMÈTRES ET PÉRIODES D'ÉCHANTILLONNAGE 9
TABLEAU 3 : CONCENTRATIONS INITIALES DISPONIBLES ET SEUILS APPLICABLES POUR LES SUBSTANCES MODÉLISÉES AU SITE DU CMH5 12
TABLEAU 4 : CONCENTRATIONS INITIALES CONSIDÉRÉES POUR CHACUN DES SECTEURS (NORD ET SUD) DU SITE DU CMH5 14
TABLEAU 5 : CONCENTRATIONS INITIALES ET SEUILS APPLICABLES POUR LES SUBSTANCES MODÉLISÉES AU SITE DES IGRM 16
TABLEAU 6 : DESCRIPTION DES MATÉRIAUX MANIPULÉS POUR LA CONSTRUCTION DES IGRM 22
TABLEAU 7 : DESCRIPTION DES VARIANTES DU SCÉNARIO D'EXPLOITATION DU SITE CMH5 24
TABLEAU 8 : DESCRIPTION DE LA FLOTTE DE CAMIONS DE TRANSPORT PRÉVUE (CMH5 – CONSTRUCTION) 25
TABLEAU 9 : DESCRIPTION DU SCÉNARIO DE ROUTAGE MODÉLISÉ (CMH5 – CONSTRUCTION) 26
TABLEAU 10 : DESCRIPTION DES SEGMENTS DE ROUTAGE MODÉLISÉS (CMH5 – CONSTRUCTION) 27
TABLEAU 11 : PARAMÈTRES UTILISÉS POUR LA MODÉLISATION DES SAUTAGES (CMH5 – CONSTRUCTION) 28
TABLEAU 12 : DESCRIPTION ET TAUX D'ÉMISSIONS CALCULÉS POUR LES VÉHICULES HORS ROUTE UTILISÉS SUR LE SITE (CMH5 – CONSTRUCTION) 32

TABLEAU 13 : DESCRIPTION ET TAUX D'ÉMISSIONS CALCULÉS POUR LES VÉHICULES ROUTIERS UTILISÉS SUR LE SITE (CMH5 – CONSTRUCTION)..... 32
TABLEAU 14 : DESCRIPTION DU SCÉNARIO MODÉLISÉ POUR LES GAZ D'ÉCHAPPEMENT (CMH5 – CONSTRUCTION)..... 33
TABLEAU 15 : RÉPARTITION DES TAUX D'ÉMISSION DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT (CMH5 – CONSTRUCTION)..... 33
TABLEAU 16 : DESCRIPTION DE LA FLOTTE DE CAMIONS DE TRANSPORT PRÉVUE (CMH5 – EXPLOITATION) 36
TABLEAU 17 : DESCRIPTION DU SCÉNARIO DE ROUTAGE MODÉLISÉ (CMH5 – EXPLOITATION)..... 37
TABLEAU 18 : DESCRIPTION DES SEGMENTS DE ROUTAGE MODÉLISÉS (CMH5 – EXPLOITATION) 39
TABLEAU 19 : DESCRIPTION ET TAUX D'ÉMISSIONS CALCULÉS POUR LES VÉHICULES HORS ROUTE UTILISÉS SUR LE SITE (CMH5 – EXPLOITATION) 39
TABLEAU 20 : DESCRIPTION ET TAUX D'ÉMISSIONS CALCULÉS POUR LES VÉHICULES ROUTIERS UTILISÉS SUR LE SITE (CMH5 – EXPLOITATION) 39
TABLEAU 21 : DESCRIPTION DU SCÉNARIO MODÉLISÉ POUR LES GAZ D'ÉCHAPPEMENT (CMH5 – EXPLOITATION) 39
TABLEAU 22 : RÉPARTITION DES TAUX D'ÉMISSION DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT (CMH5 – EXPLOITATION) 40
TABLEAU 23 : EFFICACITÉ DU SYSTÈME D'ÉPURATION SELON LE TYPE D'ÉMISSION ET SELON LA TAILLE DES PARTICULES 43
TABLEAU 24 : DESCRIPTION DE LA FLOTTE DE CAMIONS DE TRANSPORT PRÉVUE (IGRM – CONSTRUCTION)..... 44
TABLEAU 25 : DESCRIPTION DU SCÉNARIO DE ROUTAGE MODÉLISÉ (IGRM – CONSTRUCTION)..... 44
TABLEAU 26 : DESCRIPTION DES SEGMENTS DE ROUTAGE MODÉLISÉS (IGRM – CONSTRUCTION)..... 45
TABLEAU 27 : PARAMÈTRES UTILISÉS POUR LA MODÉLISATION DES SAUTAGES (IGRM – CONSTRUCTION)..... 47
TABLEAU 28 : DESCRIPTION ET TAUX D'ÉMISSIONS CALCULÉS POUR LES VÉHICULES HORS ROUTE UTILISÉS SUR LE SITE (IGRM – CONSTRUCTION)..... 49

TABLEAU 29 : DESCRIPTION ET TAUX D'ÉMISSIONS CALCULÉS POUR LES VÉHICULES ROUTIERS UTILISÉS SUR LE SITE (IGRM – CONSTRUCTION) 49
TABLEAU 30 : DESCRIPTION DU SCÉNARIO MODÉLISÉ POUR LES GAZ D'ÉCHAPPEMENT (IGRM – CONSTRUCTION) 50
TABLEAU 31 : RÉPARTITION DES TAUX D'ÉMISSION DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT (IGRM – CONSTRUCTION) 50
TABLEAU 32 : PARAMÈTRES D'UTILISATION DU SOL CONSIDÉRÉS POUR LA STATION ROUYN 55
TABLEAU 33 : ANALYSE DES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES MANQUANTES PAR ANNÉE (STATION ROUYN) 56
TABLEAU 34 : COORDONNÉES DES RÉCEPTEURS SENSIBLES – SITE DU CMH5 59
TABLEAU 35 : COORDONNÉES DES RÉCEPTEURS SENSIBLES – SITE DES IGRM 59
TABLEAU 36 : DESCRIPTION DES REGROUPEMENTS DE SOURCES UTILISÉS POUR L'ESTIMATION DES CONCENTRATIONS DE MÉTAUX - SCÉNARIO D'EXPLOITATION DU SITE DU CMH5 64
TABLEAU 37 : DESCRIPTION DES REGROUPEMENTS DE SOURCES UTILISÉS POUR L'ESTIMATION DES CONCENTRATIONS DE MÉTAUX - SCÉNARIO D'ÉROSION ÉOLIENNE DU SITE DES IGRM 64
TABLEAU 38 : TENEUR EN MÉTAUX PAR LITHOLOGIE/SUBSTANCE 65
TABLEAU 39 : RÉSUMÉ DES RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION POUR LES MÉTAUX DONT LA CONCENTRATION INITIALE RETENUE EST DÉJÀ SUPÉRIEURE À LA VALEUR LIMITE: SCÉNARIO D'EXPLOITATION – VARIANTE C – SITE DU CMH5 73
TABLEAU 40 : COMPARAISON DES RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION POUR LES MÉTAUX DONT LA CONCENTRATION INITIALE RETENUE EST SUPÉRIEURE À LA VALEUR LIMITE PAR RAPPORT AUX RÉSULTATS DE LA RÉVISION 1 : SCÉNARIO D'EXPLOITATION – VARIANTE C – SITE DU CMH5 73
TABLEAU 41 : BILAN ANNUEL DES ÉMISSIONS DU PROJET POUR LES MÉTAUX : SCÉNARIO D'EXPLOITATION – SITE DU CMH5 74
TABLEAU 42 : BILAN ANNUEL DES ÉMISSIONS DU PROJET POUR LES MÉTAUX EN CONSIDÉRANT LA CAPTATION DE L'AIR

AMBIANT : SCÉNARIO D'EXPLOITATION – SITE DU CMH5 74
TABLEAU 43 : SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DE MODÉLISATION – SITE DU CMH5 86
TABLEAU 44 : SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DE MODÉLISATION – RÉCEPTEURS SENSIBLES – SITE DES IGRM 87

FIGURES

FIGURE 1 : QUANTITÉ DE MATÉRIAUX MANIPULÉS PAR PHASE POUR LA CONSTRUCTION DES IGRM (M^3/JOUR) 21
FIGURE 2 : EFFICACITÉ DU SYSTÈME D'ÉPURATION EN FONCTION DE LA TAILLE DES PARTICULES, SUPÉRIEURE À 1 µM 42
FIGURE 3 : EFFICACITÉ DU SYSTÈME D'ÉPURATION EN FONCTION DE LA TAILLE DES PARTICULES, SUPÉRIEURE À 0,1 µM 42
FIGURE 4 : DISTRIBUTION CUMULATIVE (% DE LA MASSE) DE LA TAILLE DES PARTICULES EN FONCTION DU TYPE D'ÉMISSION 42
FIGURE 5 : ROSES DES VENTS 57
FIGURE 6 : BILAN ANNUEL DES ÉMISSIONS DU PROJET POUR LES MÉTAUX : SCÉNARIO D'EXPLOITATION – SITE DU CMH5 75

ANNEXES

A TABLEAUX

A-1 Caractéristiques des sources Site du CMH5 Scénario de construction

A-1-1 Coordonnées et élévation des volumes sources de routage

A-1-2 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation des opérations de chargement et déchargement

A-1-3 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation du boutage

A-1-4 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation des sautages

A-1-5 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation du forage

A-1-6 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation des gaz d'échappement des équipements localisés

A-1-7 Caractéristiques physiques de la source ponctuelle de ventilation de la mine souterraine en préproduction

A-1-8 Taux d'émission des gaz d'échappement des équipements miniers souterrains

A-1-9 Taux d'émission moyen des gaz d'échappement des équipements miniers souterrains considéré à la source de ventilation de la mine souterraine en préproduction

A-1-10 Taux d'émission pour chaque type d'émission estimés pour la ventilation de la mine souterraine en préproduction

A-1-11 Taux d'émission de la source ponctuelle de ventilation de la mine souterraine liés aux gaz d'échappement et à la manipulation de matériaux en préproduction

A-1-12 Taux d'émission de la source ponctuelle de ventilation de la mine souterraine liés aux sautages en préproduction

A-1-13 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation de l'érosion éolienne

A-2 Caractéristiques des sources Site du CMH5 Scénario d'exploitation

A-2-1 Caractéristiques physiques des sources ponctuelles de l'usine de traitement de minerai

A-2-2 Taux d'émission des sources ponctuelles évaluée par l'ingénierie

A-2-3 Taux d'émission des sources ponctuelles liées à la combustion de gaz naturel

A-2-4 Taux d'émission des sources ponctuelles de dépoussiérage évaluée par des concentrations

A-2-5 Coordonnées et élévation des volumes sources de routage

A-2-6 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation des gaz d'échappement des équipements localisés

A-2-7 Caractéristiques physiques de la source ponctuelle de ventilation de la mine souterraine en production

A-2-8 Taux d'émission moyen des gaz d'échappement des équipements miniers souterrains considérés à la source de ventilation de la mine souterraine en production

A-2-9 Taux d'émission pour chaque type d'émission estimés pour la ventilation de la mine souterraine en production

A-2-10 Taux d'émission de la source ponctuelle de ventilation de la mine souterraine liés aux gaz d'échappement et à la manipulation de matériaux en production

A-2-11 Taux d'émission de la source ponctuelle de ventilation de la mine souterraine liés aux sautages en production

A-2-12 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation de l'érosion éolienne – Variante A et B

A-3 Caractéristiques des sources Site des IGRM Scénario de construction

A-3-1 Coordonnées et élévation des volumes sources de routage

A-3-2 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation des opérations de chargement et déchargement

A-3-3 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation du boutage

A-3-4 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation des sautages

A-3-5 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation du forage

A-3-6 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation de la station de concassage

A-3-7 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation des gaz d'échappement des équipements localisés

A-3-8 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation de l'érosion éolienne

A-4 Caractéristiques des sources Site des IGRM Scénario d'érosion éolienne

A-4-1 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation de l'érosion éolienne

A-5 Résultats

A-5-1 Résultats de la modélisation : scénario de construction – domaine d'application – secteur nord du CMH5

A-5-2 Résultats de la modélisation : scénario de construction – récepteurs sensibles – secteur nord du CMH5

A-5-3 Résultats de la modélisation : scénario de construction – domaine d'application – secteur sud du CMH5

A-5-4 Résultats de la modélisation : scénario de construction – récepteurs sensibles – secteur sud du CMH5

A-5-5 Résultats de la modélisation : scénario d'exploitation – domaine d'application – secteur nord du CMH5

A-5-6 Résultats de la modélisation : scénario d'exploitation – récepteurs sensibles – secteur nord du CMH5

A-5-7 Résultats de la modélisation : scénario d'exploitation – domaine d'application – secteur sud du CMH5

A-5-8 Résultats de la modélisation : scénario d'exploitation – récepteurs sensibles – secteur sud du CMH5

A-5-9 Résultats de la modélisation : scénario de construction – domaine d'application – site des IGRM

A-5-10 Résultats de la modélisation : scénario de construction – récepteurs sensibles – site des IGRM

A-5-11 Résultats de la modélisation : scénario d'érosion éolienne – domaine d'application – site des IGRM

A-5-12 Résultats de la modélisation : scénario d'érosion éolienne – récepteurs sensibles – site des IGRM

B CARTES

B-1 Cartes générales

B-1-1 Localisation du projet

B-1-2 Domaine de modélisation et limite d'application – Site du CMH5

B-1-3 Domaine de modélisation et limite d'application – Site des IGRM

B-1-4 Catégories d'utilisation du sol dans un rayon d'un kilomètre autour de la station météorologique Rouyn

B-1-5 Grille de récepteurs – Site du CMH5

B-1-6 Récepteurs sensibles – Site du CMH5

B-1-7 Grille de récepteurs – Site des IGRM

B-1-8 Récepteurs sensibles – Site des IGRM

B-2 Site du CMH5 – Scénario de construction

B-2-1 Sources d'émissions utilisées pour la modélisation de la dispersion atmosphérique – Scénario de construction

B-2-2 Concentrations maximales modélisées – Particules totales (PMT) – 24 heures – Scénario de construction

B-2-3 Concentrations maximales modélisées – Particules fines ($PM_{2,5}$) – 24 heures – Scénario de construction

B-2-4 Concentrations maximales modélisées – Dioxyde d'azote (NO_2) – 1 heure – Scénario de construction

B-2-5 Concentrations maximales modélisées – Dioxyde d'azote (NO_2) – 24 heures – Scénario de construction

B-3 Site du CMH5 – Scénario d'exploitation

B-3-1 Sources d'émissions utilisées pour la modélisation de la dispersion atmosphérique – Scénario d'exploitation

B-3-2 Concentrations maximales modélisées - Particules totales (PMT) - 24 heures - Scénario d'exploitation variante A

B-3-3 Concentrations maximales modélisées - Particules totales (PMT) - 24 heures - Scénario d'exploitation variante B

B-3-4 Concentrations maximales modélisées - Particules totales (PMT) - 24 heures - Scénario d'exploitation variante C

B-3-5 Concentrations maximales modélisées - Particules fines ($PM_{2,5}$) - 24 heures - Scénario d'exploitation variante A

B-3-6 Concentrations maximales modélisées - Particules fines ($PM_{2,5}$) - 24 heures - Scénario d'exploitation variante B

B-3-7 Concentrations maximales modélisées - Particules fines ($PM_{2,5}$) - 24 heures - Scénario d'exploitation variante C

B-3-8 Concentrations maximales modélisées - Dioxyde d'azote (NO_2) - 1 heure - Scénario d'exploitation variante A

B-3-9 Concentrations maximales modélisées - Dioxyde d'azote (NO_2) - 1 heure - Scénario d'exploitation variantes B et C

B-3-10 Concentrations maximales modélisées - Dioxyde d'azote (NO_2) - 24 heures - Scénario d'exploitation variante A

B-3-11 Concentrations maximales modélisées - Dioxyde d'azote (NO_2) - 24 heures - Scénario d'exploitation variantes B et C

B-3-12 Concentrations maximales modélisées - Arsenic (As) - 1 an - Scénario d'exploitation variante A

B-3-13 Concentrations maximales modélisées - Arsenic (As) - 1 an - Scénario d'exploitation variante B

B-3-14 Concentrations maximales modélisées - Arsenic (As) - 1 an - Scénario d'exploitation variante C

B-3-15 Concentrations maximales modélisées - Baryum (Ba) - 1 an - Scénario d'exploitation variante A

B-3-16 Concentrations maximales modélisées - Baryum (Ba) - 1 an - Scénario d'exploitation variante B

B-3-17 Concentrations maximales modélisées - Baryum (Ba) - 1 an - Scénario d'exploitation variante C

B-3-18 Concentrations maximales modélisées - Cuivre (Cu) - 24 heures - Scénario d'exploitation variante A

B-3-19 Concentrations maximales modélisées - Cuivre (Cu) - 24 heures - Scénario d'exploitation variante B

B-3-20 Concentrations maximales modélisées - Cuivre (Cu) - 24 heures - Scénario d'exploitation variante C

B-3-21 Concentrations maximales modélisées - Nickel (Ni) - 24 heures - Scénario d'exploitation variante A

B-3-22 Concentrations maximales modélisées - Nickel (Ni) - 24 heures - Scénario d'exploitation variante B

B-3-23 Concentrations maximales modélisées - Nickel (Ni) - 24 heures - Scénario d'exploitation variante C

B-3-24 Concentrations maximales modélisées - Plomb (Pb) - 1 an - Scénario d'exploitation variante A

B-3-25 Concentrations maximales modélisées - Plomb (Pb) - 1 an - Scénario d'exploitation variante B

B-3-26 Concentrations maximales modélisées - Plomb (Pb) - 1 an - Scénario d'exploitation variante C

B-3-27 Concentrations maximales modélisées - Silice cristalline (SiO_2) - 1 heure - Scénario d'exploitation variante A

B-3-28 Concentrations maximales modélisées - Silice cristalline (SiO_2) - 1 heure - Scénario d'exploitation variante B

B-3-29 Concentrations maximales modélisées - Silice cristalline (SiO_2) - 1 heure - Scénario d'exploitation variante C

B-3-30 Concentrations maximales modélisées - Silice cristalline (SiO_2) - 1 an - Scénario d'exploitation variante A

B-3-31 Concentrations maximales modélisées - Silice cristalline (SiO_2) - 1 an - Scénario d'exploitation variante B

B-3-32 Concentrations maximales modélisées - Silice cristalline (SiO_2) - 1 an - Scénario d'exploitation variante C

B-4 Site des IGRM – Scénario de construction

B-4-1 Sources d'émissions utilisées pour la modélisation de la dispersion atmosphérique – Scénario de construction

B-4-2 Concentrations maximales modélisées – Particules totales (PMT) – 24 heures – Scénario de construction – Concentration initiale projets nordiques

B-4-3 Concentrations maximales modélisées – Particules totales (PMT) – 24 heures – Scénario de construction – Concentration initiale station Falco Saguenay

B-4-4 Concentrations maximales modélisées – Particules fines ($PM_{2,5}$) – 24 heures – Scénario de construction – Concentration initiale projets nordiques

B-4-5 Concentrations maximales modélisées – Particules fines ($PM_{2,5}$) – 24 heures – Scénario de construction – Concentration initiale station Falco Saguenay

B-4-6 Concentrations maximales modélisées – Dioxyde d'azote (NO_2) – 1 heure – Scénario de construction – Concentration initiale projets nordiques

B-5 Site des IGRM – Scénario d'érosion éolienne

B-5-1 Sources d'émissions utilisées pour la modélisation de la dispersion atmosphérique – Scénario d'érosion éolienne

B-5-2 Concentrations maximales modélisées - Particules totales (PMT) - 24 heures - Scénario d'érosion éolienne – Concentration initiale projets nordiques

B-5-3 Concentrations maximales modélisées - Particules totales (PMT) - 24 heures - Scénario d'érosion éolienne – Concentration initiale station Falco Saguenay

B-5-4 Concentrations maximales modélisées - Particules fines ($PM_{2,5}$) - 24 heures - Scénario d'érosion éolienne – Concentration initiale projets nordiques

B-5-5 Concentrations maximales modélisées - Particules fines ($PM_{2,5}$) - 24 heures - Scénario d'érosion éolienne – Concentration initiale station Falco Saguenay

B-5-6 Concentrations maximales modélisées - Silice cristalline (SiO_2) - 1 heure – Scénario d'érosion éolienne – Concentration initiale NCQAA v6

B-5-7 Concentrations maximales modélisées au percentile 99.9- Silice cristalline (SiO_2) - 1 heure - Scénario d'érosion éolienne – Concentration initiale NCQAA v6

B-5-8 Concentrations maximales modélisées au percentile 99- Silice cristalline (SiO_2) - 1 heure - Scénario d'érosion éolienne – Concentration initiale NCQAA v6

B-5-9 Concentrations maximales modélisées - Silice cristalline (SiO_2) - 1 an - Scénario d'érosion éolienne – Concentration initiale NCQAA v6

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE

Ressources Falco Ltée (ci-après nommée « Falco ») projette de développer une mine souterraine afin d'exploiter le gisement aurifère polymétallique Horne 5.

Le site de la mine, qui accueillera également en surface la majorité des infrastructures minières, est appelé le complexe minier Horne 5 (CMH5) et est situé dans le parc industriel Noranda-Nord à Rouyn-Noranda, dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue. En surface, le complexe inclura notamment une usine de traitement du minerai ainsi qu'une usine de remblais en pâte. L'usine de remblais en pâte utilisera une partie des résidus miniers et permettra d'en disposer dans la mine souterraine. La partie restante des résidus sera pour sa part entreposée sous terre pendant les premières années de production, puis en surface au site des installations de gestion de résidus miniers (IGRM). Le site des IGRM est situé à environ 11 kilomètres au nord-ouest du CMH5.

1.2 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

En raison de la production de minerai prévue, le projet est assujetti à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement comme le prescrit l'article 31.1 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE; RLRQ, c. Q-2) et son *Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement* (RLRQ, c. Q-2, r. 23; art. 2, alinéa p)). La présente étude sectorielle sur la modélisation de la dispersion atmosphérique est donc déposée en tant qu'étude complémentaire révision 2 évaluant l'impact sur la qualité de l'air des émissions provenant des opérations futures au CMH5 ainsi qu'au site des IGRM, et ce, sur la base des normes du *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA).

La démarche de modélisation préconisée dans la présente étude s'appuie sur la méthodologie proposée par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC)[1] dans le *Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique* (MDDEP, 2005) et dans le *Guide d'instruction – Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques – Projets miniers* (MDDELCC, 2017a). L'étude prend en compte les données fournies et des informations obtenues auprès des responsables de la planification des opérations et de la conception des installations.

Le présent rapport constitue une révision, dénommé Révision 2, de l'*Étude sectorielle sur la modélisation de la dispersion atmosphérique – Révision 1* (WSP, 2018) [ci-après Révision 1], présentée dans le cadre des réponses à la première série de questions du 1er mai 2018 du MELCC. Depuis le dépôt de la Révision 1, Falco a proposé un plan de mesures d'atténuation des émissions à l'atmosphère du projet Horne 5 afin de réduire de façon importante les émissions liées à l'exploitation. L'objectif principal de la Révision 2 est donc de modéliser la dispersion atmosphérique des émissions suite à la mise en place de ce plan et de démontrer l'efficacité de celui-ci. En particulier pour les métaux au site du CMH5, l'objectif est de démontrer que les émissions à l'atmosphère du projet sont négligeables. La présente étude prend donc en compte les modifications apportées à l'aménagement du site du CMH5 et les mesures d'atténuation additionnelles proposées par Falco. Les principales modifications apportées dans la présente étude sont discutées à la sous-section suivante.

L'étude propose la caractérisation des situations maximisant l'impact sur la qualité de l'air pour chacun des sites du projet et pour chacune des phases du projet. Deux scénarios ont été retenus pour chacun des sites, soit, pour le site du CMH5, la période de construction et d'exploitation et, pour le site des IGRM, la période de construction et l'érosion éolienne des résidus en exploitation. Ces scénarios sont ensuite modélisés sur un ensemble de données météorologiques de cinq années afin d'estimer l'impact du projet sur la qualité de l'air lors des conditions de dispersion les plus défavorables. Les résultats du

[1] Les dénominations ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP), ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) et ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) sont également utilisées dans le présent rapport bien que ce ministère ait été renommé ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) depuis octobre 2018, et ce, afin d'éviter la confusion dans les références.

présent rapport correspondent donc à des situations modélisées selon les données des années météorologiques passées, à partir de taux d'émission estimés pour les opérations prévues et les informations techniques actuellement disponibles.

Les sections suivantes décrivent la procédure suivie pour modéliser les concentrations des composés particulaires et gazeux dans l'air ambiant. Les niveaux ambiants retenus ainsi que les normes et critères de qualité de l'atmosphère considérés pour évaluer la conformité des concentrations modélisées à la réglementation québécoise sont aussi exposés. Enfin, les résultats détaillés sont présentés et interprétés en fonction des hypothèses retenues pour la modélisation. Il convient finalement de spécifier que toutes les cartes techniques de la modélisation mentionnées dans ce rapport sont regroupées à l'annexe B.

1.3 DESCRIPTION DE LA RÉVISION 2

L'objectif principal de la Révision 2 est de prendre en compte des modifications apportées à l'aménagement du site du CMH5 et des mesures d'atténuation additionnelles proposées par Falco en plus de démontrer que les émissions de métaux à l'atmosphère du projet Horne 5 sont négligeables.

Les modifications apportées à l'aménagement du site du CMH5 entraînent des changements au niveau de la position des sources, et ce, autant au niveau du scénario de construction que de celui d'exploitation. En ce qui concerne spécifiquement le scénario de construction, cette modification entraîne également une diminution de la quantité de matériaux d'excavation et de remblai requis pour la construction.

Les paramètres de certaines sources du scénario d'exploitation ont également été révisés, dont la localisation des chargements de concentré de cuivre et de zinc, les caractéristiques des sorties de ventilation de la mine et les analyses géochimiques des différents matériaux. Par exemple, l'aire de chargement des concentrés est maintenant intégrée directement à l'usine et l'aménagement est conçu de façon à ce que ce procédé soit entièrement contenu à l'intérieur du bâtiment. Ces chargements ne constituent donc plus des sources d'émissions à l'atmosphère.

Les mesures d'atténuation supplémentaires proposées par Falco entraînent des changements au niveau de la ventilation et s'appliquent au scénario du CMH5 en exploitation. Ces mesures d'atténuation additionnelles (mesures d'atténuation sur la ventilation) sont le remplacement de certains équipements mobiles souterrain par des équipements à faible émission et l'ajout d'un système d'épuration de la ventilation de la mine souterraine (« le Système d'Épuration ») dont l'efficacité d'atténuation est estimée à 98,64 % pour les métaux. Cette dernière mesure permet donc de limiter considérablement les émissions de métaux découlant de l'exploitation de la mine. Ces mesures sont introduites dans la modélisation en étapes, par analyse de variantes du scénario de modélisation afin de bien mettre en évidence leur efficacité. L'analyse des résultats est ensuite effectuée en deux volets, soit par une représentation des courbes d'isoconcentration à 1% et 0,1% des valeurs limites et par l'analyse du bilan des émissions indirectes du projet en tenant compte de la captation des métaux de l'air ambiant par le Système d'Épuration. Cette analyse permet de conclure que les émissions de métaux sont négligeables et que, pour les métaux d'intérêt, le projet contribuerait à une diminution de ces contaminants dans l'air ambiant de la région étudiée. Enfin, les résultats de la Révision 2 sont comparés à ceux de la Révision 1 et une réduction importante des concentrations modélisées est observée.

Finalement, l'analyse des résultats de modélisation pour le site du CMH5 a été effectuée par secteur, en accord avec les commentaires du MELCC formulés dans le cadre de la série de questions sur l'étude d'impact. Des concentrations initiales spécifiques à chaque secteur ont donc été utilisées.

En ce qui a trait au site des IGRM, aucune modification n'a été apportée à la méthode de modélisation et aux sources d'émissions. Les résultats de la Révision 1 sont par conséquent repris intégralement, à l'exception des résultats pour un des critères de la silice cristalline. En effet, dans la version décembre 2018 des normes et critères du MELCC, le critère de la silice cristalline sur une période 1 heure a été révisé. Cette révision a été donc prise en considération, et ce, autant au site du CMH5 qu'au site des IGRM.

1.4 ZONE D'ÉTUDE

Le CMH5 se situe au nord de la ville de Rouyn-Noranda, à la latitude 48°15'32" Nord et à la longitude 79° 0'22" Ouest. Le site des IGRM se situe pour sa part à une douzaine de kilomètres au nord de la ville de Rouyn-Noranda, à la latitude 48°21'26" Nord et à la longitude 79° 3'32" Ouest.

Dans le cadre de la présente étude, la modélisation est effectuée dans la projection Transverse Universelle de Mercator (UTM), avec le Datum de référence NAD83. Dans la projection UTM, les deux sites à l'étude se situent dans la zone 17N. Le CMH5 a pour coordonnées X = 648 000 m et Y = 5 347 000 m et le site des IGRM a pour coordonnées X = 643 800 m et Y = 5 357 800 m.

À moins d'avis contraire**,** toutes les coordonnées fournies dans le présent rapport sont données dans le système de projection UTM, zone 17N**.**

La localisation des deux sites est présentée à la carte B-1-1.

2 CADRE RÉGLEMENTAIRE

2.1 NORMES ET CRITÈRES DE QUALITÉ DE L'ATMOSPHÈRE

Au Québec, les normes et critères de qualité de l'atmosphère ont été établis par le MELCC afin de faciliter l'évaluation de la qualité de l'air ambiant. Ils peuvent être utilisés pour analyser les résultats de mesures effectuées dans le cadre de différents programmes de suivi, pour établir l'indice de la qualité de l'air ou pour juger les résultats des études de modélisation de la dispersion atmosphérique réalisées dans le cadre des demandes d'autorisation et des études d'impact sur l'environnement.

L'application de normes de qualité de l'atmosphère est encadrée par le Titre IV du RAA (chapitre Q-2, r. 4.1). Pour les substances ne faisant pas l'objet d'une norme dans le RAA, des critères de qualité de l'atmosphère sont aussi déterminés et sont appliqués en vertu de l'article 20 de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE).

La détermination d'une norme ou d'un critère de qualité de l'atmosphère exige des étapes d'évaluation et de gestion des risques qui doivent être encadrées par un ensemble de principes et de lignes directrices. En effet, il est nécessaire de maintenir une certaine cohérence dans le traitement de la multitude d'effets potentiels des contaminants sur la santé et l'environnement, dans l'application administrative des exigences requises pour le respect des normes et des critères de qualité de l'atmosphère et dans la gestion des risques auxquels seront exposés la population et l'environnement.

Les normes et critères de qualité de l'atmosphère sont définis dans le document *Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère* (MELCC, 2018, version 6) et décrits dans le document *Normes et critères de qualité de l'atmosphère du Québec : Cadre de détermination et d'application* (MDDELCC, 2017b). Deux types de critères y sont définis par le MELCC :

1. Le **critère de qualité de l'atmosphère** est le résultat de l'évaluation scientifique des risques et représente la concentration limite dans l'air ambiant établie en considérant seulement les arguments scientifiques et méthodologiques. Le critère de qualité de l'atmosphère est établi à un niveau de risque négligeable. Il est placé volontairement à un niveau inférieur à plusieurs risques rencontrés dans la vie courante. L'intention est de fixer des critères qui assurent une protection de la santé des populations et du milieu et qui favorisent la mise en place des meilleures technologies de production et d'épuration des émissions atmosphériques.
   Des concentrations sans effet peuvent être déterminées pour quatre grands types d'effets : les effets par exposition directe (p. ex., inhalation), les effets par exposition indirecte (p. ex., ingestion des contaminants), les nuisances (p. ex., odeurs) et les effets écotoxicologiques. Pour chaque contaminant, les critères de qualité de l'atmosphère sont établis à partir des concentrations sans effet les plus contraignantes parmi celles ayant été déterminées en fonction de l'information disponible. Ceci permet d'assurer la protection de tous les usages d'un milieu qui sont couverts par chacune des quatre concentrations sans effet.
   Enfin, le critère de qualité de l'atmosphère sert notamment à baliser la notion de susceptibilité de causer un effet qui est prévue à l'article 20 de la LQE.
2. Le **critère provisoire de gestion** est une valeur qui prend en compte d'autres éléments que les effets, tels que les coûts et les bénéfices en santé publique et en environnement ou la faisabilité technologique. Les critères provisoires de gestion de qualité de l'atmosphère peuvent donc être établis à des valeurs correspondant à un risque supérieur à celui dit négligeable. Un risque peut être considéré comme acceptable même s'il est supérieur au niveau de risque négligeable à la condition qu'il ne dépasse pas les niveaux de risques, environnementaux ou autres, auxquels une personne est normalement exposée dans la vie courante. Ces risques supplémentaires doivent aussi être contrebalancés par des bénéfices sociaux et de santé publique en matière d'emploi, d'élévation du niveau de vie ou autre. Enfin, ces risques considérés comme acceptables doivent être acceptés par une grande majorité de la population.

Finalement, lorsqu'un critère ou un critère provisoire de gestion est intégré dans le RAA, il devient une **norme de qualité de l'atmosphère** (norme). Les normes sont normalement basées sur les critères de qualité de l'atmosphère, mais, dans certains cas, elles peuvent être basées sur des critères de gestion en raison de difficultés d'application.

Ces définitions sont résumées au tableau 2 du document *Normes et critères de qualité de l'atmosphère du Québec : Cadre de détermination et d'application*, qui est repris ci-contre au tableau 1.

Tableau 1 : Valeurs de référence – Cadre de détermination et d'application des normes et critères

Critère de qualité de l'atmosphère	Critère provisoire de gestion	Norme de qualité de l'atmosphère
Seuil de référence correspondant à la valeur la plus contraignante parmi les quatre concentrations sans effet.	Seuil de référence déterminé à partir de la concentration sans effet la plus contraignante et de considérations scientifiques, techniques ou socioéconomiques.	Critère de qualité de l'atmosphère ou critère provisoire de gestion ayant été intégré au Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère.
Niveau de risque : négligeable	Niveau de risque : acceptable	Niveau de risque : négligeable ou acceptable

Dans ce contexte, le respect des normes et critères permet d'assurer un environnement sécuritaire pour la santé humaine et pour l'environnement. Par conséquent, les effets appréhendés des composés particulaires et gazeux sur la santé humaine et sur l'environnement peuvent être considérés comme négligeables ou acceptables lorsque les normes et critères sont respectés.

2.2 SUBSTANCES MODÉLISÉES

Les substances considérées dans cette étude sont les substances émises identifiées à la section 3.2 et pour lesquelles une norme ou un critère est défini dans le document *Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère* du MELCC.

La présente étude concerne donc les **matières particulaires (PMT et $PM_{2,5}$)**, le **monoxyde de carbone (CO)**, le **dioxyde d'azote (NO_2)**, le **dioxyde de soufre (SO_2)** ainsi que 19 **métaux et métalloïdes**. Parmi ces métaux, 14 possèdent une norme de qualité de l'atmosphère définie dans le RAA. Il s'agit de l'antimoine (Sb), l'argent (Ag), l'arsenic (As), le baryum (Ba), le béryllium (Be), le cadmium (Cd), le chrome (Cr(III)), le cuivre (Cu), le mercure (Hg), le nickel (Ni), le plomb (Pb), le thallium (Tl), le vanadium (V) et le zinc (Z). Enfin, des critères ont été établis par le MELCC pour le cobalt (Co), le manganèse (Mn), le sélénium (Se), la silice cristalline[2] (SiO_2) et le titane (Ti). Les normes et critères des métaux sont définis sur les PMT, à l'exception du manganèse, du nickel, de la silice cristalline 1 heure et du titane qui sont définis sur les PM_{10} et de la silice cristalline annuelle qui est définie sur les PM_4.

L'ensemble des normes et critères considérés sont présentés au tableau 3.

2.3 LIMITE ET DOMAINE D'APPLICATION

Afin de vérifier la conformité des opérations vis-à-vis des normes et critères de qualité de l'atmosphère, une limite géographique à partir de laquelle ces valeurs limites s'appliquent doit être définie. Cette limite est appelée « **limite d'application des normes et critères** » (limite d'application) et est définie par la limite de propriété ou de la zone industrielle projetée lorsqu'une telle limite existe. Dans le cas où le projet se trouve en totalité ou en partie sur des terres publiques, le MELCC définit les exigences d'évaluation dans le guide d'instruction pour une modélisation d'un projet minier (MDDELCC, 2017a). La section 4.3 stipule que les normes et critères soient évalués à partir d'une distance de 300 m des différentes installations. Le promoteur est ensuite tenu de respecter par modélisation les normes et critères aux récepteurs sensibles tandis que la limite d'application à 300 m est plutôt utilisée comme guide afin de s'assurer que les mesures d'atténuation courantes sont appliquées.

Dans le cas du CMH5, les installations sont situées sur des terres privées, à l'intérieur d'une zone industrielle. Par conséquent, la limite d'application coïncide avec la limite du zonage industriel. Pour le site des IGRM, les installations sont situées entièrement sur des terres publiques et, en conséquence, une limite à 300 m des installations est utilisée. La limite d'application est présentée à la carte B-1-2 pour le site du CMH5 et à la carte B-1-3 pour le site des IGRM.

La vérification du respect des valeurs limites se fait à cette limite d'application et au-delà. Les concentrations des contaminants modélisées dans l'air ambiant à l'intérieur de cette limite ne sont donc pas prises en compte lors de la vérification du respect des normes et critères de la qualité de l'air. En résumé, seuls les résultats de modélisations dans le

[2] Dans la présente étude, la silice cristalline est regroupée dans les métaux. Or, même si le silicium est souvent mentionné comme un métal, il possède autant les caractéristiques d'un métal que d'un non-métal.

« **domaine d'application des normes et critères** » (domaine d'application), constitué de la limite d'application et de la zone au-delà de celle-ci, seront comparés aux normes et critères de qualité de l'atmosphère en vigueur.

2.4 NIVEAUX AMBIANTS

Le niveau ambiant (ou concentration initiale) représente la concentration préexistante d'un contaminant dans l'air ambiant. Or, conformément au guide de modélisation du MELCC (MDDEP, 2005), les concentrations obtenues par modélisation doivent être additionnées à des niveaux ambiants représentatifs de la région étudiée. Afin de vérifier le respect des normes et critères, la somme de la concentration initiale et des concentrations modélisées doit ainsi être inférieure à la norme ou au critère pour chacune des substances.

Pour déterminer les niveaux ambiants des contaminants, différentes approches peuvent être envisagées. Les concentrations initiales peuvent être déterminées à partir :

- de mesures effectuées sur le site dans le but d'obtenir des valeurs réelles;
- de mesures effectuées par les stations du Réseau de surveillance de la qualité de l'air du MELCC. Ce bruit de fond, représentatif de la région, est fourni par le MELCC;
- de concentrations initiales génériques définies par le MELCC.

Dans le cadre du présent projet, les concentrations initiales utilisées proviennent d'un **suivi de la qualité de l'air effectué par Falco**, du **suivi de la qualité de l'air effectué par le MELCC** et de **concentrations initiales génériques définies par le MELCC**. La description de chacune de ces catégories est donnée dans les sections suivantes.

2.4.1 SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'AIR

La localisation des différentes stations de suivi de qualité de l'air est illustrée aux cartes B-1-2 et B-1-3 respectivement pour les deux sites tandis que les paramètres échantillonnés, les périodes d'échantillonnage et le nombre d'échantillons considérés sont présentés par station au tableau 2.

La méthode utilisée pour déterminer les concentrations initiales à partir des résultats du suivi de la qualité de l'air est basée sur la procédure recommandée par le MELCC et est décrite ci-dessous :

- Pour les substances possédant une norme ou un critère sur une période de 1 heure : à partir des moyennes horaires, la concentration initiale est déterminée par le 99e centile annuel moyenné sur 3 ans;
- Pour les substances possédant une norme ou un critère sur une période de 24 heures : à partir des moyennes quotidiennes, la concentration initiale est déterminée par le 98e centile annuel moyenné sur 3 ans;
- Pour les substances possédant une norme ou un critère sur une période annuelle, la concentration initiale est déterminée par la moyenne des 3 ans.

De plus, puisque le portrait de la qualité de l'air présente des variations dans les domaines de modélisation, des concentrations initiales ont été établies pour chacune des stations de suivi individuellement. Une description détaillée de chacun des suivis de la qualité de l'air effectués est donnée ci-dessous.

Campagne d'échantillonnage - WSP

Dans le cadre de l'étude d'impact du projet Horne 5, Falco a fait appel à WSP afin d'établir un portrait de la qualité de l'air ambiant dans les deux milieux récepteurs. Pour la réalisation de ce mandat, WSP a déployé cinq stations d'échantillonnage afin de mesurer les concentrations de PMT, de PM_{10} et de $PM_{2,5}$. De plus, des analyses ont été effectuées sur les PMT recueillies afin d'en évaluer la teneur en métaux.

Un ensemble de trois stations a été déployé à proximité du CMH5 :

- La station WSP, installée sur la toiture de l'édifice situé au 141, 7e Avenue, au sud du parc industriel.
- La station Golf, située dans le golf de Rouyn-Noranda, au nord du parc industriel.
- La station Sanitri a été ajoutée au cours de la campagne d'échantillonnage. Cette station a été localisée sur le toit des installations de Sanitri à Rouyn-Noranda située au 220, Avenue Marcel-Baril, à l'intérieur du parc industriel.

Tandis qu'un ensemble de deux autres stations a été déployé à proximité du site des IGRM :

- La station Jason, installée au 5747, chemin Jason, Rouyn-Noranda.
- La station Saguenay, située au 4908, rue Saguenay, Rouyn-Noranda.

Puisque la durée du suivi effectué est inférieure à 3 ans, la méthode utilisée pour déterminer les concentrations initiales a été ajustée par le calcul des centiles sur l'ensemble des données disponibles.

De plus, il est pertinent de souligner que les normes et critères définis pour le manganèse, le nickel et le titane sont définis dans les PM_{10}. Puisque l'ensemble des analyses de métaux ont été effectuées sur les PMT, le ratio moyen PM_{10} / PMT a également été pris en compte afin d'évaluer les concentrations initiales pour ces différents métaux.

Réseau de surveillance de la qualité de l'air du MELCC

Le MELCC opère également depuis plusieurs années des stations de suivi de qualité de l'air à proximité du CMH5, à Rouyn-Noranda. En particulier, les stations suivantes sont en opération :

- La station 08006 est installée près du 250, 6e rue, Rouyn-Noranda, à l'intérieur de la limite du parc industriel.
- La station 08045 est installée près de l'école Notre-Dame-de-Protection, Rouyn-Noranda.
- La station 08049 est installée près du Centre Polymétier, Rouyn-Noranda.
- La station 08042 est installée au parc Paradis-Tremblay, Rouyn-Noranda.
- La station 08044 est installée près du 26 Monseigneur Rhéaume-Est, Rouyn-Noranda.

Un suivi des particules totales et de certains métaux est effectué aux stations 08006, 08045 et 08049. Un suivi des particules fines, du SO_2 et de l'ozone est effectué à la station 08042. Tandis qu'un suivi du SO_2 est effectué à la station 08044. Pour les besoins de la modélisation, uniquement les stations présentant un suivi des particules (totales et fines) et certains métaux ont été retenues. Les métaux retenus sont ceux qui possèdent une norme, soit l'antimoine, l'arsenic, le béryllium, le cadmium, le cuivre, le plomb et le zinc. Les données des années 2015 à 2017 ont été utilisées, soit les mêmes données que celles utilisées lors de la Révision 1.

Tableau 2 : Description des paramètres et périodes d'échantillonnage

Site	Station	Paramètre échantillonné	Période d'échantillonnage	Nombre d'échantillons valides
CMH5	WSP	PMT	30 mai 2016 – 14 novembre 2016	25
		PM_{10}	29 juillet 2016 – 21 septembre 2016	10
		$PM_{2,5}$	30 mai 2016 – 27 octobre 2016	26
		Métaux	30 mai 2016 – 14 novembre 2016	30
	Golf	PMT	30 mai 2016 – 14 novembre 2016	25
		PM_{10}	29 juillet 2016 – 27 septembre 2016	9
		$PM_{2,5}$	30 mai 2016 – 27 octobre 2016	24
		Métaux	30 mai 2016 – 14 novembre 2016	29
	Sanitri	PMT	23 juillet 2016 – 14 novembre 2016	20
		$PM_{2,5}$	23 juillet 2016 – 27 octobre 2016	17
		Métaux	23 juillet 2016 – 14 novembre 2016	19
	08006	PMT et Métaux	2015 – 2017	264
	08045	PMT et Métaux	2015 – 2017	305
	08049	PMT et Métaux	2015 – 2017	286
	08042	$PM_{2,5}$	2015 – 2017	25184 (1h) 1043 (24h)
IGRM	Jason	PMT	31 mai 2017 – 28 septembre 2017	21
		PM_{10}	24 juin 2017 – 28 septembre 2017	17
		$PM_{2,5}$	6 juin 2017 – 28 septembre 2017	20
		Métaux	31 mai 2017 – 28 septembre 2017	21
	Saguenay	PMT	31 mai 2017 – 28 septembre 2017	20
		PM_{10}	24 juin 2017 – 28 septembre 2017	15
		$PM_{2,5}$	31 mai 2017 – 28 septembre 2017	20
		Métaux	31 mai 2017 – 28 septembre 2017	20

2.4.2 CONCENTRATIONS INITIALES GÉNÉRIQUES DÉFINIES PAR LE MELCC

Puisque le nombre d'échantillons disponible de la campagne d'échantillonnage effectué par WSP est relativement faible (environ 70 pour le site du CMH5 et environ 40 pour le site des IGRM), des concentrations initiales génériques prescrites par le MELCC ont également été considérées. Par ailleurs, ces concentrations initiales génériques ont aussi été utilisées pour les substances non échantillonnées par WSP et le MELCC.

Pour le site du CMH5, situé à l'intérieur d'un parc industriel et à proximité d'un milieu urbain, les concentrations initiales prescrites dans le document *Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère* version 6 (NCQQA v6) du MELCC ont été considérées.

Pour le site des IGRM, situé à l'écart de sources importantes dues à l'activité humaine, les concentrations initiales prescrites pour les projets nordiques (PN) dans le document *Guide d'instructions - Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques - Projets miniers* (MDDELCC, 2017a) ont été considérées. Pour certains critères, les concentrations initiales pour les PN ne sont pas définies, dans ces cas particuliers les concentrations initiales des NCQQA v6 ont été considérées.

Finalement, comme le MELCC considère que les concentrations initiales de NO_2 provenant du RAA surestiment les concentrations réelles susceptibles d'être rencontrées au site du CMH5, des concentrations initiales ont été fournies par le MELCC pour le NO_2.

2.4.3 CONCENTRATIONS INITIALES RETENUES

SITE DU CMH5

Les différentes concentrations initiales établies pour le site du CMH5 sont présentées au tableau 3. Pour ce site, certaines de ces valeurs sont supérieures au seuil des normes et critères correspondants, ces valeurs sont indiquées en soulignés dans le tableau.

Pour ce site, le portrait des différentes stations de suivi de la qualité de l'air présente de grandes variations dans le domaine d'application. Pour cette raison, l'analyse des concentrations initiales et des résultats de modélisation a été établie selon les différents secteurs du domaine. Deux secteurs sont alors établis : le secteur nord du CMH5 et le secteur sud du CMH5. Ces secteurs sont illustrés sur la carte B-1-2 et la justification du choix de leurs concentrations initiales est présentée ci-dessous.

Secteur nord du CMH5

Pour le secteur nord du CMH5, aucune station du MELCC n'est présente. Les stations Sanitri et Golf sont les seules stations situées dans ce secteur.

La station Sanitri est située sur le futur site du CMH5 à l'intérieur du parc industriel, tandis que la station Golf est située nord-est du site à environ 300 m de la zone industrielle. Considérant que la station Sanitri est à l'intérieur du parc industriel, il est jugé que les concentrations qui y sont mesurées surestiment les concentrations à l'extérieur de la limite d'application. La station Golf est donc retenue comme la station la plus représentative du secteur nord du CMH5.

Par contre, ces stations présentent un nombre d'échantillons relativement faible, soit 20 et 25 échantillons de particules pour Sanitri et Golf respectivement. Par conséquent, l'utilisation du 98e centile pour les particules 24 heures représente en réalité une interpolation entre les deux plus grandes valeurs. Pour les particules totales, une mesure de 271 µg/m^3 a été effectuée le 10 août 2016 à la station du Golf. Cet échantillon correspond à plus du double de la seconde valeur mesurée à cette station. Une situation similaire survient à la station Sanitri où une mesure de 89 µg/m^3 de particules fines a été effectuée la même journée. En effet, cet échantillon est dix fois plus élevé que la seconde valeur mesurée à cette station. Ainsi, en considérant ces deux mesures, les concentrations initiales obtenues à ces deux stations dépassent les normes.

Il est également important de noter qu'outre les activités industrielles présentes dans ce secteur, des travaux civils (concassage, tamisage, forage, dynamitage, etc.) sur la voie de contournement de la route 117 ont été réalisés durant cette période, et ce, à une distance d'environ 300 m au nord de la station Golf. Ces travaux ont probablement influencé le portrait présenté par ces stations et il est vraisemblable que les valeurs maximales mesurées surestiment les concentrations initiales évaluées à ces stations. Les concentrations initiales de PMT de la station Golf et de $PM_{2,5}$ de la station Sanitri sont donc jugées non représentatives et non considérées dans l'analyse des résultats de la présente étude.

En somme, pour le secteur nord du CMH5, les concentrations initiales retenues correspondent aux concentrations initiales mesurées à la seule station représentative de ce secteur, soit la station Golf. Pour les PMT, la concentration initiale de la station Sanitri a par contre été considérée. Pour les substances qui ne sont pas disponibles, les concentrations initiales génériques définies par le MELCC sont considérées. Ces concentrations initiales sélectionnées pour l'analyse des résultats à la section 6 sont indiquées **en caractère gras** au tableau 4.

Pour l'arsenic, la concentration initiale sélectionnée pour ce secteur est supérieure à la valeur limite. Cette concentration a été mesurée à une seule station ponctuelle et ne représente pas l'ensemble du secteur. Par conservatisme, cette valeur a tout de même été appliquée à l'ensemble du secteur pour l'analyse des résultats.

Secteur sud du CMH5

Pour le secteur sud du CMH5, quatre stations du MELCC (08006, 08045, 08049 et 08042) et une station de l'échantillonnage de Falco (WSP) sont situées dans ce secteur.

En particulier, la station 08006 du MELCC, située en zone industrielle au sud du parc industriel, présente globalement les concentrations les plus élevées. Ceci s'explique par sa proximité par rapport aux activités industrielles. Par contre, ce portrait

de la qualité de l'air n'est pas représentatif de l'ensemble du secteur. En effet, le portrait des stations 08045, 08049 du MELCC et de la station WSP, situées à environ 300 à 600 m plus au sud, présente des concentrations considérablement réduites. D'ailleurs, ces trois stations présentent un portrait globalement similaire; avec la station la plus au sud (08049) présentant les concentrations les plus faibles des trois. Ces trois stations sont donc jugées plus représentatives du quartier au sud du parc industriel que la station 08006, bien qu'elles surestiment certainement les concentrations pour les secteurs plus éloignés du parc industriel.

La station 08042 du MELCC est, quant à elle, située au sud-est de la ville de Rouyn-Noranda. Elle est la seule station du MELCC qui mesure les $PM_{2,5}$ et elle offre un bon portrait global des $PM_{2,5}$. De plus, la concentration initiale calculée pour cette station correspond approximativement à celle tabulée dans les concentrations initiales génériques PN.

En somme, pour le secteur sud du CMH5, les concentrations initiales retenues correspondent aux concentrations maximales mesurées à une des trois stations représentatives de ce secteur, soit les stations 08045, 08049 du MELCC et de la station WSP. Pour les substances qui ne sont pas disponibles, les concentrations initiales génériques définies par le MELCC sont considérées. Ces concentrations initiales sélectionnées pour l'analyse des résultats à la section 6 sont indiquées **en caractère gras** au tableau 4.

Pour certaines substances, la concentration initiale sélectionnée pour ce secteur est supérieure à la valeur limite. Cette concentration a été mesurée à une seule station ponctuelle et ne représente pas l'ensemble du secteur. Par conservatisme, cette valeur a tout de même été appliquée à l'ensemble du secteur pour l'analyse des résultats.

SITE DES IGRM

Les concentrations initiales établies pour le site des IGRM sont présentées au tableau 5.

Pour ce site, aucune station du MELCC n'est disponible et les stations Jason et Saguenay sont donc les seules disponibles. Le portrait présenté par ces deux stations est similaire et est légèrement inférieur aux concentrations initiales génériques PN prescrites par le MELCC. Les concentrations initiales retenues pour l'analyse correspondent alors aux concentrations maximales entre les stations de mesure et les concentrations génériques PN. Pour les particules, autant les concentrations des stations que les concentrations génériques PN sont présentées aux fins de l'analyse des résultats. En somme, les valeurs sélectionnées pour l'analyse des résultats à la section 6 sont indiquées **en caractère gras** au tableau 5.

Tableau 3 : Concentrations initiales disponibles et seuils applicables pour les substances modélisées au site du CMH5

Substance	Acronyme / Formule	Période	Statistique	Seuil (µg/m³)	Type de seuil	Concentration initiale (µg/m³)								
						MELCC		Station du MELCC[3]				Échantillonnage Falco[4]		
						NCQQA v6[1]	MELCC[2]	08006	08045	08049	08042	WSP	Sanitri	Golf
Particules totales	PMT	24 heures	1er maximum	120	Norme	90	-	137,8	74,7	62,0	-	67,4	66,8	203,1
Particules fines	$PM_{2,5}$	24 heures	1er maximum	30	Norme	20	-	-	-	-	15,2	9,2	64,3	9,3
Carbone, monoxyde de	CO	1 heure	1er maximum	34000	Norme	2650	-	-	-	-	-	-	-	-
		8 heures	1er maximum	12700	Norme	1750	-	-	-	-	-	-	-	-
Azote, dioxyde d'	NO_2	1 heure	1er maximum	414	Norme	150	25	-	-	-	-	-	-	-
		24 heures	1er maximum	207	Norme	100	20	-	-	-	-	-	-	-
		1 an	1er maximum	103	Norme	30	15	-	-	-	-	-	-	-
Soufre, dioxyde de	SO_2	4 minutes	1er maximum	1310	Norme	150	-	-	-	-	-	-	-	-
		4 minutes	99.5e percentile	1050	Norme	150	-	-	-	-	-	-	-	-
		24 heures	1er maximum	288	Norme	50	-	-	-	-	-	-	-	-
		1 an	1er maximum	52	Norme	20	-	-	-	-	-	-	-	-
Antimoine	Sb	1 an	1er maximum	0,17	Norme	0,007	-	0,009	0,003	0,001	-	0,002	0,002	0,001
Argent	Ag	1 an	1er maximum	0,23	Norme	0,005	-	-	-	-	-	0,002	0,002	0,001
Arsenic	As	1 an	1er maximum	0,003	Norme	0,002	-	0,143	0,032	0,014	-	0,070	0,039	0,018
Baryum	Ba	1 an	1er maximum	0,05	Norme	0,025	-	-	-	-	-	0,060	0,054	0,019
Béryllium	Be	1 an	1er maximum	0,0004	Norme	0	-	0,0001	0,0001	0,0001	-	0,0002	0,0002	0,0002
Cadmium	Cd	1 an	1er maximum	0,0036	Norme	0,003	-	0,0104	0,0030	0,0012	-	0,0035	0,0018	0,0010
Chrome (trivalent)	Cr(III)	1 an	1er maximum	0,1	Norme	0,01	-	-	-	-	-	0,006	0,008	0,004
Cobalt	Co	1 an	1er maximum	0,1	Critère	0	-	-	-	-	-	0,0008	0,001	0,0007
Cuivre	Cu	24 heures	1er maximum	2,5	Norme	0,2	-	7,716	2,559	0,975	-	2,51	3,83	1,60
Manganèse	Mn	1 an	1er maximum	0,025	Critère	0,02	-	-	-	-	-	0,007	0,017	0,023
Mercure	Hg	1 an	1er maximum	0,005	Norme	0,002	-	-	-	-	-	-	-	-
Nickel	Ni	24 heures	1er maximum	0,014	Norme	0,002	-	-	-	-	-	0,018	0,024	0,011

Tableau 3 : Concentrations initiales disponibles et seuils applicables pour les substances modélisées au site du CMH5 (suite)

Substance	Acronyme / Formule	Période	Statistique	Seuil (µg/m³)	Type de seuil	Concentration initiale (µg/m³)								
						MELCC		Station du MELCC[3]				Échantillonnage Falco[4]		
						NCQQA v6[1]	MELCC[2]	08006	08045	08049	08042	WSP	Sanitri	Golf
Plomb	Pb	1 an	1er maximum	0,1	Norme	0,025	-	0,999	0,185	0,059	-	0,254	0,130	0,077
Sélénium	Se	1 heure	1er maximum	2	Critère	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-
Silice cristalline	SiO_2	1 heure	1er maximum	23	Critère	6	-	-	-	-	-	-	-	-
		1 an	1er maximum	0,07	Critère	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-
Thallium	Tl	1 an	1er maximum	0,25	Norme	0,05	-	-	-	-	-	0,002	0,003	0,002
Titane	Ti	24 heures	1er maximum	2,5	Critère	0	-	-	-	-	-	0,007	0,010	0,014
Vanadium	V	1 an	1er maximum	1	Norme	0,01	-	-	-	-	-	0,001	0,001	0,001
Zinc	Zn	24 heures	1er maximum	2,5	Norme	0,1	-	3,172	0,822	0,339	-	0,55	0,39	0,63

Note : Les valeurs soulignées représentent les concentrations initiales supérieures au seuil.
- : Non disponible.
1 : *Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère* version 6 du MELCC;
Pour les normes : équivalent à l'Annexe K, Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (Q-2, r 4.1).
2 : MELCC, Communication par courriel, 14 décembre 2017.
3 : Suivi de la qualité de l'air ambiant effectué par le MELCC à Rouyn-Noranda.
4 : Campagne d'échantillonnage de l'air ambiant effectuée par Falco au site du CMH5.

Tableau 4 : Concentrations initiales considérées pour chacun des secteurs (nord et sud) du site du CMH5

Substance	Acronyme / Formule	Période	Sélection des concentrations initiales			
			Secteur Nord		Secteur Sud	
			Concentration initiale (µg/m³)	Référence	Concentration initiale (µg/m³)	Référence
Particules totales	PMT	24 heures	**66,8**	Station Sanitri[4]	**74,7**	Station MELCC-08045[3]
Particules fines	$PM_{2,5}$	24 heures	**9,3**	Station Golf[4]	**9,2**	Station WSP[4]
Carbone, monoxyde de	CO	1 heure	**2650**	NCQQA v6[1]	**2650**	NCQQA v6[1]
		8 heures	**1750**	NCQQA v6[1]	**1750**	NCQQA v6[1]
Azote, dioxyde d'	NO_2	1 heure	**25**	MELCC[2]	**25**	MELCC[2]
		24 heures	**20**	MELCC[2]	**20**	MELCC[2]
		1 an	**15**	MELCC[2]	**15**	MELCC[2]
Soufre, dioxyde de	SO_2	4 minutes	**150**	NCQQA v6[1]	**150**	NCQQA v6[1]
		24 heures	**50**	NCQQA v6[1]	**50**	NCQQA v6[1]
		1 an	**20**	NCQQA v6[1]	**20**	NCQQA v6[1]
Antimoine	Sb	1 an	**0,001**	Station Golf[4]	**0,003**	Station MELCC-08045[3]
Argent	Ag	1 an	**0,001**	Station Golf[4]	**0,002**	Station WSP[4]
Arsenic	As	1 an	**0,018**	Station Golf[4]	**0,070**	Station WSP[4]
Baryum	Ba	1 an	**0,019**	Station Golf[4]	**0,060**	Station WSP[4]
Béryllium	Be	1 an	**0,0002**	Station Golf[4]	**0,0002**	Station WSP[4]
Cadmium	Cd	1 an	**0,001**	Station Golf[4]	**0,0035**	Station WSP[4]
Chrome (trivalent)	Cr(III)	1 an	**0,004**	Station Golf[4]	**0,006**	Station WSP[4]
Cobalt	Co	1 an	**0,0007**	Station Golf[4]	**0,0008**	Station WSP[4]
Cuivre	Cu	24 heures	**1,6**	Station Golf[4]	**2,559**	Station MELCC-08045[3]
Manganèse	Mn	1 an	**0,023**	Station Golf[4]	**0,007**	Station WSP[4]
Mercure	Hg	1 an	**0,002**	NCQQA v6[1]	**0,002**	NCQQA v6[1]
Nickel	Ni	24 heures	**0,011**	Station Golf[4]	**0,018**	Station WSP[4]

Tableau 4 : Concentrations initiales considérées pour chacun des secteurs (nord et sud) du site du CMH5 (suite)

Substance	Acronyme / Formule	Période	Sélection des concentrations initiales			
			Secteur Nord		Secteur Sud	
			Concentration initiale (µg/m³)	Référence	Concentration initiale (µg/m³)	Référence
Plomb	Pb	1 an	**0,077**	Station Golf[4]	**<u>0,254</u>**	Station WSP[4]
Sélénium	Se	1 heure	**0,15**	NCQQA v6[1]	**0,15**	NCQQA v6[1]
Silice cristalline	SiO_2	1 heure	**6**	NCQQA v6[1]	**6**	NCQQA v6[1]
		1 an	**0,04**	NCQQA v6[1]	**0,04**	NCQQA v6[1]
Thallium	Tl	1 an	**0,002**	Station Golf[4]	**0,002**	Station WSP[4]
Titane	Ti	24 heures	**0,014**	Station Golf[4]	**0,007**	Station WSP[4]
Vanadium	V	1 an	**0,001**	Station Golf[4]	**0,001**	Station WSP[4]
Zinc	Zn	24 heures	**0,63**	Station Golf[4]	**0,822**	Station MELCC-08045[3]

Note : Les valeurs soulignées représentent les concentrations initiales supérieures au seuil.
Les valeurs en caractère gras sont celles qui sont présentées lors de l'analyse des résultats à la section 6.
1 : *Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère* version 6 du MELCC;
Pour les normes : équivalent à l'Annexe K, Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (Q-2, r 4.1).
2 : MELCC, Communication par courriel, 14 décembre 2017.
3 : Suivi de la qualité de l'air ambiant effectué par le MELCC à Rouyn-Noranda.
4 : Campagne d'échantillonnage de l'air ambiant effectuée par Falco au site du CMH5.

Tableau 5 : Concentrations initiales et seuils applicables pour les substances modélisées au site des IGRM

Substance	Acronyme / Formule	Période	Statistique	Seuil (µg/m³)	Type de seuil	Concentration initiale (µg/m³)		
						MELCC	Échantillonnage Falco[2]	
						PN[1]	Jason	Saguenay
Particules totales	PMT	24 heures	1er maximum	120	Norme	**40**	26,0	**28,3**
Particules fines	$PM_{2,5}$	24 heures	1er maximum	30	Norme	**15**	7,7	**9,4**
Carbone, monoxyde de	CO	1 heure	1er maximum	34000	Norme	**600**	-	-
		8 heures	1er maximum	12700	Norme	**400**	-	-
Azote, dioxyde d'	NO_2	1 heure	1er maximum	414	Norme	**50**	-	-
		24 heures	1er maximum	207	Norme	**30**	-	-
		1 an	1er maximum	103	Norme	**10**	-	-
Soufre, dioxyde de	SO_2	4 minutes	1er maximum	1310	Norme	**40**	-	-
		4 minutes	99,5e percentile	1050	Norme	**40**	-	-
		24 heures	1er maximum	288	Norme	**10**	-	-
		1 an	1er maximum	52	Norme	**2**	-	-
Antimoine	Sb	1 an	1er maximum	0,17	Norme	**0,001**	0,0004	0,0005
Argent	Ag	1 an	1er maximum	0,23	Norme	**0,005**	0,0003	0,0002
Arsenic	As	1 an	1er maximum	0,003	Norme	0,002	**0,002**	0,002
Baryum	Ba	1 an	1er maximum	0,05	Norme	**0,02**	0,003	0,004
Béryllium	Be	1 an	1er maximum	0,0004	Norme	0	0,0002	**0,0002**
Cadmium	Cd	1 an	1er maximum	0,0036	Norme	**0,0005**	0,0002	0,0002
Chrome (trivalent)	Cr(III)	1 an	1er maximum	0,1	Norme	0,01	**0,015**	0,014
Cobalt	Co	1 an	1er maximum	0,1	Critère	0	**0,0002**	0,0002
Cuivre	Cu	24 heures	1er maximum	2,5	Norme	0,2	**0,5**	0,1
Manganèse	Mn	1 an	1er maximum	0,025	Critère	**0,005**	0,002	0,002
Mercure	Hg	1 an	1er maximum	0,005	Norme	**0,002**	-	-
Nickel	Ni	24 heures	1er maximum	0,014	Norme	0,002	**0,002**	0,002

Tableau 5 : Concentrations initiales et seuils applicables pour les substances modélisées au site des IGRM (suite)

Substance	Acronyme / Formule	Période	Statistique	Seuil (µg/m³)	Type de seuil	Concentration initiale (µg/m³)		
						MELCC	Échantillonnage Falco[2]	
						PN[1]	Jason	Saguenay
Plomb	Pb	1 an	1er maximum	0,1	Norme	0,004	**0,009**	0,007
Sélénium	Se	1 heure	1er maximum	2	Critère	**0,15** [3]	-	-
Silice cristalline	SiO_2	1 heure	1er maximum	23	Critère	**6** [3]	-	-
		1 an	1er maximum	0,07	Critère	**0,04** [3]	-	-
Thallium	Tl	1 an	1er maximum	0,25	Norme	**0,005**	0,00003	0,00003
Titane	Ti	24 heures	1er maximum	2,5	Critère	0 [3]	**0,009**	0,003
Vanadium	V	1 an	1er maximum	1	Norme	**0,01**	0,001	0,001
Zinc	Zn	24 heures	1er maximum	2,5	Norme	**0,1**	0,05	0,03

Note : Les valeurs en caractère gras sont celles qui sont présentées lors de l'analyse des résultats à la section 6.
- : Non disponible.
1 : Tableau 1, *Guide d'instructions - Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques - Projets miniers* (MDDELCC 2017a).
2 : Campagne d'échantillonnage de l'air ambiant effectuée par Falco au site des IGRM.
3 : Valeur non présente dans le Tableau 1 du guide d'instructions pour projets miniers, utilisation des valeurs tirées de *Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère* version 6 du MELCC.

3 CONTEXTE DE MODÉLISATION

Dans le cadre d'une étude de dispersion atmosphérique, il est important de définir en premier lieu le ou les scénarios de modélisation. Pour ce faire, les principales sources d'émissions et les substances émises doivent être identifiées. Plus spécifiquement, les substances considérées et les périodes des normes et critères définies pour celles-ci vont influencer le choix des scénarios de modélisation.

3.1 DESCRIPTION SOMMAIRE DES OPÉRATIONS

Les principales opérations prévues pour le présent projet peuvent être regroupées de la façon suivante :

SITE DU CMH5

Le projet prévoit d'abord une phase de préproduction qui inclut la période de construction. Au cours de cette période, des travaux d'aménagement sont prévus, incluant l'excavation et le remblai de portions du site en vue de la préparation du terrain et des fondations. Durant cette période, des travaux de développement de la mine souterraine sont également planifiés, incluant l'excavation de galeries et la mise en place d'infrastructures souterraines pour la ventilation. Une portion des stériles générés par les travaux de développement seront hissés à la surface et transportés au site des IGRM par camions. Au terme de cette période, une halde de minerai temporaire d'environ 150 000 t non couverte sera développée au site du CMH5. Le minerai de la halde temporaire sera utilisé en priorité pour la mise en production de l'usine de traitement du minerai.[3]

Le projet prévoit ensuite une période d'exploitation ou de production. Une production moyenne d'environ 15 500 t/j de minerai est prévue. Le minerai concassé sous terre sera hissé à la surface puis déchargé par un convoyeur sur une pile à minerai couverte. Le minerai sera ensuite acheminé à l'usine de traitement du minerai, qui comprendra une section destinée à la récupération des métaux et une autre à la production du remblai en pâte. Les différentes étapes du procédé de récupération des métaux comprennent un circuit de broyage, des circuits de flottation, un circuit de cyanuration, un circuit de charbon en pulpe, un circuit de destruction des cyanures et un circuit de récupération de l'or.

Des résidus du circuit de flottation de la pyrite (RFP) et du concentré de pyrite (RCP) seront produits à la sortie du circuit de destruction des cyanures. La production de remblai en pâte prévoit l'utilisation d'une portion des résidus (RFP et RCP). Pendant les premières années d'exploitation, les résidus qui ne seront pas utilisés pour le remblai en pâte seront entreposés comme remblai hydraulique dans les anciens chantiers de la mine Horne (période de production sans IGRM). Une fois les anciennes ouvertures souterraines remblayées, les résidus excédentaires seront acheminés aux IGRM de surface (période de production avec IGRM).

Des concentrés de cuivre et de zinc seront également produits, lesquels seront respectivement livrés par camions et par train.

Plusieurs réactifs chimiques seront également utilisés dans les divers circuits de l'usine, lesquels seront livrés par camions.

SITE DES IGRM

Le procédé de concentration produit des résidus miniers sous forme de pulpe qui seront en partie acheminés par pompage vers les IGRM. L'opération des IGRM implique des activités de construction et de rehaussement des digues, afin d'accroître la capacité d'entreposage. Ces activités sont variables dans le temps, mais comprennent typiquement le transport, le boutage et la manipulation de différents matériaux de construction. Le développement d'une carrière sur le site est également considéré afin de fournir une partie des matériaux requis.

Le dépôt des résidus se fera simultanément dans deux cellules (RFP et RCP). Ils seront répartis à l'intérieur de chacune des cellules et s'appuieront graduellement sur les structures de confinement.

[3] La halde temporaire de minerai sera utilisée en priorité, dès le début de la période d'exploitation et devrait s'éliminer en trois semaines. Compte tenu de la courte période où elle sera présente par rapport à la durée de vie de la mine, elle n'a pas été considérée dans le scénario retenu en période de production lors de l'analyse des résultats de la section 6. Elle a tout de même été caractérisée et modélisée à titre comparatif.

3.2 IDENTIFICATION DES SOURCES ET DES SUBSTANCES ÉMISES

Les activités de construction et de production au site du CMH5 et des IGRM impliquent plusieurs types d'activités susceptibles de générer des émissions fugitives.

Plus spécifiquement, les opérations de forage ainsi que le chargement et le déchargement des camions de transport sont reconnus comme des sources d'émissions fugitives de matières particulaires. Le sautage représente également une source fugitive de particules et de gaz. L'utilisation d'un concasseur, pour l'exploitation d'une carrière au site des IGRM, est également une source de matières particulaires. L'entraînement de la poussière lors du passage des véhicules sur le réseau de routes non pavées représente pour sa part une source de particules. Les gaz d'échappement des divers équipements mobiles utilisés représentent des sources de gaz de combustion et de particules.

Les digues en construction des IGRM et les surfaces de résidus miniers aux IGRM sont quant à elles sujettes à l'érosion éolienne et sont considérées comme des sources surfaciques de matières particulaires.

Au site du CMH5, les opérations souterraines de la mine, dont la manipulation de matériaux, l'utilisation de machinerie et les sautages, sont susceptibles de générer des émissions de matières particulaires et de gaz d'échappement. Ces émissions sont canalisées à la surface par les sorties de ventilation prévues. L'exploitation de l'usine de traitement de minerai et de l'usine à remblai en pâte présente également un ensemble de sources d'émission canalisées (par exemple, dépoussiéreurs).

Finalement, il est important de préciser que dans le cadre de la présente étude, WSP n'a pas procédé à l'analyse du procédé ni à l'inventaire et l'évaluation des substances émises liées à l'exploitation de l'usine de traitement de minerai, la manipulation et l'entreposage de ses réactifs et de ses sous-produits, comme les résidus miniers. La liste des substances émises à l'atmosphère a été directement fournie par Falco.

3.3 SCÉNARIOS

Afin de satisfaire aux exigences du MELCC, la modélisation vise à représenter les conditions qui auront le maximum d'impact sur la qualité de l'air. Pour ce faire, des « scénarios pires cas » doivent être considérés. Dans le cas où la modélisation de ces scénarios conservateurs respecte les normes de qualité de l'air, il est fort probable que les normes soient respectées en tout temps au cours de la durée de vie du projet.

La sélection des scénarios de modélisation dépend de la variabilité des opérations durant toute la durée de vie du projet. Ainsi, une description détaillée de la variation des opérations est présentée à la section suivante.

3.3.1 VARIATION DES OPÉRATIONS

SITE DU CMH5

La durée de vie de la mine est estimée à environ 15 ans, en plus d'une période de préproduction incluant la période de construction d'environ 3 ans. En période de production, le taux moyen de production sur la durée de vie de la mine est estimé à 15 500 t/j.

Pour la présente étude, le calendrier du projet prévoit la construction du complexe minier sur une période de 3 années. La majorité des travaux civils sont effectués en début de la période de construction. Un total de 0,87 Mm^3 de matériel de remblai et d'excavation (dont 121 250 m^3 à gérer hors site) sont prévus être manipulés, sur une période de 6 mois, à raison de 20 jours par mois.

Le développement de la mine souterraine est prévu pendant les 21 derniers mois de la période de construction. Durant cette période, du minerai et des stériles seront acheminés à la surface. Les stériles seront transportés aux IGRM à un rythme d'environ 2,5 kt par jour, pour un total d'environ 1,5 Mt. Le minerai sera extrait à la fin de cette période et sera entreposé à la surface sur une halde de minerai temporaire non couverte (pendant environ 1 an) sur le site du CMH5 en prévision de son

traitement futur. Le minerai entreposé sur la halde temporaire sera utilisé au démarrage de l'usine de traitement du minerai sur une période de quelques semaines.

La ventilation de la mine souterraine est développée par étape à partir de la préproduction jusqu'à l'établissement du système de ventilation permanent utilisé lors de la production. Durant la préproduction, l'air vicié sera émis par l'ancien puit Quemont No. 2, alors qu'en production le sens de la ventilation sera inversé et l'air vicié sera évacué par deux sorties de ventilation au sud du site. Les débits d'air sortant sont variables au cours de chacune des étapes de développement. Enfin, les équipements mobiles souterrains prévus varient pour chacune des phases. Lors de la phase de production, le Système d'Épuration sera mis en place sur la sortie de la ventilation.

En production, l'exploitation de l'usine de traitement est constante pour toute la durée du projet. Par contre, certaines activités sont actives que pour certaines heures de la journée, comme le chargement du concentré.

SITE DES IGRM

D'importants travaux de construction sont prévus afin de mettre en place les IGRM de surface. De plus, le rehaussement périodique des digues est prévu tout au long du projet afin d'augmenter la capacité d'entreposage des résidus et de poursuivre l'exploitation du gisement. Pour ce faire, d'importantes quantités de matériaux seront manipulées. La description et l'estimation des quantités des matériaux manipulés prévus pour la construction des IGRM a été fournie par Falco et est présentée au tableau 6. Les quantités de matériaux manipulés par jour sont illustrées à la figure 1. Pour chacune des étapes, ces travaux de construction seront effectués principalement de jour (12 heures par jour).

Figure 1 : Quantité de matériaux manipulés par phase pour la construction des IGRM (m³/jour)

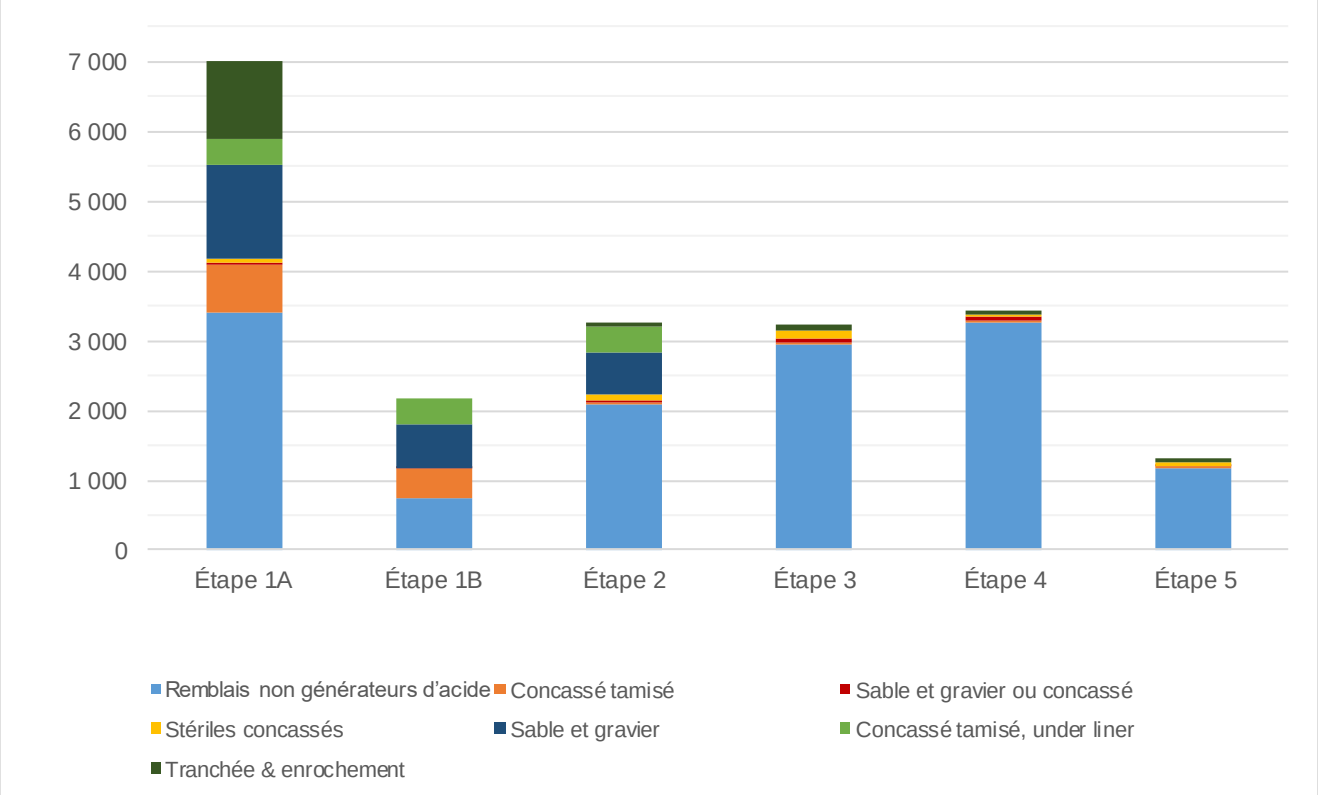


Tableau 6 : Description des matériaux manipulés pour la construction des IGRM

		Étape 1A	Étape 1B	Étape 2	Étape 3	Étape 4	Étape 5
Année(s)		Année 1	Année 2	Année 3	Année 5	Années 6 et 7	Années 10 et 11
Nombre de mois par étape		12	6	6	6	12	12
Nombre de jours par mois		20	20	20	20	20	20
Quantité totale de matériel manipulé (m^3)	Remblais non générateurs d'acide	819 964	89 055	250 964	354 343	779 713	282 542
	Concassé tamisé	162 500	50 880	2 959	3 999	8 110	3 221
	Sable et gravier ou concassé	9 079	1 467	4 931	6 666	13 517	5 368
	Stériles concassés	7 689	0	7 689	11 534	8 971	12 815
	Sable et gravier	327 171	74 375	74 375	0	0	0
	Concassé tamisé, *under liner*	89 250	44 625	44 625	0	0	0
	Tranchée & enrochement	265 980	0	6 800	10 600	15 200	15 200
	Total	1 681 633	260 402	392 343	387 141	825 510	319 146
Quantité de matériel manipulé (m^3/jour)	Remblais non générateurs d'acide	3 417	742	2 091	2 953	3 249	1 177
	Concassé tamisé	677	424	25	33	34	13
	Sable et gravier ou concassé	38	12	41	56	56	22
	Stériles concassés	32	0	64	96	37	53
	Sable et gravier	1 363	620	620	0	0	0
	Concassé tamisé, *under liner*	372	372	372	0	0	0
	Tranchée & enrochement	1 108	0	57	88	63	63
	Total	7 007	2 170	3 270	3 226	3 440	1 330

3.3.2 SCÉNARIOS D'OPÉRATIONS SÉLECTIONNÉS

Suivant les pratiques actuelles en modélisation de la dispersion atmosphérique, la principale problématique pour les sites miniers concerne les émissions de matières particulaires dont le routage est normalement le principal contributeur. Les gaz d'échappement sont également un important contributeur notamment de particules fines. La sélection des scénarios modélisés est donc normalement orientée en ce sens. Les tonnages manipulés sont généralement un excellent indicateur pour déterminer les conditions maximales lors de travaux civils en période de construction. En effet, les émissions liées au routage des matériaux et la quantité de machinerie requise sur le site sont généralement proportionnels au tonnage manipulé.

Ensuite, en période d'exploitation, les situations où les émissions sont maximales représentent généralement les scénarios sélectionnés. Selon les variantes des opérations décrites ci-dessus, deux scénarios ont été sélectionnés pour chacun des sites. Ces scénarios sont décrits aux sections suivantes.

SITE DU CMH5 – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION

Le scénario de construction du site du CMH5 vise à représenter une journée de construction du début de cette période. Au cours de cette journée, 1,9 kt de matériel est excavé et acheminé à l'extérieur du site, 2,1 kt de matériel remblai est également acheminé sur le site à partir d'une carrière au nord du site et 4,7 kt de matériel est remanipulé sur le site, c'est-à-dire excavé et réutilisé comme remblai. Du forage et des sautages sont également prévus au cours de cette période, un total de quatre sautages par jour est envisagé. Enfin, des équipements de construction comme des bouteurs sont utilisés pour la manipulation des matériaux. Le scénario vise à représenter les opérations de construction prévues se dérouler sur une période de 6 mois, principalement les jours de semaine.

Le développement de la mine est également considéré dans le scénario de construction, notamment les stériles qui sont acheminés à la surface et transportés à l'extérieur du site à un rythme de 2,5 kt par jour. La ventilation de la mine souterraine de préproduction, avec un débit de 445 000 pi^3/min, est également modélisée. La flotte d'équipements souterrains de la phase de préproduction est aussi considérée. Les activités de développement sélectionnées se dérouleront à la fin de cette période. Bien que celles-ci ne se surviendront pas en même temps que les activités de construction sélectionnées, celles-ci sont considérées en simultané dans le scénario de modélisation, et ce, afin de considérer une situation conservatrice.

SITE DU CMH5 – SCÉNARIO D'EXPLOITATION

Le scénario d'exploitation du site du CMH5 vise à représenter les opérations d'une journée d'exploitation de l'usine de traitement de minerai. Les opérations de l'usine sont constantes pour toute la durée d'exploitation, les sources ponctuelles de l'usine sont donc considérées actives. De la circulation sur le site pour le transport du concentré de cuivre à l'extérieur du site et pour la livraison des réactifs est également pris en compte dans la modélisation. Une locomotive de manœuvre est également considérée active de jour pour la manipulation des wagons de concentré de zinc.

Aussi, la halde de minerai temporaire sera également présente sur le site, et ce, pour une durée de quelques semaines en début de production. L'érosion éolienne de cette surface a donc été incluse dans le scénario d'exploitation.

Enfin, la ventilation permanente de la mine souterraine en production, avec un débit de 800 000 pi^3/min, est également modélisée, ainsi que la flotte maximale d'équipements souterrains.

Afin de mettre en évidence l'effet des mesures d'atténuation sur la ventilation proposées par Falco et de caractériser les émissions les plus réalistes attendues en cours d'opération à long terme, trois variantes d'exploitation sont modélisées. Ces variantes sont décrites dans le tableau 7. La variante A représente une situation avant la mise en place des mesures d'atténuation sur la ventilation. La variante B représente, quant à elle, la situation suite à la mise en place des mesures d'atténuation sur la ventilation. Ces deux situations évaluent de façon très conservatrice l'effet de la halde de minerai temporaire. En effet, puisque la présence de cette halde n'est d'une durée que de quelques semaines en période de production, ces variantes surestiment la caractérisation des émissions annuelles et les fréquences des événements pour les périodes plus courtes. Pour cette raison, la variante d'**exploitation C**, qui représente la situation suite à la mise en place des mesures d'atténuation sur la ventilation et sans la halde de minerai temporaire, est également modélisée. Cette variante représente la situation la plus représentative de l'exploitation à long terme du site du CMH5.

Tableau 7 : Description des variantes du scénario d'exploitation du site CMH5

Variantes	Variante A	Variante B	Variante C
Description	Journée de production sans les mesures d'atténuation sur la ventilation avec la halde de minerai temporaire	Journée de production avec les mesures d'atténuation sur la ventilation avec la halde de minerai temporaire	**Journée de production** **avec les mesures d'atténuation sur la ventilation** **sans la halde de minerai temporaire**
Activités considérées dans la modélisation :			
1. Ensemble des activités de production (section 4.2, à l'exception de 4.2.4 et 4.2.5)	Actif à tous les jours de la modélisation	Actif à tous les jours de la modélisation	**Actif à tous les jours de la modélisation**
2. Ventilation de la mine souterraine (section 4.2.4)	Considérée active, sans les mesures d'atténuation	Considérée active, avec les mesures d'atténuation des véhicules à faible émission et du Système d'Épuration	**Considérée active,** **avec les mesures d'atténuation des véhicules à faible émission et du Système d'Épuration**
3. Halde de minerai temporaire (section 4.2.5)	Actif à tous les jours de la modélisation (*surestime les émissions*)	Actif à tous les jours de la modélisation (*surestime les émissions*)	**Non considérée**

SITE DES IGRM – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION

Le scénario de construction du site des IGRM de surface vise à représenter les impacts maximaux des phases de construction prévues. Comme illustré à la section précédente, le calendrier de construction suggère que l'étape 1A présentera les plus grandes émissions totales à la source, autant pour le routage et la manutention que pour les gaz d'échappement des véhicules mobiles. L'étape 1A se distingue donc comme scénario « pire cas » et a alors été sélectionnée.

SITE DES IGRM – SCÉNARIO D'ÉROSION ÉOLIENNE

Pour sa part, l'érosion éolienne dépend essentiellement de la surface totale des parcs. Or, cette surface augmente avec les années de sorte que les émissions maximales dues à l'érosion éolienne sont attendues en fin de vie du projet, alors que le parc atteint sa superficie maximale. Le scénario d'érosion éolienne vise à représenter l'effet maximal de ces émissions, alors que la surface ultime du parc à résidus est considérée.

Il est pertinent de souligner que les opérations de construction sont alors complétées et ne sont donc pas considérées dans ce scénario. Ainsi, les matières particulaires sont les seules substances traitées dans ce scénario.

3.3.3 CONFIGURATION DES SCÉNARIOS EN FONCTION DES PÉRIODES

Les substances modélisées possèdent des normes définies sur différentes périodes (4 minutes, 1 heure, 8 heures, 24 heures et 1 an). Dans la mesure du possible, les scénarios modélisés tentent de maximiser les émissions en fonction de ces périodes, pour chacun des types de sources.

Par exemple, certaines activités sont effectuées les jours de semaine seulement. Cependant, afin de modéliser le pire cas 24 heures relativement aux matières particulaires et le pire cas 1 heure pour les composés gazeux, les activités de la journée en opération sont considérées tous les jours dans les modélisations.

Ainsi, de façon conservatrice, ces scénarios d'émission sont ainsi testés sur l'ensemble de l'échantillon météorologique à la recherche des pires conditions de dispersion. Par la suite, pour effectuer les moyennes annuelles, les scénarios sont pondérés et combinés selon leur fréquence annuelle afin d'obtenir un résultat de modélisation plus réaliste de la période à l'étude.

4 CARACTÉRISATION DES SOURCES D'ÉMISSIONS

Les sections suivantes présentent la description et les caractéristiques des sources d'émissions considérées dans cette étude. Les informations générales, les hypothèses et la description des scénarios modélisés sont présentées sous forme de tableau dans la présente section en support au texte. Pour leur part, la description des sources utilisées dans le modèle est fournie sous forme de tableaux aux annexes A-1 à A-4 afin de simplifier la lecture de la présente section. La localisation des sources est finalement présentée à l'annexe B, pour chacun des scénarios.

4.1 SITE DU CMH5 – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION

La localisation des sources d'émissions considérées pour le scénario de construction au site du CMH5 est présentée à la carte B-2-1. L'ensemble des opérations de construction est modélisé en continu 24 heures par jour sauf lorsque spécifié autrement. De plus, à l'exception de la section 4.1.7, l'ensemble des activités décrites ci-dessous représente les activités survenant à la surface.

4.1.1 ROUTAGE (RESUSPENSION)

Le soulèvement de la poussière lors du transport des différentes matières sur le réseau de routes non pavées est habituellement le principal contributeur parmi les sources fugitives d'un chantier de construction. Or, puisque l'intensité des émissions est directement proportionnelle à la quantité de matériel transporté, au type de véhicule utilisé et à la teneur en limon (silt) contenue dans les matériaux utilisés pour la construction et l'entretien des surfaces de roulement, les différents trajets empruntés sur le réseau routier du site en construction doivent donc être suffisamment détaillés pour permettre d'établir un taux d'émissions spécifique à chacun des tronçons de route.

La description des opérations de construction ainsi que les caractéristiques physiques des routes, telles que l'emplacement et les dimensions (longueur et largeur), ont été compilées à partir des informations fournies par Falco. La flotte de camions prévue est détaillée au tableau 8 pour le scénario étudié.

Tableau 8 : Description de la flotte de camions de transport prévue (CMH5 – Construction)

Véhicule	Hauteur (m)	Largeur (m)	Poids du véhicule (t)	Charge utile (t)	Nombre de véhicules dans la flotte (sur le site)	Utilisation
Komatsu HM300-5	3.6	2.9	25.5	28.0	5	Remblai depuis la carrière à proximité
Camion routier (Kenworth T800)	2.8	2.6	22.5	35.0	5	Expédition du matériel excavé

Le scénario de routage considéré pour le scénario de construction est présenté au tableau 9 et comprend trois trajets. Les camions hors route Komatsu HM300-5 sont dédiés au transport local depuis la carrière au nord du site pour l'acheminement de matériaux de remblai. Les camions routiers sont pour leur part utilisés pour le transport des matériaux d'excavation et des stériles acheminé à la surface vers l'extérieur du site. Pour les fins de la modélisation, des camions routiers Kenworth T800 ont été considérés. Le nombre de voyages calculé est présenté au tableau 9, pour chacun des trajets et des camions.

Les trois trajets ont été subdivisés en cinq segments, formant un réseau d'environ 1 km. Ces segments sont détaillés au tableau 10. Les trajets et segments sont identifiés par leur point de départ et d'arrivée et peuvent être localisés à la carte B-2-1. Dans la modélisation, chacun de ces segments est représenté par une série de sources volumiques adjacentes, considérant la proximité de la limite d'application. Pour chacun des segments, le poids moyen et la hauteur moyenne des camions ainsi que la distance parcourue (VKT) ont été déterminés en fonction du nombre de déplacements. La hauteur de relâche et la dispersion initiale verticale ont été estimées en fonction de la hauteur moyenne des camions sur le segment tandis que la

dispersion initiale horizontale a été estimée en fonction de la largeur des routes. La largeur des routes a été fixée à 12,5 m sur l'ensemble du site. Dans les modélisations, trois mètres additionnels sont ajoutés de chaque côté de la route afin de tenir compte des émissions de poussières qui sont susceptibles de se produire par turbulence. Une largeur totale de 18,5 m est donc utilisée. Ces différents paramètres sont les mêmes pour chacune des sources d'un même segment et sont également donnés au tableau 10. Les coordonnées de chacune de ces sources sont pour leur part données en annexe au tableau A-1-1.

Les taux d'émissions de particules associées à chacun des segments ont finalement été estimés de façon conservatrice à partir des facteurs d'émission proposés dans la section 13.2.2 *Unpaved Roads* de l'AP-42. Les différentes informations utilisées pour le calcul des taux d'émissions sont regroupées au tableau 10. Une teneur en silt de 8,5 % a été sélectionnée, correspondant à la valeur moyenne tabulée à la section 13.2.2 de l'AP-42 (US-EPA, 1995) pour les routes d'un site de construction.

Enfin, il est important de préciser qu'un facteur d'atténuation de 0,25 a été appliqué aux sources de routage afin de prendre en compte une réduction des particules émises de l'ordre de 75 %, découlant de l'arrosage régulier des routes ou de la pluie. Ce taux d'atténuation a été estimé à partir du tableau 4 du document *Emission Estimation Technique Manual for Mining* du *National Pollutant Inventory* (NPI, 2012).

Tableau 9 : Description du scénario de routage modélisé (CMH5 – Construction)

Trajets	Description	Longueur du trajet (m)	Quantité de matériel déplacé (t/jour)			Nombre de déplacements [1] (déplacements/jour)	
			Total	Komatsu HM300-5	Camion routier	Komatsu HM300-5	Camion routier
C07_C01	Transport de matériaux d'excavation vers l'extérieur du site	837	1 869	0	1 869	0	107
C10_C11	Transport de matériaux de remblais vers le site	758	2 138	2 138	0	153	0
C06_C01	Transport de stériles vers l'extérieur du site	1158	2 520	0	2 520	0	144

[1] Un aller-retour correspond à 2 déplacements.

4.1.2 CHARGEMENTS ET DÉCHARGEMENT

Les opérations de chargement de matériaux dans les véhicules de transport et le déchargement de ceux-ci représentent des sources de matières particulaires (PMT, PM_{10}, $PM_{2,5}$) dans l'atmosphère. Afin de représenter ces opérations, une source volumique a été positionnée à chacun des points de chargement et de déchargement. Deux sources (chargement et déchargement) ont également été positionnées afin de représenter les opérations des matériaux remanipulés à même le site. Enfin, le déchargement des stériles dans la chute à stériles a également été considéré.

Afin de déterminer des taux d'émission pour ces sources, les facteurs d'émission ont d'abord été estimés à l'aide de l'équation 1 de la section 13.2.4 *Aggregate handling and storage piles* de l'AP-42. L'humidité des stériles a été fixée à 5 % selon les données d'ingénierie du projet. Selon les données prévues, il est estimé que les matériaux excavés soient constitués à 50 % d'argile et à 50% de matériaux rocheux. En absence de données spécifiques au projet, l'humidité des différentes matières manipulées a été fixée à 10 % pour l'argile et 2,1 % pour les matériaux rocheux suivant les valeurs données à la section 13.2.4 de l'AP-42, tableau 13.2.4-1, pour *Municipal solid waste landfills, clay* et *Stone quarrying and processing, Various limestone products*, respectivement. L'humidité des matériaux de remblai a également été fixée à 2,1 %. Enfin, les facteurs d'émissions ont été déterminés heure par heure, en fonction de la vitesse du vent, et les taux d'émission ont été obtenus en multipliant le facteur d'émission par le tonnage manipulé.

Le positionnement des différentes sources considérées est illustré à la carte B-2-1 tandis que les paramètres physiques utilisés dans le modèle sont présentés en annexe au tableau A-1-2. Les chargeuses Komatsu PC450-8, PC650LC-8 et PC210LC ont été considérées et la largeur des pelles a été utilisée afin de caractériser la dispersion initiale horizontale. La hauteur de relâche et la dispersion initiale verticale ont pour leur part été caractérisées suivant les caractéristiques des camions de transports associés. Pour les sources liées au déchargement, ces trois paramètres ont été caractérisés en fonction des caractéristiques des camions de transports.

Tableau 10 : Description des segments de routage modélisés (CMH5 – Construction)

Segment	Longueur du segment (m)	Largeur du segment (m)	Hauteur moyenne des véhicules (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Teneur en limon (%)	Poids moyen des véhicules (tons)	Facteur d'émission (lb/VMT)			Nombre de déplacements (jour^{-1})	VKT	Taux d'émission sans atténuation (g/s)			Atténuation (%)
									PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$			PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	
C06_C03	346	12.5	2.8	2.4	8.60	2.25	8.5	44.1	12.90	3.69	0.37	144.0	49.8	2.10E+00	5.99E-01	5.99E-02	75
C07_C03	185	12.5	2.8	2.4	8.60	2.25	8.5	44.1	12.90	3.69	0.37	106.8	19.8	8.32E-01	2.38E-01	2.38E-02	75
C03_C02	123	12.5	2.8	2.4	8.60	2.25	8.5	44.1	12.90	3.69	0.37	250.8	30.9	1.30E+00	3.71E-01	3.71E-02	75
C02_C01	110	12.5	2.8	2.4	8.60	2.25	8.5	44.1	12.90	3.69	0.37	250.8	27.6	1.16E+00	3.32E-01	3.32E-02	75
C10_C11	379	12.5	3.6	3.1	8.60	2.86	8.5	43.5	12.82	3.66	0.37	152.7	57.9	2.42E+00	6.92E-01	6.92E-02	75

4.1.3 BOUTAGE

Pour la période de construction, deux bouteurs sur chenilles sont utilisés afin de disposer les matériaux de remblai.

Les taux d'émission ont été estimés pour ces opérations suivant la section 11.9 *Western Surface Coal Mining* de l'AP-42 alors que, dans le cadre de la présente étude, le facteur d'émission proposé pour le mort terrain a été jugé plus représentatif que le facteur d'émission proposé pour le charbon. Le facteur d'émission proposé dépend du taux d'humidité et du taux de silt du matériel manipulé. En absence de données spécifiques au projet, l'humidité et le taux de silt des différentes matières manipulées ont été fixés à 2,1 % et 3,9 % respectivement suivant les valeurs données à la section 13.2.4 de l'AP-42, tableau 13.2.4-1, *Stone quarrying and processing, Various limestone products*.

Les opérations de boutage sont représentées dans les modélisations à l'aide de sources volumiques. Le positionnement de celles-ci est illustré à la carte B-2-1 tandis que les paramètres physiques et les taux d'émissions utilisés dans le modèle sont présentés en annexe au tableau A-1-3. La caractérisation de cette source a été ajustée en fonction du modèle et des caractéristiques physiques de l'équipement. Enfin, une atténuation de 50 % a été appliquée afin de représenter le taux d'utilisation et le caractère intermittent de ce type d'opération.

Bien que l'ensemble des opérations du scénario de construction est prévu en continu, soit 24 heures par jour, l'utilisation des bouteurs est prévue de jour seulement, ces sources ont donc été modélisées sur une période de 12 heures par jour.

4.1.4 SAUTAGE

Les paramètres utilisés pour la modélisation des sautages sont détaillés au tableau 11. Le volume de matériaux sauté pour la période de construction est estimé à 61 719 m^3. Un total de quatre sautages par jour sont prévus avec un volume sauté de 125 m^3 et 24 trous par sautage. Un facteur de poudre de 0,5 kg/m^3 a été postulé afin d'estimer la quantité d'explosif nécessaire par sautage. Finalement, des hauteurs de coupes de 2,3 m ont été utilisées pour le calcul de la surface de sautage, soit la hauteur minimale prévue afin de maximiser la surface sautée. La plage horaire utilisée pour les sautages est de quatre sautages par jour considéré à 11h, 13h, 15h et 17h dans la modélisation.

Tableau 11 : Paramètres utilisés pour la modélisation des sautages (CMH5 – Construction)

Paramètres	Unité	Variable	Valeur	Référence
Volume sauté	m^3/an	V	61719	Falco; description des opérations
Facteur de poudre	kg/m^3	PWV	0.5	Hypothèse
Quantité d'explosif requis par année	tonne/an	EQy	31	V · PWV / 1000
Hauteur de banc	m	BH	2.3	Falco; description des opérations, pire cas
Nombre de forages par sautage	trous/saut.	NHb	24	Falco; description des opérations
Nombre de forages requis par année	trous/an	NHy	11 850	NHb * NBy
Nombre de sautages par année	saut./an	NBy	494	Falco; description des opérations; 125 m^3 par sautage
Quantité d'explosif par sautage	tonne/saut.	EQb	0.06	EQy / NBy
Jours d'opération des foreuses par année	jours/an	d	120	Falco; description des opérations; 6 mois à 20 jours par mois
Nombre de forages par jour	trous/jour	NHd	99	NHy / d
Surface de sautage totale	m^2/saut.	BA	54	Falco; description des opérations; 125 m^3 par sautage / BH
Ratio d'ANFO de l'explosif	%	Ra	0	Falco; description des opérations
Ratio d'émulsion de l'explosif	%	Re	100	100% - Ra

Pour les matières particulaires (PMT, PM_{10}, $PM_{2,5}$), les taux d'émission ont été calculés à l'aide du tableau 11.9-2 de la section 11.9 *Western Surface Coal Mining* de l'AP-42 (US-EPA, 1995). Les taux d'émission pour le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote (NO_x) et le dioxyde de soufre (SO_2) ont été estimés à l'aide du document *NPI – Explosives detonation and firing ranges* (DSEWPaC, 2012b) pour un explosif d'émulsion.

Ces émissions sont représentées dans la modélisation à l'aide de sources volumiques. Le positionnement de celles-ci est illustré à la carte B-2-1 tandis que les caractéristiques et les taux d'émissions des sources considérées sont présentés en annexe au tableau A-1-4.

4.1.5 FORAGE

Les opérations de forage ont été considérées dans la modélisation. Pour le scénario étudié, une foreuse a été considérée et une cadence de forage de 99 trous par jour a été estimée.

Les taux d'émission de matières particulaires (PMT, PM_{10}, $PM_{2,5}$) résultants des opérations de forage ont été estimés à l'aide du tableau 11.9-4 de la section 11.9 *Western Surface Coal Mining* de l'AP-42 en fonction du nombre de trous forés par jour.

Les opérations de forage sont représentées dans les modélisations à l'aide d'une source volumique. Le positionnement de celle-ci est illustré à la carte B-2-1, tandis que les paramètres physiques et le taux d'émissions utilisé dans le modèle sont présentés en annexe au tableau A-1-5. La caractérisation de la source a été établie en fonction des caractéristiques physiques d'une foreuse Atlas Copco FlexiROC D65 et une cadence de forage constante sur l'ensemble de l'année a été considérée. Finalement, suivant les informations fournies par Falco, une atténuation de 99 % a été appliquée afin de représenter l'utilisation de dépoussiéreurs pour le contrôle des poussières de forage (DSEWPaC, 2012a).

4.1.6 GAZ D'ÉCHAPPEMENT

Les émissions provenant des gaz d'échappement (PMT, PM_{10}, $PM_{2,5}$, CO, NO_x et SO_2) des différents véhicules actifs sur le site ont été considérées lors de la modélisation. La flotte de véhicules prévue a été fournie par Falco. L'évaluation des taux d'émissions des différents équipements est d'abord présentée, suivie de la répartition des émissions et de la caractérisation des sources de modélisation.

ÉVALUATION DES ÉMISSIONS

Équipements hors routes

Pour les véhicules hors route, les facteurs d'émissions (g/hp.hr) ont été estimés suivant la méthode proposée dans le document *Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling Compression-Ignition* (US-EPA, juillet 2010). Les taux d'émission pour chacun des modèles de véhicule ont ensuite été calculés en considérant la puissance des moteurs (hp) et le facteur de chargement en fonction du type d'équipement. Ces différents paramètres sont donnés avec les taux d'émission calculés pour chacun des véhicules au tableau 12.

Pour la présente étude, la teneur en soufre dans le diesel a été fixée à 15 ppm, soit la limite prescrite par le *Règlement sur le soufre dans le carburant diesel* (Environnement Canada, 2013) pour les carburants diesel pour les moteurs hors route. Il est important de préciser que suivant la méthode utilisée, le diamètre de toutes les particules émises par les systèmes d'échappement est assumé inférieur à 10 microns (PM_{10}) de sorte que les taux d'émission pour les PMT et les PM_{10} sont égaux. De plus, la fraction de particules fines ($PM_{2,5}$) sur l'ensemble des particules émises est estimée à 97 %. Finalement, puisque l'âge spécifique de la flotte de véhicules est inconnu, l'augmentation des émissions due à la dégradation des moteurs a été maximisée afin de considérer le scénario « pire cas ».

Équipements routiers

Pour les véhicules routiers, les taux d'émissions ont été estimés à l'aide du modèle MOtor Vehicle Emission Simulator (MOVES) version 2014b-20181203 de l'US-EPA, un modèle utilisé et recommandé par le MTQ. Le modèle permet notamment d'estimer les gaz d'échappement, les émissions du carter du moteur (*crankcase*) ainsi que les émissions dues à l'usure des freins et des pneus.

MOVES a été configuré à l'échelle projet et le mode taux a été utilisé. Les taux d'émissions ont été modélisés pour des routes de type "*Rural Unrestricted Access*" et des camions de type 52 (*Single Unit Short-haul Truck*) et de classe 46 (*Class 6 and 7 Trucks (19,500 lbs < GVWR <= 33,000 lbs)*) pour le camion à eau et de classe 47 (*Class 8a and 8b Trucks (GVWR > 33,000 lbs)*) pour les camions de transport routiers. Une vitesse moyenne de 5 km/h a été considérée sur l'ensemble des tronçons de routes modélisées. En utilisant une vitesse moyenne, la distribution des modes d'opérations (*idling*, accélération, décélération, etc.) est calculée à l'interne par MOVES.

Le carburant 25 001 a été considéré pour l'ensemble des véhicules, correspondant au diesel avec une teneur en soufre de 15 ppm, soit la limite prescrite par le *Règlement sur le soufre dans le carburant diesel* (Environnement Canada, 2013) pour le carburant diesel routier. La formulation par défaut fournie par MOVES a également été utilisée.

Finalement, la distribution par tranche d'âge des véhicules est un intrant important pour MOVES puisque les émissions sont sensibles en fonction de l'âge des véhicules. En effet, les flottes de véhicules avec un pourcentage plus élevé de véhicules plus anciens vont présenter des émissions plus élevées pour deux raisons : Premièrement, les véhicules les plus anciens ont généralement parcouru plus de kilomètres et les systèmes de contrôle des émissions se sont détériorés davantage. Deuxièmement, un pourcentage plus élevé de véhicules plus anciens signifie également un nombre plus élevé de véhicules dans la flotte qui ne respecte pas les normes d'émissions plus récentes et plus strictes.

En absence de données spécifiques, la distribution par tranche d'âge des véhicules par défaut de MOVES pour l'année 2018 a été utilisée.

Les différents paramètres requis pour la méthode sont donnés avec les taux d'émission calculés pour chacun des véhicules routiers au tableau 13.

RÉPARTITION DES ÉMISSIONS ET CARACTÉRISATION DES SOURCES

Basés sur les informations fournies par Falco, les équipements considérés sont détaillés au tableau 14. Ce tableau, incluant le nombre d'équipements et le positionnement de ceux-ci, définit le scénario modélisé pour les gaz d'échappement.

Afin de caractériser les sources d'émission, la machinerie présente sur le site a été séparée en trois catégories distinctes : les équipements de transport, les équipements de support (camion d'arrosage, etc.) et les équipements localisés (excavatrices, bouteurs, etc.). Cette catégorisation est donnée au tableau 14 pour chaque équipement.

Équipements localisés

En ce qui concerne les équipements localisés, la dispersion des émissions n'est pas influencée de façon importante par le mouvement des véhicules puisque les déplacements ont lieu à de faibles vitesses et que les émissions sont propulsées vers le haut à des vitesses relativement grandes. Les caractéristiques physiques réelles (tels que la vitesse et la température des émissions, la hauteur et le diamètre du point d'émission) ont toutes été utilisées pour ces types de véhicules. Celles-ci ont été déterminées en fonction du numéro de modèle de l'équipement considéré. La caractérisation des sources utilisées pour représenter les gaz d'échappement des équipements localisés est donnée en annexe au tableau A-1-6. Les taux d'émission utilisés y sont également présentés.

Équipements de transport

Dans le cas des véhicules de transport, les tuyaux d'échappement sont parfois positionnés horizontalement et/ou sur le côté des véhicules. La dispersion des émissions sera ainsi affectée de façon plus importante par le mouvement et la turbulence créée par les camions. De façon conservatrice, l'effet de flottabilité est négligé et les émissions des gaz d'échappement pour les camions de transport sont représentées dans la modélisation à l'aide de sources volumiques. Ces émissions ont été réparties sur les différents segments en fonction du temps moyen passé sur chacun d'eux (voir tableau 15). Ces proportions ont été estimées à partir du type d'opération associé à chaque segment (chargement, déchargement), de la longueur et de la topographie du segment (terrain plat ou en pente) et du nombre de déplacements requis pour transporter le tonnage prévu entre les différents points. Afin d'éviter d'alourdir inutilement le modèle, les sources associées au routage (voir section 4.1.1) ont été utilisées pour la modélisation de ces gaz d'échappement.

Équipements de support

Pour la modélisation des gaz d'échappement des véhicules de support, les sources associées au routage ont également été utilisées. Les taux d'émissions calculés pour les véhicules de support ont été répartis sur les segments de routage dans la même proportion que les véhicules de transport.

La répartition du temps passé sur chacun des segments par les véhicules de transport et de support est présentée au tableau 15. Les taux d'émissions sont finalement calculés en fonction du nombre d'équipements et du temps passé sur chacun des segments. Les taux d'émissions par segment y sont également présentés.

Tableau 12 : Description et taux d'émissions calculés pour les véhicules hors route utilisés sur le site (CMH5 – Construction)

Véhicule	Type	Puissance (hp)	Tier	Facteur de chargement [1]	Taux d'émission par véhicule (g/s)				
					PM_{10} [2]	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2
Komatsu PC650LC-8	Excavatrice	429	T3	0.59	1.91E-02	1.86E-02	1.04E-01	1.84E-01	3.46E-04
Komatsu PC450-8	Excavatrice	362	T3	0.59	1.62E-02	1.57E-02	8.80E-02	1.55E-01	2.92E-04
Komatsu PC210	Excavatrice	165	T4N	0.59	3.66E-04	3.55E-04	2.71E-03	7.52E-03	9.44E-05
Komatsu D61PX-23	Bouteur à chenilles	168	T4i	0.59	3.73E-04	3.62E-04	2.76E-03	6.94E-02	9.61E-05
Komatsu D65PX-18	Bouteur à chenilles	190	T4N	0.59	4.22E-04	4.09E-04	2.69E-03	8.66E-03	1.09E-04
Hamm 3412	Rouleau compresseur	131.4	T2	0.59	5.89E-03	5.72E-03	3.14E-02	8.46E-02	1.06E-04
Komatsu HM300-5	Camion de transport hors route	324	T4N	0.59	7.20E-04	6.98E-04	5.13E-03	1.48E-02	1.85E-04
A. Copco FlexiROC D65	Foreuse	539	T4i	0.43	8.72E-04	8.46E-04	6.22E-03	1.62E-01	2.25E-04

[1] Appendix A, Median life, annual activity and load factor values for nonroad engine emissions modeling (US-EPA, April 2004)
[2] Toutes les émissions de particules sont considérées plus petites que 10 µm, et donc PMT = PM10.

Tableau 13 : Description et taux d'émissions calculés pour les véhicules routiers utilisés sur le site (CMH5 – Construction)

Véhicule	Vitesse Moyenne (km/h)	Type de source	Classification réglementaire	Taux d'émission par véhicule (g/s) [2]				
				PM_{10} [1]	$PM_{2.5}$	CO	NO_x	SO_2
Camion a eau - 10 roues	5.0	52 - Single Unit Short-haul Truck	46 - Class 6 and 7 Trucks (19,500 lbs < GVWR <= 33,000 lbs)	4.72E-03	3.14E-03	1.12E-02	3.37E-02	4.49E-05
Camion de transport routier	5.0	52 - Single Unit Short-haul Truck	47 - Class 8a and 8b Trucks (GVWR > 33,000 lbs)	5.84E-03	3.18E-03	1.34E-02	4.41E-02	4.54E-05

[1] Toutes les émissions de particules sont considérées plus petites que 10 µm, et donc PMT = PM_{10}.
[2] Taux obtenus avec MOVES2014b.

Tableau 14 : Description du scénario modélisé pour les gaz d'échappement (CMH5 – Construction)

Équipement	Disponibilité mécanique (%)	Nombre d'équipement		Catégorie	Source(s) associée(s) pour le positionnement
		Total dans la flotte	Total considéré		
Komatsu PC650LC-8	100%	1	1	Localisé	loadl1x
Komatsu PC450-8	100%	1	1	Localisé	ldc07cx
Komatsu PC210	100%	1	1	Localisé	ldc06wx
Komatsu D61PX-23	100%	1	1	Localisé	doz01x
Komatsu D65PX-18	100%	1	1	Localisé	doz02x
Hamm 3412	100%	1	1	Localisé	rol01x
Komatsu HM300-5	100%	5	5	Transport	Sources de routage
A. Copco FlexiROC D65	100%	1	1	Localisé	drill1x
Camion de transport routier	100%	5-6	5	Transport	Sources de routage
Camion a eau - 10 roues	100%	1	1	Support	Sources de routage

Tableau 15 : Répartition des taux d'émission des gaz d'échappement (CMH5 – Construction)

Nom du segment	Temps passé sur chaque segment (%)			Taux d'émission (routage + support) (g/s)				
	Komatsu HM300-5	Camion de transport routier	Véhicules de Support	PM_{10} [1]	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2
C02_C01	0	9.7	6.9	3.16E-03	1.76E-03	7.28E-03	2.37E-02	2.51E-05
C03_C02	0	10.6	7.5	3.45E-03	1.92E-03	7.96E-03	2.59E-02	2.75E-05
C06_C03	0	49.5	35.0	1.61E-02	8.96E-03	3.71E-02	1.21E-01	1.28E-04
C07_C03	0	30.2	21.4	9.83E-03	5.47E-03	2.26E-02	7.38E-02	7.82E-05
C10_C11	100.0	0	29.2	4.98E-03	4.41E-03	2.89E-02	8.37E-02	9.40E-04

[1] Toutes les particules émises sont supposées être plus petites que 10 microns donc PMT = PM_{10}.

4.1.7 VENTILATION DE LA MINE SOUTERRAINE EN PRÉPRODUCTION

Lors de la préproduction, la ventilation de la mine souterraine est active et la sortie d'air vicié est identifiée par l'ancien puit Quemont No. 2. Le débit d'air évacué prévu varie selon les étapes de développement et de réhabilitation de la mine. Le débit maximal de la période de préproduction a été choisi pour la modélisation, soit un débit de 445 000 pi^3/min. Cette sortie est identifiée comme une source d'émission de matières particulaires et de gaz de combustion. Les caractéristiques physiques de la source sont présentées au tableau A-1-7. Les émissions, quant à elles, sont liées à **l'utilisation d'équipements miniers**, à la **manipulation de matériaux** et à **l'utilisation d'explosif** dans la mine souterraine. Les taux d'émission ont donc été estimés en trois étapes décrites ci-dessous :

Gaz d'échappement des équipements miniers souterrains

L'utilisation de machineries fonctionnant au diesel constitue une source d'émissions de gaz d'échappement (PMT, $PM_{2,5}$, NO_x, SO_2 et CO). La flotte prévue pour la préproduction a été considérée.

La méthode utilisée pour déterminer les taux d'émission est la même que celle présentée à la section 4.1.6 pour les gaz d'échappement des équipements miniers hors route. Les taux d'émissions ainsi estimés pour chacun des véhicules sont présentés au tableau A-1-8. De plus, en raison du mélange des gaz d'échappement et de l'air avant d'atteindre les sorties de ventilation, les facteurs d'utilisation des machineries ont été considérés dans l'évaluation des taux. Les taux d'émissions moyens considérés pour l'ensemble des véhicules sont présentés au tableau A-1-9. Les taux d'émissions sont indiqués pour les cas sans et avec les équipements à faible émission. De plus, ces derniers sont indiqués en caractère gras afin de mettre en évidence l'effet de l'application des mesures d'atténuation sur la ventilation proposées par Falco. Ces équipements consistent en l'utilisation des chargeuses électriques (Sandvik LH621) et de certains équipements avec un moteur de type Tier 4.

Les taux d'émission estimés ainsi correspondent à une concentration en **$PM_{2,5}$** à la sortie de 0,84 mg/Nm^3, dans le cas sans les équipements à faible émission. À titre de comparaison, une étude (McDonald, 2012) présente des échantillonnages pour des mines d'or souterraines. Les concentrations en **$PM_{2,5}$** mesurées près des sorties de ventilation varient entre 0,53 à 0,68 mg/Nm^3. Le taux d'émission résultant est donc considéré comme conservateur.

Également, l'*Ontario Mining Association* suggère l'utilisation d'une concentration de 0,86 mg/Nm^3 de **PMT** (OMA, 2003). Cette estimation est basée sur des échantillonnages réalisés à diverses mines souterraines. Or, le ratio de $PM_{2,5}$/PMT suggéré est de 25 % ce qui porte la concentration des émissions de $PM_{2,5}$ à 0,22 mg/Nm^3. Cette dernière concentration semble relativement faible considérant que les émissions de particules fines sont principalement composées de gaz d'échappement. Ce ratio provenant de l'*Ontario Mining Association* a par conséquent été ignoré.

Ainsi, il a été choisi de conserver la méthode d'estimation des taux par le calcul des émissions liées à chacun des équipements miniers et de combiner ces émissions vers les sorties de ventilation de la mine. La somme des émissions considérées est présentée au tableau A-1-10 pour la catégorie *gaz d'échappement*. Les taux d'émissions indiqués pour le cas avec les équipements à faible émission sont ceux qui ont été considérés dans le scénario de construction.

Manipulation de matériaux

L'estimation des émissions de matières particulaires liées à la manipulation de matériaux dans une mine souterraine est très complexe. En effet, l'humidité élevée des matériaux manipulés et des parois de la mine contribue à la déposition et à l'atténuation des émissions lorsque ces dernières sont acheminées vers les sorties de ventilation. Malgré tout, les émissions de matières particulaires liées à la manipulation de matériaux ont pu être estimées.

L'estimation est basée sur l'étude de McDonald présentée à la section précédente. Dans cette étude, le ratio des $PM_{2,5}$ associées aux gaz d'échappement, est estimé à 80 %. Or, selon ce ratio et la concentration en $PM_{2,5}$ estimée pour les gaz d'échappement pour le cas sans les équipements à faible émission, une concentration de 0,21 mg/Nm^3 directement associée aux émissions de matières particulaires découlant de la manipulation de matériaux a donc été calculée. La concentration totale des émissions de $PM_{2,5}$ se sommant alors à 1,04 mg/Nm^3, concentration considérée amplement conservatrice relativement à celle de McDonald et de l'*Ontario Mining Association*.

Les émissions en PMT et PM_{10} ont ensuite été calculées à partir des distributions de tailles des particules de la catégorie 3 (*Unprocessed Ore*) de l'annexe B.2 de l'AP-42. Les émissions ainsi estimées sont présentées au tableau A-1-10 pour la catégorie *manipulation de matériaux*.

Sautage

Les émissions en matières particulaires et en composés gazeux liés au sautage ont été estimées à partir des sautages prévus. Dans le scénario de modélisation, un sautage est considéré à 15h. Aucune information n'était disponible pour les sautages en période de préproduction. Les conditions de sautage pour la période de production ont donc été utilisées. Selon les informations de Falco, la quantité d'explosif typique utilisé sera de 54 tonnes par semaine et cinq sautages sont prévus par semaine, soit un sautage par jour de semaine. La surface sautée des sautages les plus importants est estimée à 500 m^2. La méthode utilisée pour déterminer les taux d'émission est la même que celle présentée à la section 4.1.4. Les émissions ainsi estimées sont présentées au tableau A-1-10 pour la catégorie *sautage*.

Les émissions totales sont ensuite combinées et associées à la sortie d'émission de la ventilation, celles-ci sont présentées aux tableaux A-1-11 et A-1-12 pour l'opération en continu (*gaz d'échappement* et *manipulation de matériaux*) et pour les sautages, respectivement.

4.1.8 ÉROSION ÉOLIENNE

Dans la modélisation du scénario de construction, l'érosion éolienne sur l'aire de construction a été prise en compte.

Afin de quantifier les émissions de matière particulaire dues à l'érosion éolienne, l'équation (8.11) du *Guide pour les carrières et sablières* de l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP, 2014) a été utilisée sur une base horaire, comme prescrit par le MELCC. Pour ce faire, la vitesse du vent chaque heure a été utilisée et comparée à la vitesse seuil de 19,3 km/h à partir de laquelle l'érosion éolienne apparaît. Le taux d'émission est alors effectif lorsque la vitesse du vent est supérieure à cette vitesse seuil et nul lorsque la vitesse du vent est inférieure à celle-ci.

De plus, comme l'équation est considérée sur une base horaire, le facteur d'atténuation dû aux précipitations n'est pas pris en compte. Il est également important de mentionner que, outre l'omission du facteur d'atténuation lié aux précipitations, le total des émissions annuelles calculées suivant la formulation horaire est identique au total calculé suivant la formulation traditionnelle de l'équation de l'INRP. Seule la répartition des émissions est affectée.

En absence de données spécifiques au projet, la teneur en limon (silt) des différentes matières sujettes à l'érosion éolienne a été fixée à 8,5 %, soit la même teneur que celle considérée sur les routes.

L'érosion éolienne a été représentée dans les modélisations à l'aide de sources surfaciques. Les caractéristiques physiques de la source ont été compilées à partir de l'empreinte de l'usine de traitement en construction et sont présentées au tableau A-1-13, avec les taux d'émission calculés.

4.2 SITE DU CMH5 – SCÉNARIO D'EXPLOITATION

La localisation des sources d'émissions considérées pour le scénario d'exploitation au site du CMH5 est présentée à la carte B-3-1. L'ensemble des opérations d'exploitation est généralement prévu en continu 24 heures par jour. De plus, à l'exception de la section 4.2.4, l'ensemble des activités décrites ci-dessous représente les activités survenant à la surface.

4.2.1 USINE DE TRAITEMENT DU MINERAI

Pendant la période d'exploitation, l'usine de traitement du minerai comprendra une section destinée à la récupération des métaux et une autre à la production du remblai en pâte. Le procédé comprendra plusieurs sources d'émissions ponctuelles à l'atmosphère qui ont été considérées dans la modélisation. L'inventaire des points d'émissions, ainsi que leurs caractéristiques physiques, a été déterminé par Falco et est présenté au tableau A-2-1. Certaines sources ne sont pas en opération en continu et un horaire spécifique à chaque source a donc été considéré.

Il est important de rappeler que WSP n'a pas procédé à l'analyse du procédé ainsi qu'à l'inventaire et l'évaluation des substances émises liées à l'exploitation de l'usine de traitement. La liste des sources d'émissions considérées ici et des substances émises a été directement fournie par Falco.

Les taux d'émission considérés dans la présente étude pour les sources d'émissions de l'usine de traitement ont été évalués selon trois méthodes : soit directement **fournis par l'ingénierie**, estimée selon la **combustion de gaz naturel** ou estimé à partir d'une concentration pour certains **épurateurs**.

Taux fournis par l'ingénierie

Pour quatre sources d'émissions, les taux d'émissions ont été fournis directement par l'ingénierie de Falco et sont présentés au tableau A-2-2.

Combustion de gaz naturel

L'utilisation de gaz naturel pour le chauffage en hiver à l'usine a été identifiée comme source d'émission de composé de combustion. Un total de sept sources d'émission a été identifié pour une puissance totale d'environ 800 kW. Ces sources ont été considérées actives du d'octobre à avril.

Les taux d'émission liés à la combustion de gaz naturel ont été estimés à partir de la puissance des équipements et des facteurs d'émission des tableaux 1.4-1 et 1.4-2 de la section 1.4 *Natural Gas Combustion* de l'AP-42. Les facteurs pour la catégorie *Controlled - Low NOx burners (<100 MMBtu/hr)* ont été utilisés.

Les taux d'émissions de ces sources sont présentés au tableau A-2-3.

Épurateurs

Un total de cinq épurateurs, possédant des émissions de matières particulaires, a été identifié. Ces émissions ont été fixées à 30 mg/m^{3}R, soit la limite prescrite à l'article 10 du RAA. Des taux d'efficacité de filtration des dépoussiéreurs ont été utilisés afin d'estimer les ratios de PM_{10}/PMT et $PM_{2,5}$/PMT. Pour le dépoussiéreur associé au sulfate de cuivre, un ratio de 100 % de $PM_{2,5}$ a été considéré par conservatisme.

Les taux d'émissions de ces sources sont présentés au tableau A-2-4.

4.2.2 ROUTAGE (RESUSPENSION)

La description des opérations ainsi que les caractéristiques physiques des routes, telles que l'emplacement et les dimensions (longueur et largeur) pour la période d'exploitation, ont été compilées à partir des informations fournies par Falco. La flotte de camions considérée est détaillée au tableau 16 pour le scénario étudié.

Tableau 16 : Description de la flotte de camions de transport prévue (CMH5 – Exploitation)

Véhicule	Hauteur (m)	Largeur (m)	Poids du véhicule (t)	Charge utile (t)	Nombre de véhicules dans la flotte (sur le site)	Utilisation
Camion routier 30t (Kenworth T800)	2.8	2.6	27.5	30.0	5	Livraisons des réactifs et du concentré
Camion routier 36t (Kenworth T800)			21.5	36.0		

Le scénario de routage considéré pour le scénario d'exploitation est présenté au tableau 17 et comprend trois trajets. Les camions routiers sont utilisés pour toutes les livraisons de réactifs et de concentré de cuivre. Pour les fins de la modélisation, des camions routiers Kenworth T800 ont été considérés. Selon les types de matériaux transportés, deux charges utiles sont considérées. Le nombre de voyages calculé est présenté au tableau 17, pour chacun des trajets et chacun des camions. En ce qui concerne la livraison des réactifs, l'accès à l'usine se fait à différents endroits, pour les besoins de la modélisation deux points de livraisons les plus fréquents ont été sélectionnés et un nombre équivalent de livraisons a été réparti à ces deux points d'accès.

Tableau 17 : Description du scénario de routage modélisé (CMH5 – Exploitation)

Trajets	Description	Longueur du trajet (m)	Quantité de matériel déplacé (t/jour)		Nombre de déplacements [1] (déplacements/jour)	
			Camion routier 30t	Camion routier 36t	Camion routier 30t	Camion routier 36t
E08_E01	Livraison de concentré de cuivre vers l'extérieur du site	361	130	0	9	0
E01_E07	Livraison vers l'usine	1175	49	0	3	0
E01_E05	Livraison vers l'usine	880	0	260	0	14
[1] Un aller-retour correspond à 2 déplacements.						

Les trois trajets ont été subdivisés en six segments, formant un réseau d'environ 1 km. Ces segments sont détaillés au tableau 18. Les trajets et segments sont identifiés par leur point de départ et d'arrivée et peuvent être localisés à la carte B-3-1. Dans la modélisation, chacun de ces segments est représenté par une série de sources volumiques adjacentes, considérant la proximité de la limite d'application. Pour chacun des segments, le poids moyen et la hauteur moyenne des camions ainsi que la distance parcourue (VKT) ont été déterminés en fonction du nombre de déplacements. La hauteur de relâche et la dispersion initiale verticale ont été estimées en fonction de la hauteur moyenne des camions sur le segment tandis que la dispersion initiale horizontale a été estimée en fonction de la largeur des routes. La largeur des routes a été fixée à 12,5 m sur l'ensemble du site. Dans les modélisations, trois mètres additionnels sont ajoutés de chaque côté de la route afin de tenir compte des émissions de poussières qui sont susceptibles de se produire par turbulence. Une largeur totale de 18,5 m est donc utilisée. Ces différents paramètres sont les mêmes pour chacune des sources d'un même segment et sont également donnés au tableau 18. Les coordonnées de chacune de ces sources sont pour leur part données en annexe au tableau A-2-5.

Les taux d'émissions de particules associées à chacun des segments ont finalement été estimés de façon conservatrice à partir des facteurs d'émission proposés dans la section 13.2.2 *Unpaved Roads* de l'AP-42. Les différentes informations utilisées pour le calcul des taux d'émissions sont regroupées au tableau 18. Une teneur en silt de 8,5 % sélectionnée pour le scénario de construction a été conservée.

Enfin, il est important de préciser qu'un facteur d'atténuation de 0,25 a été appliqué aux sources de routage afin de prendre en compte une réduction des particules émises de l'ordre de 75 %, découlant de l'arrosage régulier des routes ou de la pluie. Ce taux d'atténuation a été estimé à partir du tableau 4 du document *Emission Estimation Technique Manual for Mining* du *National Pollutant Inventory* (NPI, 2012).

4.2.3 GAZ D'ÉCHAPPEMENT

Les émissions provenant des gaz d'échappement (PMT, PM_{10}, $PM_{2,5}$, CO, NO_x et SO_2) des différents véhicules actifs sur le site ont été considérées lors de la modélisation du scénario d'exploitation. La flotte de véhicules prévue a été fournie par Falco. Des camions routiers utilisés pour la livraison des réactifs et du concentré de cuivre sont considérés. Enfin, une locomotive de manœuvre a été considérée pour le déplacement des wagons de concentré de zinc. Selon la description des opérations, celle-ci est considérée de jour seulement. L'évaluation des taux d'émissions des différents équipements est d'abord présentée, suivie de la répartition des émissions et de la caractérisation des sources de modélisation.

ÉVALUATION DES ÉMISSIONS

Équipements hors routes et routiers

La méthodologie pour estimer les facteurs d'émission est la même que celle présentée à la section 4.1.6 autant pour les véhicules hors routes que routiers. Les différents paramètres requis pour la méthode sont donnés avec les taux d'émission calculés pour chacun des véhicules hors route et routier aux tableaux 19 et 20, respectivement.

RÉPARTITION DES ÉMISSIONS ET CARACTÉRISATION DES SOURCES

Basés sur les informations fournies par Falco, les équipements considérés sont détaillés au tableau 21. Ce tableau, incluant le nombre d'équipements et le positionnement de ceux-ci, définit le scénario modélisé pour les gaz d'échappement. Puisque les camions routiers sortent du site, un total de 5 camions a été considéré présent sur le site.

Afin de caractériser les sources d'émission, la machinerie présente sur le site a été séparée en deux catégories distinctes : les équipements de transport et les équipements localisés (trains). Cette catégorisation est donnée au tableau 21 pour chaque équipement.

Équipements localisés

La méthodologie de modélisation des équipements localisés est la même que celle décrite à la section 4.1.6. La caractérisation des sources utilisées pour représenter les gaz d'échappement des équipements localisés est donnée en annexe au tableau A-2-6. Les taux d'émission utilisés y sont également présentés.

Équipements de transport

La méthodologie de modélisation des équipements de transport est la même que celle décrite à la section 4.1.6. Ces émissions ont été réparties sur les différents segments en fonction du temps moyen passé sur chacun d'eux (voir tableau 22). Les sources associées au routage (voir section 4.2.2) ont été utilisées pour la modélisation de ces gaz d'échappement.

Tableau 18 : Description des segments de routage modélisés (CMH5 – Exploitation)

Segment	Longueur du segment (m)	Largeur du segment (m)	Hauteur moyenne des véhicules (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Teneur en limon (%)	Poids moyen des véhicules (tons)	Facteur d'émission (lb/VMT)			Nombre de déplacements (jour^{-1})	VKT	Taux d'émission sans atténuation (g/s)			Atténuation (%)	Groupe lithologique
									PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$			PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$		
E04_E03	148	12.5	2.8	2.4	8.60	2.25	8.5	43.5	12.83	3.67	0.37	14.4	2.1	8.90E-02	2.54E-02	2.54E-03	75	Granulat de route
E03_E02	122	12.5	2.8	2.4	8.60	2.25	8.5	43.5	12.83	3.67	0.37	14.4	1.8	7.37E-02	2.10E-02	2.10E-03	75	
E02_E01	110	12.5	2.8	2.4	8.60	2.25	8.5	45.0	13.02	3.72	0.37	26.4	2.9	1.23E-01	3.53E-02	3.53E-03	75	
E02_E08	71	12.5	2.8	2.4	8.60	2.25	8.5	46.8	13.26	3.79	0.38	8.7	0.6	2.64E-02	7.56E-03	7.56E-04	75	
E02_E07	477	12.5	2.8	2.4	8.60	2.25	8.5	46.8	13.26	3.79	0.38	3.3	1.6	6.76E-02	1.93E-02	1.93E-03	75	
E04_E05	60	12.5	2.8	2.4	8.60	2.25	8.5	43.5	12.83	3.67	0.37	14.4	0.9	3.65E-02	1.04E-02	1.04E-03	75	
E04_E03	148	12.5	2.8	2.4	8.60	2.25	8.5	43.5	12.83	3.67	0.37	14.4	2.1	8.90E-02	2.54E-02	2.54E-03	75	
E03_E02	122	12.5	2.8	2.4	8.60	2.25	8.5	43.5	12.83	3.67	0.37	14.4	1.8	7.37E-02	2.10E-02	2.10E-03	75	

Tableau 19 : Description et taux d'émissions calculés pour les véhicules hors route utilisés sur le site (CMH5 – Exploitation)

Véhicule	Type	Puissance (hp)	Tier	Facteur de chargement [1]	Taux d'émission par véhicule (g/s)				
					PM_{10} [2]	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2
Rail King Railcar Mover	Transport hors route	210	T2	0.59	6.40E-03	6.21E-03	4.33E-02	1.32E-01	1.69E-04

[1] Appendix A, Median life, annual activity and load factor values for nonroad engine emissions modeling (US-EPA, April 2004)
[2] Toutes les émissions de particules sont considérées plus petites que 10 µm, et donc PMT = PM_{10}.

Tableau 20 : Description et taux d'émissions calculés pour les véhicules routiers utilisés sur le site (CMH5 – Exploitation)

Véhicule	Vitesse Moyenne (km/h)	Type de source	Classification réglementaire	Taux d'émission par véhicule (g/s) [2]				
				PM_{10} [1]	$PM_{2.5}$	CO	NO_x	SO_2
Camion de transport routier	5.0	52 - Single Unit Short-haul Truck	47 - Class 8a and 8b Trucks (GVWR > 33,000 lbs)	5.84E-03	3.18E-03	1.34E-02	4.41E-02	4.54E-05

[1] Toutes les émissions de particules sont considérées plus petites que 10 µm, et donc PMT = PM_{10}; [2] Taux obtenus avec MOVES2014b.

Tableau 21 : Description du scénario modélisé pour les gaz d'échappement (CMH5 – Exploitation)

Équipement	Disponibilité mécanique (%)	Nombre d'équipement		Catégorie	Source(s) associée(s) pour le positionnement
		Total dans la flotte	Total considéré		
Camion de transport routier	100	5	5	Transport	Sources de routage
Rail King Railcar Mover	100	1	1	Localisé	trainx

Tableau 22 : Répartition des taux d'émission des gaz d'échappement (CMH5 – Exploitation)

Nom du segment	Temps passé sur chaque segment (%)	Taux d'émission (routage + support) (g/s)				
	Camion de transport routier	PM_{10} [1]	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2
E02_E01	28.8	8.40E-03	4.57E-03	1.93E-02	6.34E-02	6.53E-05
E02_E07	16.1	4.69E-03	2.56E-03	1.08E-02	3.54E-02	3.65E-05
E02_E08	6.1	1.77E-03	9.62E-04	4.06E-03	1.33E-02	1.37E-05
E03_E02	17.4	5.09E-03	2.77E-03	1.17E-02	3.84E-02	3.96E-05
E04_E03	23.0	6.73E-03	3.66E-03	1.54E-02	5.08E-02	5.23E-05
E04_E05	8.6	2.52E-03	1.37E-03	5.78E-03	1.90E-02	1.96E-05

[1] Toutes les particules émises sont supposées être plus petites que 10 microns donc PMT = PM_{10}.

4.2.4 VENTILATION DE LA MINE SOUTERRAINE EN PRODUCTION

Lors de la production, la ventilation de la mine souterraine est active et une sortie d'air vicié est identifiée au sud du site. Le débit d'air évacué prévu est de 800 000 pi^3/min. De manière similaire à la section 4.1.7, cette sortie est identifiée comme une source d'émission de matières particulaires et de gaz de combustion. Les caractéristiques physiques des sources sont présentées au tableau A-2-7. Les émissions, quant à elles, sont liées à **l'utilisation d'équipements miniers**, à la **manipulation de matériaux** et à **l'utilisation d'explosif** dans la mine souterraine. Les taux d'émission ont donc été estimés en trois étapes décrites ci-dessous :

Gaz d'échappement des équipements miniers souterrains

L'utilisation de machineries fonctionnant au diesel constitue une source d'émissions de gaz d'échappement (PMT, $PM_{2,5}$, NO_x, SO_2 et CO). La flotte prévue pour la production a été considérée.

La méthode utilisée pour déterminer les taux d'émission est la même que celle présentée à la section 4.1.7 pour les gaz d'échappement des équipements miniers souterrains. Les taux d'émissions ainsi estimés pour chacun des véhicules sont les mêmes que pour la préproduction et sont présentés au tableau A-1-8. Les taux d'émissions moyens considérés pour l'ensemble des véhicules de la production sont présentés au tableau A-2-8. Les taux d'émissions sont indiqués pour les cas sans et avec les équipements à faible émission. De plus, ces derniers sont indiqués en caractère gras afin de mettre en évidence l'effet de l'application des mesures d'atténuation sur la ventilation proposées par Falco. Ces équipements consistent en l'utilisation des chargeuses électriques (Sandvik LH621) et de certains équipements avec un moteur de type Tier 4.

Les taux d'émission estimés ainsi correspondent à une concentration en **$PM_{2,5}$** à la sortie de 0,86 mg/Nm^3, dans le cas sans les équipements à faible émission. Ce taux d'émission, similaire à la concentration évaluée en préproduction, est également considéré comme conservateur par rapport à l'étude de McDonald présentée précédemment. La somme des émissions considérées des équipements est présentée au tableau A-2-9 pour la catégorie *gaz d'échappement*. Les taux d'émissions indiqués pour le cas sans les équipements à faible émission sont ceux qui ont été considérés dans la variante A, tandis que ceux indiqués pour le cas avec les équipements à faible émission et le Système d'Épuration (discuté ci-dessous) sont ceux qui ont été considérés dans les variantes B et C.

Manipulation de matériaux

Les émissions de matières particulaires liées à la manipulation de matériaux ont été estimées selon la même méthode que celle présentée à la section 4.1.7. Selon cette méthode, une concentration de 0,21 mg/Nm^3 directement associée aux émissions de matières particulaires découlant de la manipulation de matériaux a été calculée. La concentration totale des émissions de $PM_{2,5}$ se sommant alors à 1,07 mg/Nm^3, concentration considérée amplement conservatrice relativement à celle de McDonald et de l'*Ontario Mining Association*.

Les émissions en PMT et PM_{10} ont ensuite été calculées à partir des distributions de tailles des particules de la catégorie 3 (*Unprocessed Ore*) de l'annexe B.2 de l'AP-42. Les émissions ainsi estimées sont présentées au tableau A-2-9 pour la

catégorie *manipulation de matériaux*. Les taux d'émissions indiqués pour le cas sans le Système d'Épuration ont été considérés pour la variante A, tandis que ceux indiqués le cas avec le Système d'Épuration ont été considérés pour les variantes B et C.

Sautage

Les émissions en composés gazeux liés au sautage ont été estimées à partir des sautages prévus. Dans le scénario de modélisation, un sautage est considéré à 15h. Selon les informations de Falco, la quantité d'explosif typique utilisé sera de 54 tonnes par semaine et cinq sautages sont prévus par semaine, soit un sautage par jour de semaine. La surface sautée des sautages les plus importants est estimée à 500 m^2. La méthode utilisée pour déterminer les taux d'émission est la même que celle présentée à la section 4.1.4. Les émissions ainsi estimées sont présentées au tableau A-2-9 pour la catégorie *sautage*.

Les émissions totales sont ensuite combinées et associées à la sortie d'émission de la ventilation, celles-ci sont présentées aux tableaux A-2-10 et A-2-11 pour l'opération en continu (*gaz d'échappement* et *manipulation de matériaux*) et pour les sautages, respectivement, et ce pour chacune des variantes.

Système d'Épuration

Le Système d'Épuration proposé prévoit l'installation de plusieurs unités d'épuration des poussières directement à la sortie de la ventilation de la mine. Falco propose d'utiliser le système développé par la compagnie Englo (ou un système de même efficacité) n'utilise pas de filtre, mais permet plutôt l'extraction des poussières en les combinant à de la brume. Il est prévu que plusieurs unités seront installées dans le système de ventilation de façon à permettre l'épuration de la totalité de l'air sortant.

Selon le rapport technique de la compagnie Englo (Englo, 2019), le système prévoit une efficacité d'extraction élevée. En particulier, pour les particules supérieures à 1 µm l'efficacité d'extraction est supérieure à 99,88 %. La figure 2 montre la courbe d'efficacité d'épuration du système pour cette tranche de taille des particules. La presque totalité des métaux émis se retrouve dans cette tranche de taille des particules. En effet, selon la distribution de taille des particules sélectionnée pour la *manipulation de matériaux*, 96 % des émissions de particules (et donc des métaux) sont supérieures à 1 µm. Pour les particules de taille inférieure à 1 µm, l'efficacité d'épuration prévue par le fabricant diminue avec la taille des particules. La figure 3 montre l'efficacité d'épuration pour cette tranche granulométrique. Cette dernière est plutôt pertinente pour les émissions de particules fines liées aux g*az d'échappement des équipements miniers souterrains* où la majorité des émissions sont inférieures à 1 µm.

Pour les fins de la modélisation, un facteur d'atténuation par tranche granulométrique a été établi. Compte tenu de la différence dans les distributions de particules selon les sources d'émission, les facteurs d'atténuation ont été établis pour chacun des types d'émission.

Pour les émissions liées à la *manipulation de matériaux*, la distribution de taille utilisée provient de l'AP-42, comme discuté ci-dessus. Une régression log-normale a été effectuée sur celle-ci afin d'obtenir une bonne précision pour chacune des tranches granulométriques. Pour les émissions liées aux g*az d'échappement*, une distribution provenant de la littérature a été utilisée. La distribution retenue provient des travaux de Mohammed et al. (Mohammed, 2015), où la mesure d'une des familles de composés les plus abondantes parmi les émissions de particules d'un moteur diesel est présentée, et ce, avec une bonne précision sur les tailles des particules. Les valeurs du tableau 2 de cet article ont donc été utilisées. Les distributions cumulatives (en masse) de taille des particules retenues sont présentées à la figure 4. La comparaison entre les deux distributions montre bien la différence entre les deux types de sources, où environ 80 % des émissions liées aux gaz d'échappement sont inférieures à 1 µm comparativement à 4 % pour la manipulation des matériaux.

L'efficacité d'épuration est ensuite déterminée par la moyenne pondérée entre la distribution de particules et la courbe d'efficacité, et ce, en tenant compte des tailles inférieures à 1 µm. Les atténuations obtenues, spécifiques à chaque type d'émissions, sont données au tableau 23. Pour les émissions liées aux sautages, les mêmes atténuations que pour la manipulation des matériaux ont été utilisées. L'atténuation obtenue pour les particules totales liée à la manipulation des matériaux, et donc des métaux émis, est de 98,64 %. Le Système d'Épuration s'avère donc très efficace pour la réduction des émissions de métaux.

Figure 2 : Efficacité du Système d'Épuration en fonction de la taille des particules, supérieure à 1 µm

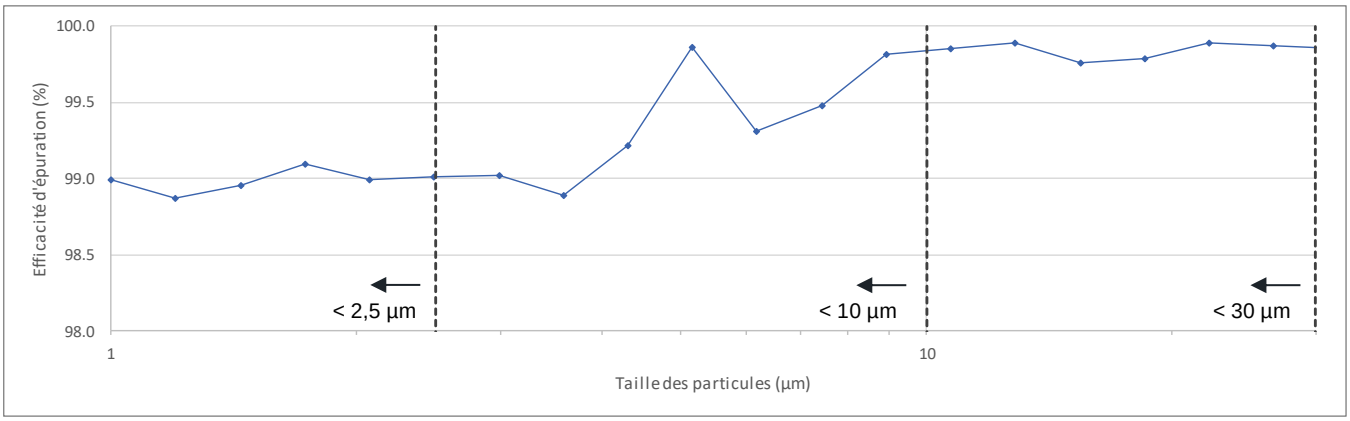


Figure 3 : Efficacité du Système d'Épuration en fonction de la taille des particules, supérieure à 0,1 µm

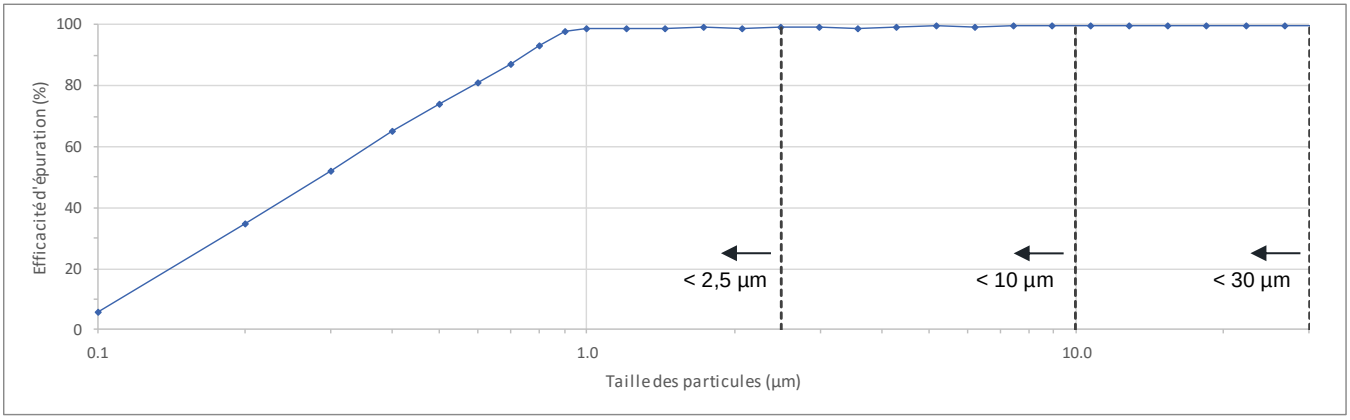


Figure 4 : Distribution cumulative (% de la masse) de la taille des particules en fonction du type d'émission

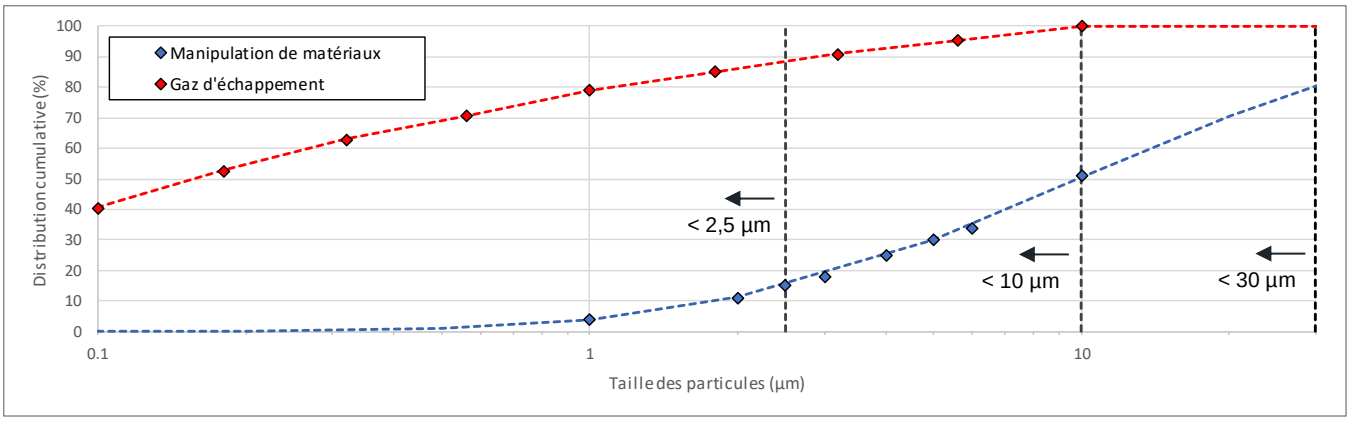


Tableau 23 : Efficacité du Système d'Épuration selon le type d'émission et selon la taille des particules

Tranche granulométrique	Taille des particules	Efficacité d'épuration (%)	
		Manipulation de matériaux	Gaz d'échappement
P1	x < 2,5 µm	93,93%	35,34%
P2	2,5 µm < x < 10 µm	98,97%	98,97%
P3	x >10 µm	99,84%	99,84%
$PM_{2,5}$	x < 2,5 µm	93,93%	35,34%
PM_{10}	x < 10 µm	97,49%	37,25%
PMT	*toutes les tailles*	98,64%	37,25%

4.2.5 ÉROSION ÉOLIENNE

L'érosion éolienne de la halde de minerai temporaire a été prise en compte dans le scénario de modélisation. Néanmoins, comme décrit à la section 3.3.2, la halde temporaire sera présente pour une durée de quelques semaines en début de production. Ainsi, celle-ci a été incluse dans la modélisation des variantes A et B du scénario d'exploitation seulement. Pour la variante C, soit la situation la plus représentative de l'exploitation à long terme de l'usine, cette source n'a pas été considérée.

La méthodologie pour le calcul des émissions est la même que celle présentée à la section 4.1.8.

En absence de données spécifiques au projet, la teneur en limon (silt) du minerai a été fixée à 9,5 %, soit la teneur de la catégorie *Lump Ore* du tableau 13.2.4-1 de la section 13.2.4 *Aggregate Handling And Storage Piles* de l'AP-42.

L'érosion éolienne a été représentée dans les modélisations à l'aide de sources surfaciques. Les caractéristiques physiques de la source ont été compilées à partir des informations de Falco et sont présentées au tableau A-2-12, avec les taux d'émission calculés.

4.3 SITE DES IGRM – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION

Au site des IGRM, l'ensemble des opérations de construction est prévu de jour, la semaine, soit 5 jours par semaine et 12 heures par jour. Dans la modélisation, ces opérations sont considérées effectives tous les jours de façon à tester l'ensemble de l'échantillon météorologique. Cependant, l'horaire journalier est pris en compte.

La localisation des sources d'émissions considérées pour le scénario de construction au site des IGRM est présentée à la carte B-4-1.

4.3.1 ROUTAGE (RESUSPENSION)

Le soulèvement de la poussière lors du transport des différentes matières sur le réseau de routes non pavées est habituellement le principal contributeur parmi les sources fugitives d'un site minier. Or, puisque l'intensité des émissions est directement proportionnelle à la quantité de matériel transporté, au type de véhicule utilisé et à la teneur en limon (silt) contenue dans les matériaux utilisés pour la construction et l'entretien des surfaces de roulement, les différents trajets empruntés sur le réseau routier du complexe minier doivent donc être suffisamment détaillés pour permettre d'établir un taux d'émissions spécifique à chacun des tronçons de route.

La description des opérations ainsi que les caractéristiques physiques des routes, telles que l'emplacement et les dimensions (longueur et largeur), ont été compilées à partir des informations fournies par Falco. La flotte de camions prévue est détaillée au tableau 24 pour le scénario étudié.

Le scénario de routage considéré pour le scénario de construction est présenté au tableau 25 et comprend deux trajets. Les camions hors route Komatsu HD325 sont dédiés au transport local, de la carrière à la digue PCT-A. Les camions routiers sont pour leur part utilisés pour le transport des matériaux en provenance de la carrière à l'extérieur du site vers la digue médiane. Pour les fins de la modélisation, des camions routiers Kenworth T800 ont été considérés. De plus, il est important de rappeler

que l'option d'exploiter une carrière sur le site est privilégiée par Falco, mais cette option n'est pas confirmée et la localisation de celle-ci est actuellement inconnue. Le nombre de voyages calculé est finalement présenté au tableau 25, pour chacun des trajets et des camions. À cet effet, la provenance des matériaux a été estimée par Falco à 50 % de la carrière locale et 50 % de la carrière externe.

Tableau 24 : Description de la flotte de camions de transport prévue (IGRM – Construction)

Véhicule	Hauteur (m)	Largeur (m)	Poids du véhicule (t)	Charge utile (t)	Nombre de véhicules dans la flotte	Utilisation
Komatsu HD325	4.2	4.5	28.7	36.5	5	Carrière locale
Camion routier (Kenworth T800)	2.8	3.1	28.2	35.0	6	Carrière externe

Tableau 25 : Description du scénario de routage modélisé (IGRM – Construction)

Trajets	Description	Longueur du trajet (m)	Quantité de matériel déplacé (t/jour)			Nombre de déplacements [1] (déplacements/jour)	
			Total	Komatsu HD325	Camion routier	Komatsu HD325	Camion routier
T01_T09	Carrière ext. vers Digue Mediane	3 879	6 481	0	6 481	0	370
T18_T11	Carrière locale vers PCT-A	2 953	6 481	6 481	0	355	0
[1] Un aller-retour correspond à 2 déplacements.							

Les deux trajets ont été subdivisés en 14 segments, formant un réseau de plus de 5 km. Ces segments sont détaillés au tableau 26. Les trajets et segments sont identifiés par leur point de départ et d'arrivée et peuvent être localisés à la carte B-4-1. Dans la modélisation, chacun de ces segments est représenté par une série de sources volumiques alternées. Pour chacun des segments, le poids moyen et la hauteur moyenne des camions ainsi que la distance parcourue (VKT) ont été déterminés en fonction du nombre de déplacements. La hauteur de relâche et la dispersion initiale verticale ont été estimées en fonction de la hauteur moyenne des camions sur le segment tandis que la dispersion initiale horizontale a été estimée en fonction de la largeur des routes. La largeur des routes a été fixée à 12 m sur l'ensemble du site. Dans les modélisations, trois mètres additionnels sont ajoutés de chaque côté de la route afin de tenir compte des émissions de poussières qui sont susceptibles de se produire par turbulence. Une largeur totale de 18 m est donc utilisée. Ces différents paramètres sont les mêmes pour chacune des sources d'un même segment et sont également donnés au tableau 26. Les coordonnées de chacune de ces sources sont pour leur part données en annexe au tableau A-3-1.

Les taux d'émissions de particules associées à chacun des segments ont finalement été estimés de façon conservatrice à partir des facteurs d'émission proposés dans la section 13.2.2 *Unpaved Roads* de l'AP-42. Les différentes informations utilisées pour le calcul des taux d'émissions sont regroupées au tableau 26. Une teneur en silt de 8,3 % a été sélectionnée, correspondant à la valeur moyenne tabulée à la section 13.2.2 de l'AP-42 (US-EPA, 1995) pour les routes d'une mine d'extraction de pierres.

Enfin, il est important de préciser qu'un facteur d'atténuation de 0,25 a été appliqué aux sources de routage afin de prendre en compte une réduction des particules émises de l'ordre de 75 %, découlant de l'arrosage régulier des routes ou de la pluie. Ce taux d'atténuation a été estimé à partir du tableau 4 du document *Emission Estimation Technique Manual for Mining* du *National Pollutant Inventory* (NPI, 2012).

Tableau 26 : Description des segments de routage modélisés (IGRM – Construction)

Segment	Longueur du segment (m)	Largeur du segment (m)	Hauteur moyenne des véhicules (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Teneur en limon (%)	Poids moyen des véhicules (tons)	Facteur d'émission (lb/VMT)			Nombre de déplacements (jour^{-1})	VKT	Taux d'émission sans atténuation (g/s)			Atténuation (%)
									PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$			PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	
T01_T02	365	12.0	2.8	2.4	16.74	2.25	8.3	50.3	1.35E+01	3.83E+00	3.83E-01	370.4	135.1	2.97E+00	8.44E-01	8.44E-02	75.0
T02_T03	1 022	12.0	2.8	2.4	16.74	2.25	8.3	50.3	1.35E+01	3.83E+00	3.83E-01	370.4	378.5	8.32E+00	2.36E+00	2.36E-01	75.0
T04_T05	266	12.0	3.5	3.0	16.74	2.75	8.3	51.0	1.35E+01	3.85E+00	3.85E-01	725.5	193.0	4.27E+00	1.21E+00	1.21E-01	75.0
T14_T06	307	12.0	3.5	3.0	16.74	2.75	8.3	51.0	1.35E+01	3.85E+00	3.85E-01	725.5	223.1	4.93E+00	1.40E+00	1.40E-01	75.0
T06_T07	502	12.0	3.5	3.0	16.74	2.75	8.3	51.0	1.35E+01	3.85E+00	3.85E-01	725.5	364.0	8.05E+00	2.29E+00	2.29E-01	75.0
T03_T17	307	12.0	2.8	2.4	16.74	2.25	8.3	50.3	1.35E+01	3.83E+00	3.83E-01	370.4	113.6	2.50E+00	7.10E-01	7.10E-02	75.0
T07_T08	369	12.0	2.8	2.4	16.74	2.25	8.3	50.3	1.35E+01	3.83E+00	3.83E-01	370.4	136.6	3.00E+00	8.53E-01	8.53E-02	75.0
T05_T14	153	12.0	3.5	3.0	16.74	2.75	8.3	51.0	1.35E+01	3.85E+00	3.85E-01	725.5	110.9	2.45E+00	6.97E-01	6.97E-02	75.0
T08_T09	221	12.0	2.8	2.4	16.74	2.25	8.3	50.3	1.35E+01	3.83E+00	3.83E-01	370.4	81.9	1.80E+00	5.12E-01	5.12E-02	75.0
T16_T10	900	12.0	4.2	3.5	16.74	3.28	8.3	51.8	1.36E+01	3.88E+00	3.88E-01	355.1	319.7	7.11E+00	2.02E+00	2.02E-01	75.0
T10_T11	35	12.0	4.2	3.5	16.74	3.28	8.3	51.8	1.36E+01	3.88E+00	3.88E-01	355.1	12.3	2.74E-01	7.79E-02	7.79E-03	75.0
T07_T16	258	12.0	4.2	3.5	16.74	3.28	8.3	51.8	1.36E+01	3.88E+00	3.88E-01	355.1	91.7	2.04E+00	5.80E-01	5.80E-02	75.0
T17_T18	164	12.0	4.2	3.5	16.74	3.28	8.3	51.8	1.36E+01	3.88E+00	3.88E-01	355.1	58.3	1.30E+00	3.69E-01	3.69E-02	75.0
T04_T17	368	12.0	3.5	3.0	16.74	2.75	8.3	51.0	1.35E+01	3.85E+00	3.85E-01	725.5	266.9	5.90E+00	1.68E+00	1.68E-01	75.0

4.3.2 CHARGEMENTS ET DÉCHARGEMENT

Les opérations de chargement de matériaux dans les véhicules de transport et le déchargement de ceux-ci représentent des sources de matières particulaires (PMT, PM_{10}, $PM_{2,5}$) dans l'atmosphère. Afin de représenter ces opérations, une source volumique a été positionnée à chacun des points de chargement et de déchargement.

Afin de déterminer des taux d'émission pour ces sources, les facteurs d'émission ont d'abord été estimés à l'aide de l'équation 1 de la section 13.2.4 *Aggregate handling and storage piles* de l'AP-42. En absence de données spécifiques au projet, l'humidité des différentes matières manipulées a été fixée à 2,1 % suivant les valeurs données à la section 13.2.4 de l'AP-42, tableau 13.2.4-1, Stone quarrying and processing, Various limestone products. Enfin, les facteurs d'émissions ont été déterminés heure par heure, en fonction de la vitesse du vent, et les taux d'émission ont été obtenus en multipliant le facteur d'émission par le tonnage manipulé.

Le positionnement des différentes sources considérées est illustré à la carte B-4-1 tandis que les paramètres physiques utilisés dans le modèle sont présentés en annexe au tableau A-3-2. Les chargeuses Komatsu PC1250LC-8 ont été considérées et la largeur des pelles a été utilisée afin de caractériser la dispersion initiale horizontale. La hauteur de relâche et la dispersion initiale verticale ont pour leur part été caractérisées suivant les caractéristiques des camions de transports associés. Pour les sources liées au déchargement, ces trois paramètres ont été caractérisés en fonction des caractéristiques des camions de transports.

4.3.3 BOUTAGE

Pour la construction des digues, un bouteur sur chenilles est utilisé afin de disposer les matériaux déchargés.

Les taux d'émission ont été estimés pour ces opérations suivant la section 11.9 *Western Surface Coal Mining* de l'AP-42 alors que, dans le cadre de la présente étude, le facteur d'émission proposé pour le mort terrain a été jugé plus représentatif que le facteur d'émission proposé pour le charbon. Le facteur d'émission proposé dépend du taux d'humidité et du taux de silt du matériel manipulé. En absence de données spécifiques au projet, l'humidité et le taux de silt des différentes matières manipulées ont été fixés à 2,1 % et 3,9 % respectivement suivant les valeurs données à la section 13.2.4 de l'AP-42, tableau 13.2.4-1, Stone quarrying and processing, Various limestone products.

Les opérations de boutage sont représentées dans les modélisations à l'aide de sources volumiques. Le positionnement de celles-ci est illustré à la carte B-4-1 tandis que les paramètres physiques et les taux d'émissions utilisés dans le modèle sont présentés en annexe au tableau A-3-3. Le bouteur a été localisé près de la limite d'application afin d'en maximiser l'impact. La caractérisation de cette source a été ajustée en fonction du modèle et des caractéristiques physiques de l'équipement. Enfin, une atténuation de 50 % a été appliquée afin de représenter le taux d'utilisation et le caractère intermittent de ce type d'opération.

4.3.4 OPÉRATION DE LA CARRIÈRE LOCALE

Falco privilégie l'exploitation d'une carrière sur le site des IGRM afin de fournir une partie des matériaux nécessaires pour la construction des digues. Cette option n'est toutefois pas confirmée et la localisation de la ou des futures carrières est actuellement inconnue. Pour les fins de la modélisation, des hypothèses jugées conservatrices ont alors dû être effectuées.

Aux fins de la modélisation, Falco a estimé que 50 % des matériaux seraient extraits de la carrière locale.

SAUTAGE

Les paramètres utilisés pour la modélisation des sautages sont détaillés au tableau 27. La densité en vrac de ces matériaux est estimée à 1,85 t/m³ par Falco. La densité *in situ* a été postulée à 2,64 t/m³ afin d'évaluer le volume *in situ* extrait annuellement et un facteur de poudre de 0,5 kg/m³ a été postulé afin de calculer la quantité d'explosif nécessaire par année. Finalement, des bancs de 10 m ainsi qu'un sautage par semaine ont été considérés. Une plage horaire unique a été utilisée pour les sautages, soit 12:00, alors qu'un maximum d'un sautage par jour est considéré.

Pour les matières particulaires (PMT, PM_{10}, $PM_{2,5}$), les taux d'émission ont été calculés à l'aide du tableau 11.9-2 de la section 11.9 *Western Surface Coal Mining* de l'AP-42 (US-EPA, 1995). Les taux d'émission pour le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote (NO_x) et le dioxyde de soufre (SO_2) ont été estimés à l'aide du document *NPI – Explosives detonation and firing ranges* (DSEWPaC, 2012b) pour un explosif d'émulsion.

Ces émissions sont représentées dans la modélisation à l'aide de sources volumiques. Le positionnement de celles-ci est illustré à la carte B-4-1 tandis que les caractéristiques et les taux d'émissions des sources considérées sont présentés en annexe au tableau A-3-4.

Tableau 27 : Paramètres utilisés pour la modélisation des sautages (IGRM – Construction)

Paramètres	Unité	Variable	Valeur	Référence
Volume extrait par année (vrac)	m³/an	bV	840 817	Falco; Description des opérations
Densité (vrac)	t/m³	bp	1.85	Falco; Description des opérations
Densité (*in situ*)	t/m³	ip	2.64	Hypothèse
Volume extrait par année (*in situ*)	m³/an	iV	589 209	bV * bp / ip
Facteur de poudre	kg/m³	PWDv	0.50	Hypothèse
Quantité d'explosif requis par année	tonne/an	EQy	295	iV · PWDv / 1000
Nombre de sautages par année	saut./an	NBy	52	Hypothèse (1 sautage / semaine)
Hauteur de banc	m	BH	10.0	Hypothèse
Quantité d'explosif par sautage	tonne/saut.	EQb	5.67	EQy / NBy
Surface de sautage totale	m²/saut.	BA	1 133	iV / (BH · NBy)

FORAGE

Les opérations de forage ont été considérées dans la modélisation. Pour le scénario étudié, une foreuse a été jugée suffisante pour accomplir le travail et une cadence de forage de 32 trous par jour a été postulée.

Les taux d'émission de matières particulaires (PMT, PM_{10}, $PM_{2,5}$) résultants des opérations de forage ont été estimés à l'aide du tableau 11.9-4 de la section 11.9 *Western Surface Coal Mining* de l'AP-42 en fonction du nombre de trous forés par jour.

Les opérations de forage sont représentées dans les modélisations à l'aide d'une source volumique. Le positionnement de celle-ci est illustré à la carte B-4-1, tandis que les paramètres physiques et le taux d'émissions utilisé dans le modèle sont présentés en annexe au tableau A-3-5. La caractérisation de la source a été établie en fonction des caractéristiques physiques d'une foreuse Atlas Copco FlexiROC D65 et une cadence de forage constante sur l'ensemble de l'année a été considérée. Finalement, suivant les informations fournies par Falco, une atténuation de 70 % a été appliquée afin de représenter l'utilisation de jets d'eau pour le contrôle des poussières de forage (DSEWPaC, 2012a).

CONCASSEUR MOBILE

Une station de concassage mobile a été postulée à la carrière afin de préparer le granulat. Les matières particulaires émises (PMT, PM_{10} et $PM_{2,5}$) ont été estimées à l'aide du facteur d'émission proposé à la section 11.19.2, *Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing* de l'AP-42 et du débit d'alimentation du concasseur. De façon conservatrice, le facteur d'émission proposé pour le concassage tertiaire a été utilisé alors qu'un taux d'alimentation de 720 t/h a été postulé. Finalement, tel que décrit à la section 11.24 de l'AP-42, il est admis que les émissions de particules produites par l'alimentation du concasseur et le transfert des matériaux sont incluses dans les facteurs d'émissions donnés.

Ces opérations de concassage ont été représentées dans les modélisations à l'aide d'une source volumique. Le positionnement de la source est illustré à la carte B-4-1 tandis que les paramètres physiques et les taux d'émissions utilisés dans le modèle sont présentés en annexe au tableau A-3-6.

4.3.5 GAZ D'ÉCHAPPEMENT

Les émissions provenant des gaz d'échappement (PMT, PM_{10}, $PM_{2,5}$, CO, NO_x et SO_2) des différents véhicules actifs sur le site ont été considérées lors de la modélisation. La flotte de véhicules prévue a été fournie par Falco. L'évaluation des taux d'émissions des différents équipements est d'abord présentée, suivie de la répartition des émissions et de la caractérisation des sources de modélisation.

ÉVALUATION DES ÉMISSIONS

Équipements hors routes

La méthodologie pour estimer les facteurs d'émission pour les véhicules hors route est la même que celle présentée à la section 4.1.6. Les différents paramètres requis pour la méthode sont donnés avec les taux d'émission calculés au tableau 28.

Équipements routiers

Pour les véhicules routiers, les taux d'émissions ont été estimés à partir des normes d'émissions américaines suivant le document *Light-Duty Vehicles and Light-Duty Trucks: Clean Fuel Fleet Exhaust Emission Standards* (US-EPA, mars 2016) alors qu'une vitesse de 30 km/h a été considérée sur le site. Les différents paramètres choisis sont donnés avec les taux d'émission calculés au tableau 29.

RÉPARTITION DES ÉMISSIONS ET CARACTÉRISATION DES SOURCES

Basés sur les informations fournies par Falco, les équipements considérés sont détaillés au tableau 30. Ce tableau, incluant le nombre d'équipements et le positionnement de ceux-ci, définit le scénario modélisé pour les gaz d'échappement. Puisque les camions routiers sortent du site, il a été postulé que ceux-ci passent la moitié de leur temps à l'extérieur du site. Un total de trois camions sur six a donc été considéré.

Afin de caractériser les sources d'émission, la machinerie présente sur le site a été séparée en deux catégories distinctes : les équipements de transport et les équipements localisés (excavatrices, bouteurs, etc.). Cette catégorisation est également donnée au tableau 30 pour chaque équipement.

Équipements localisés

En ce qui concerne les équipements localisés, la dispersion des émissions n'est pas influencée de façon importante par le mouvement des véhicules puisque les déplacements ont lieu à de faibles vitesses et que les émissions sont propulsées vers le haut à des vitesses relativement grandes. Les caractéristiques physiques réelles (tels que la vitesse et la température des émissions, la hauteur et le diamètre du point d'émission) ont toutes été utilisées pour ces types de véhicules. Celles-ci ont été déterminées en fonction du numéro de modèle de l'équipement considéré. La caractérisation des sources utilisées pour représenter les gaz d'échappement des équipements localisés est donnée en annexe au tableau A-3-7. Les taux d'émission utilisés y sont également présentés.

Équipements de transport

Dans le cas des véhicules de transport, les tuyaux d'échappement sont normalement positionnés horizontalement, sur le côté des véhicules. La dispersion des émissions sera ainsi affectée de façon plus importante par le mouvement et la turbulence créée par les camions. De façon conservatrice, l'effet de flottabilité est négligé et les émissions des gaz d'échappement pour les camions de transport sont représentées dans la modélisation à l'aide de sources volumiques. Ces émissions ont été réparties sur les différents segments en fonction du temps moyen passé sur chacun d'eux (voir tableau 31). Ces proportions ont été estimées à partir du type d'opération associé à chaque segment (chargement, déchargement), de la longueur et de la topographie du segment (terrain plat ou en pente) et du nombre de déplacements requis pour transporter le tonnage prévu entre les différents points. Afin d'éviter d'alourdir inutilement le modèle, les sources associées au routage (voir section 4.3.1) ont été utilisées pour la modélisation de ces gaz d'échappement. De plus, les principales routes du site se retrouvent à des distances suffisantes par rapport à la limite d'application. Le nombre de sources ainsi considéré est donc jugé suffisant pour bien représenter la concentration des différentes substances dans l'air ambiant au-delà de cette limite.

Tableau 28 : Description et taux d'émissions calculés pour les véhicules hors route utilisés sur le site (IGRM – Construction)

Véhicule	Type	Puissance (hp)	Tier	Facteur de chargement [1]	Taux d'émission par véhicule (g/s)				
					PM_{10} [2]	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2
Komatsu PC650LC-8	Excavatrice	429	T3	0.59	1.91E-02	1.86E-02	1.04E-01	1.84E-01	3.46E-04
Komatsu HD325	Camion de transport hors route	488	T3	0.59	2.18E-02	2.11E-02	1.19E-01	2.10E-01	3.94E-04
Komatsu D65PX-18	Bouteur sur chenilles	190	T4N	0.59	4.22E-04	4.09E-04	2.69E-03	8.66E-03	1.09E-04
Komatsu PC350-8	Excavatrice	246	T3	0.59	1.10E-02	1.06E-02	5.31E-02	1.06E-01	1.99E-04
A. Copco FlexiROC D65	Foreuse	539	T4i	0.43	8.72E-04	8.46E-04	6.22E-03	1.62E-01	2.25E-04
Kpijci 3055	Unité de concassage	415	T3	0.43	8.38E-03	8.12E-03	4.81E-02	1.25E-01	2.42E-04
Komatsu PC350-8	Excavatrice	246	T3	0.59	1.10E-02	1.06E-02	5.31E-02	1.06E-01	1.99E-04
Komatsu PC210	Excavatrice	165	T4N	0.59	3.66E-04	3.55E-04	2.71E-03	7.52E-03	9.44E-05

[1] Appendix A, Median life, annual activity and load factor values for nonroad engine emissions modeling (US-EPA, April 2004)
[2] Toutes les émissions de particules sont considérées plus petites que 10 µm, et donc PMT = PM10.

Tableau 29 : Description et taux d'émissions calculés pour les véhicules routiers utilisés sur le site (IGRM – Construction)

Véhicule	Vehicle Type	Emissions Category	Useful Life Standard	Test Weight (lbs)	Vitesse moyenne (km/h)	Taux d'émission par véhicule (g/s)			
						$PM_{2,5}$ [1]	CO	NO_x	SO_2
Kenworth T800	HLDTs	LEV	Full	5751+	30	6.21E-04	3.78E-02	7.77E-03	-

[1] Toutes les émissions de particules sont considérées plus petites que 2,5 µm, et donc PMT = PM_{10} = $PM_{2,5}$.

Tableau 30 : Description du scénario modélisé pour les gaz d'échappement (IGRM – Construction)

Équipement	Disponibilité mécanique (%)	Nombre d'équipement		Catégorie	Source(s) associée(s) pour le positionnement
		Total dans la flotte	Total considéré		
Komatsu HD325	100	5	5	Transport	Sources de routage
Kenworth T800	100	6	3	Transport	Sources de routage
Komatsu PC650LC-8	100	1	1	Localisé	ldt18rfx
Komatsu PC350-8	100	3	3	Localisé	excv1x, excv2x, excv3x
Komatsu PC210	100	1	1	Localisé	excv4x
Komatsu D65PX-18	100	1	1	Localisé	tdoz01x
A. Copco FlexiROC D65	100	1	1	Localisé	drillc1x
Kpijci 3055	100	1	1	Localisé	crush1x

Tableau 31 : Répartition des taux d'émission des gaz d'échappement (IGRM – Construction)

Nom du segment	Temps passé sur chaque segment (%)		Taux d'émission (g/s)				
	Komatsu HD325	Kenworth T800	PM_{10} [1]	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2
T01_T02	0	8	1.55E-04	1.55E-04	9.44E-03	1.94E-03	0
T02_T03	0	23	4.35E-04	4.35E-04	2.65E-02	5.44E-03	0
T03_T17	0	7	1.31E-04	1.31E-04	7.94E-03	1.63E-03	0
T04_T05	6	6	7.00E-03	6.80E-03	4.44E-02	6.77E-02	1.25E-04
T04_T17	9	8	9.69E-03	9.40E-03	6.14E-02	9.37E-02	1.72E-04
T05_T14	4	3	4.02E-03	3.91E-03	2.55E-02	3.89E-02	7.16E-05
T06_T07	12	11	1.32E-02	1.28E-02	8.38E-02	1.28E-01	2.35E-04
T07_T08	0	8	1.57E-04	1.57E-04	9.55E-03	1.96E-03	0
T07_T16	6	0	6.69E-03	6.49E-03	3.65E-02	6.44E-02	1.21E-04
T08_T09	0	16	3.07E-04	3.07E-04	1.87E-02	3.84E-03	0
T10_T11	13	0	1.39E-02	1.34E-02	7.55E-02	1.33E-01	2.51E-04
T14_T06	7	7	8.10E-03	7.86E-03	5.14E-02	7.83E-02	1.44E-04
T16_T10	21	0	2.33E-02	2.26E-02	1.27E-01	2.24E-01	4.22E-04
T17_T18	22	0	2.37E-02	2.30E-02	1.29E-01	2.28E-01	4.28E-04

[1] Toutes les particules émises sont supposées être plus petites que 10 microns donc PMT = PM_{10}.

4.3.6 ÉROSION ÉOLIENNE

Dans la modélisation du scénario de construction, l'érosion éolienne sur les digues en construction ainsi qu'aux alentours du concasseur à la carrière a été prise en compte.

La méthodologie pour le calcul des émissions est la même que celle présentée à la section 4.1.8.

En absence de données spécifiques au projet, la teneur en limon (silt) des différentes matières sujettes à l'érosion éolienne a été fixée à 3,9 %, suivant les valeurs données à la section 13.2.4 de l'AP-42, tableau 13.2.4-1, *Stone quarrying and processing, Various limestone products*.

L'érosion éolienne a été représentée dans les modélisations à l'aide de sources surfaciques. Les caractéristiques physiques des différentes sources ont été compilées à partir des informations fournies par Falco et sont présentées au tableau A-3-8, avec les taux d'émission calculés.

4.4 SITE DES IGRM – SCÉNARIO D'ÉROSION ÉOLIENNE

La localisation des sources d'émissions considérées pour le scénario d'érosion éolienne au site des IGRM est présentée à la carte B-5-1. Seule l'érosion éolienne sur l'empreinte finale du parc est considérée pour ce scénario.

4.4.1 ÉROSION ÉOLIENNE

Afin de quantifier les émissions de matière particulaire dues à l'érosion éolienne à la surface des parcs à résidus, la méthode présentée à la section 4.1.8 a de nouveau été utilisée.

Il est important de souligner que l'équation utilisée a été conçue suite à des mesures effectuées sur des piles de sable et de gravier. Or, les résidus miniers présentent des propriétés considérablement différentes (taux de silt très élevé, humidité élevée, rugosité de la surface et obstruction aux vents très faibles, phénomène d'agglomération et de croûte, etc.). Notamment, le sable et le gravier possèdent normalement des taux d'humidité variant entre 0,3 et 1,1 % (US-EPA, 1985; AP-42 section 13.2.4 *Aggregate Handling And Storage Piles*). Suivant Cowherd et al. (1988), le facteur d'émission due à l'érosion éolienne d'une surface humide est inversement proportionnel au carré du taux d'humidité. Ainsi, plus l'humidité augmente, plus le facteur d'émission diminue. De façon conservatrice, en considérant un taux d'humidité de 1,1 % pour les matériaux utilisés dans l'élaboration de l'équation de l'AP-42, et postulant une surface de résidus à 6 % d'humidité, un taux d'atténuation de 96,6 % a été calculé.

Également, suivant l'étude de faisabilité 2017, la teneur en limon (silt) a été fixée à 100 % et 90 % respectivement au RCP et au RFP. Il est également pertinent de préciser que tous les parcs sont gelés en période hivernale (novembre à avril) et ne sont donc pas considérés comme des sources d'émission au cours de cette période.

L'érosion éolienne a été représentée dans les modélisations à l'aide de sources surfaciques. Les caractéristiques physiques des différentes sources ont été compilées à partir des informations fournies par Falco et sont présentées au tableau A-4-1, avec les taux d'émission calculés.

5 MÉTHODOLOGIE

5.1 CHOIX DU MODÈLE DE DISPERSION

La modélisation vise à évaluer la portée et l'ampleur des rejets atmosphériques du projet, et à vérifier la conformité des concentrations potentielles avec la réglementation québécoise applicable.

L'approche de modélisation choisie est basée sur l'utilisation du logiciel météorologique diagnostique AERMET (version 19191) et du modèle de dispersion AERMOD (version 19191), deux programmes informatiques recommandés par le MELCC (MDDEP 2005, section 8.2.3).

5.2 DESCRIPTION DU MODÈLE DE DISPERSION AERMOD

Le programme AERMOD permet de réaliser des études de 2e niveau (MDDEP, 2005). Ce type d'étude est exigé lorsque l'une des conditions suivantes est rencontrée :

- projet situé dans un parc industriel;
- présence de sources émettrices multiples;
- somme des concentrations simulées et ambiantes (bruit de fond) égale ou supérieure à 80 % de la norme applicable;
- projet situé en bordure d'un plan d'eau;
- sources émettant des polluants toxiques ou dangereux.

Le programme AERMOD est un modèle gaussien de dispersion permettant de calculer les concentrations de composés gazeux ou de matières particulaires résultant des émissions de sources ponctuelles, surfaciques ou volumiques en milieu urbain ou rural. Le programme comporte les caractéristiques suivantes :

- utilisation de données météorologiques horaires;
- création de profils de température, de vent et de turbulence afin de déterminer une hauteur de mélange mécanique et convective;
- fonction de distribution des probabilités s'adaptant aux conditions de stabilité de l'atmosphère (gaussienne ou non);
- intégration de caractéristiques de surface du terrain telles que la rugosité, l'albédo et le ratio de Bowen;
- grille de points-calcul (récepteurs) flexible;
- incorporation de termes d'ajustement permettant de tenir compte des propriétés physico-chimiques pouvant affecter le comportement de certains composés.

Le programme utilise des données météorologiques horaires afin d'estimer les concentrations de particules ou substances gazeuses dans l'air ambiant à différents points-calcul pour différentes périodes (ex. : horaire, 8 heures, 24 heures, annuelle, etc.). Il intègre également le module BPIP-PRIME (*Building Profile Input Program*) permettant de tenir compte de l'effet de sillage (turbulence) induit par la présence de bâtiments. Cette option est particulièrement importante dans le cas où des édifices susceptibles de modifier l'écoulement de l'air se retrouvent à proximité des sources d'émissions ponctuelles.

5.3 DOMAINE DE MODÉLISATION

Le domaine de modélisation détermine les limites géographiques dans lesquelles s'insère la modélisation de la dispersion atmosphérique.

Pour les deux sites à l'étude, les domaines de modélisation sont situés dans la zone UTM 17 de l'hémisphère nord et s'étendent de part et d'autre des installations sur une distance de 10 km de long par 10 km de large (voir cartes B-1-2 et B-1-3). Le coin sud-ouest du domaine est situé au point X = 642 500 m; Y = 5 342 000 m pour le site du CMH5 et au point

X = 638 000 m; Y = 5 353 000 m pour le site des IGRM. Les domaines couvrent ainsi une superficie suffisante afin d'inclure l'ensemble des premières zones habitées susceptibles d'être exposées aux émissions atmosphériques.

5.4 TOPOGRAPHIE

La base topographique utilisée dans le cadre du présent mandat provient du modèle numérique d'altitude (MNA) 1:20 000 produit par la Direction de la cartographie topographique du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) du Québec. Le MNA fournit des valeurs d'altitude qui reposent sur un quadrillage de 0,324 seconde d'arc en coordonnées géographiques, ce qui correspond à une résolution d'environ 10 mètres sur le terrain.

Au site du CMH5, le MNA est bonifié par les données LIDAR produites par Aerophoto pour la ville de Rouyn-Noranda en 2014. La couverture des données LIDAR est illustrée à la figure B-1-2. De plus, les dessins techniques des infrastructures prévues par Falco ont été utilisés afin de représenter la topographie future sur le site du CMH5 suite aux travaux d'excavation et de terrassement.

Au site des IGRM, le MNA est bonifié par les données LIDAR fournies par Falco. La couverture des données LIDAR est illustrée à la figure B-1-3.

5.5 PRÉPARATION DES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

L'échantillon météorologique utilisé pour la modélisation avec le programme AERMOD (version 19191) a été préparé à l'aide du module AERMET (version 19191) de l'U.S. EPA (Environmental Protection Agency). Le module AERMET permet de créer un format de fichier météorologique horaire compatible avec l'exécution du programme AERMOD en combinant les données météorologiques avec la caractérisation de l'utilisation du sol.

5.5.1 DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES DE SURFACE

Les données météorologiques de surface utilisées dans le cadre de cette étude proviennent de la station météorologique d'Environnement Canada de Rouyn (CWUY, ID Climat #7086716) [4]. La station a pour coordonnées 48°14'45.000" N, 79°02'03.000" W et une élévation de 318,0 m. Située à environ 2,5 km au sud-ouest du CMH5, la station est la plus proche et la plus représentative des sites à l'étude. Plus spécifiquement, les variables météorologiques horaires des stations de surface fournies à AERMET sont la direction et la vitesse du vent, la température et la pression atmosphérique.

5.5.2 DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES AÉROLOGIQUES, RADIATION ET COUVERTURE NUAGEUSE

Dans le cadre de la présente modélisation, les réanalyses météorologiques ERA5, produites par l'ECMWF (European Centre For Medium-Range Weather Forecasts), ont été utilisées en guise de données aérologiques.

Les réanalyses ERA5 sont réputées pour produire les champs météorologiques sur grille les plus précis à ce jour et sont utilisées dans plusieurs sciences et industries telles que la climatologie, l'agronomie, les énergies renouvelables, l'hydrologie, la qualité de l'air, l'océanographie, etc. Celles-ci sont produites à partir d'un modèle météorologique qui combine plusieurs types d'observations météorologiques, tels que des stations de surfaces, des radiosondages, des avions et des satellites, et ce, avec une fréquence temporelle d'une heure. Ce modèle calcule l'état de l'atmosphère même sur les régions où les stations météorologiques ne sont pas disponibles. En fait, les réanalyses sont accessibles sur tout le globe sur une grille ayant une résolution horizontale de 0.3°, équivalente approximativement à 35 km.

[4] *Référence : Environnement Canada www.climat.meteo.gc.ca*

Les variables météorologiques en altitude ayant été considérées pour la modélisation sont l'élévation à partir du sol, la pression atmosphérique et la température. Les données ont été extraites au point de grille le plus proche de la station de Rouyn.

Les paramètres de turbulence de la couche limite planétaire sont calculés par le module AERMET à partir du rayonnement net durant les conditions de couche limite convective (généralement le jour) et de la couverture nuageuse durant les conditions de couche limite stable (généralement la nuit) (US-EPA, Decembre 2016). Dans le cadre de la présente étude, les données horaires de rayonnement net et de couverture nuageuse utilisées, proviennent également des analyses ERA5. Cette approche offre un échantillon de données complet ainsi qu'une bonne représentativité du site à l'étude.

5.5.3 CLASSIFICATION DU TERRITOIRE ET UTILISATION DU SOL

Le module AERMET utilise trois paramètres d'entrée liés aux caractéristiques du sol : le ratio de Bowen, l'albédo et la rugosité. Le ratio de Bowen est une mesure de l'humidité disponible pour l'évaporation, alors que l'albédo représente la portion de luminosité qui est reflétée du sol. La rugosité du sol est associée au frottement et à la variation, à petite échelle, du relief du terrain.

Comme recommandé dans le guide d'implémentation d'AERMOD (US-EPA, août 2015), l'évaluation de la rugosité est basée sur une moyenne géométrique pondérée par l'inverse de la distance, et ce, pour une zone de 1 km de rayon définie autour du site de mesure. Cette zone est découpée en plusieurs secteurs, dont la largeur n'est jamais inférieure à 30 degrés. La rugosité varie donc d'un secteur à un autre pour tenir compte des variations de la couverture terrestre. L'évaluation du ratio de Bowen et de l'albédo est effectuée sur un domaine de 10 km par 10 km, centré sur le site de mesure. Une moyenne géométrique non pondérée (indépendante de la direction ou de la distance) est utilisée pour le ratio de Bowen alors qu'une moyenne arithmétique est utilisée pour l'albédo. Pour chacune des saisons et chacun des types de couvertures, les valeurs de rugosité, d'albédo et de ratio de Bowen sont tirées du guide de AERSURFACE (US-EPA, janvier 2013).

Suivant les recommandations du MELCC, quatre saisons ont été considérées pour l'évaluation des caractéristiques de surface soit l'hiver (décembre à mars inclusivement), le printemps (avril et mai), l'été (juin à septembre inclusivement) et l'automne tardif (octobre et novembre).

Les valeurs estimées pour les différents paramètres sont présentées pour la station Rouyn au tableau 32. Les catégories d'utilisation du sol définies dans un rayon de 1 km autour du site de mesure météorologique sont pour leur part illustrées à la carte B-1-4.

Tableau 32 : Paramètres d'utilisation du sol considérés pour la station Rouyn

Saison	Albedo	Bowen	Rugosité (m) par secteur			
			A	B	C	D
			(69° - 170°)	(170° - 218°)	(218° - 285°)	(285° - 69°)
Été (Juin, Juillet, Août, Septembre)	0,154	0,424	0,329	0,074	0,349	0,210
Automne tardif (Octobre, Novembre)	0,158	0,747	0,243	0,060	0,270	0,157
Hiver (Janvier, Février, Mars, Décembre)	0,498	0,500	0,224	0,063	0,243	0,119
Printemps (Avril, Mai)	0,154	0,594	0,316	0,071	0,334	0,196

5.5.4 CONFIGURATION D'AERMET

L'ensemble des paramètres par défaut du modèle AERMET sont utilisés. Depuis la version 16216 de AERMET, l'option du modèle *ADJ_U** n'est plus une option bêta et a donc été intégrée dans la présente étude. Cette option ajuste la vitesse de friction de surface (u*) lors de faibles vents sous les conditions stables.

De plus, l'option UASELECT est activée pour traiter les données aérologiques horaires, ce qui permet à AERMET de choisir le profil vertical optimal suivant l'heure locale du lever de soleil.

5.5.5 ÉCHANTILLON MÉTÉOROLOGIQUE

Conformément aux demandes du MELCC dans le cadre d'une modélisation de la dispersion atmosphérique de 2e niveau (MDDEP, 2005), un échantillon météorologique couvrant les cinq années les plus récentes et représentatif de la région a été considéré. Suite à l'analyse des données disponibles, les années météorologiques 2012 à 2016 ont été sélectionnées.

Les données météorologiques manquantes à la station Rouyn, pour chaque paramètre et chaque année, sont illustrées au tableau 33. Les données sont complètes à plus de 99,7 % pour chacune des années individuellement alors que le pourcentage de données manquantes est inférieur à 0,2 % sur l'ensemble des cinq années.

Il est important de rappeler que les données de rayonnement net et de couverture nuageuse ainsi que les données aérologiques (ERA5) sont pour leur part complètes à 100 %.

Les roses des vents de l'échantillon météorologique sont présentées par année à la figure 5. Les vents dominants soufflent majoritairement en provenance du sud-sud-ouest et du nord-ouest. La vitesse moyenne du vent est de 3,38 m/s et le pourcentage moyen de vent calme est de 2,26 %[5].

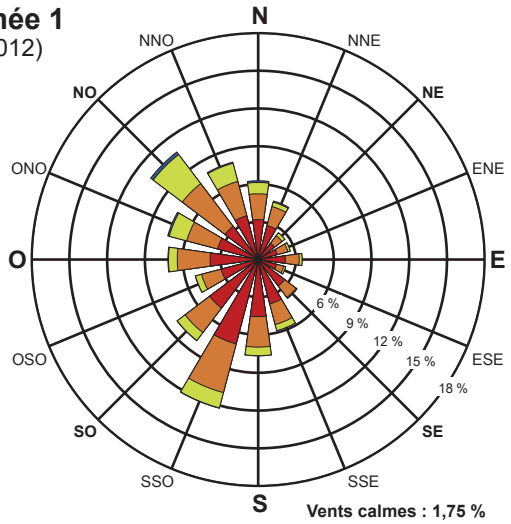
Finalement, il est important de souligner que la topographie n'est pas prise en compte par le modèle météorologique AERMET et que les paramètres météorologiques sont considérés comme identiques en tout point à l'intérieur du domaine de modélisation.

Tableau 33 : Analyse des données météorologiques manquantes par année (Station Rouyn)

Paramètres		2012	2013	2014	2015	2016
Nombre de données manquantes	Vitesse du vent	17	11	19	14	15
	Direction du vent	17	15	46	14	15
	Température (sec)	15	11	20	20	16
	Pression	15	11	19	14	15
Nombre total de données manquantes		64	48	104	62	61
Pourcentage de données manquantes (%)		0,182	0,137	0,297	0,177	0,174

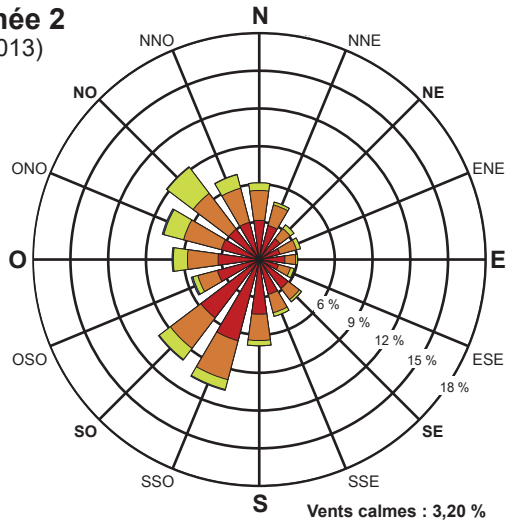
[5] Le seuil utilisé ici pour les vents calmes est de 0,77 m/s, ou 1,5 nœud. Historiquement et selon le manuel des observations d'Environnement Canada (Environnement Canada, 2015), les données météorologiques sont arrondies au nœud entier le plus près et les vitesses inférieures à 2 nœuds sont rapportées comme vent calme. L'utilisation ici de 1,5 nœud comme seuil coïncide donc avec la méthode d'Environnement Canada afin de déterminer le pourcentage de vents calmes.

Année 1
(2012)



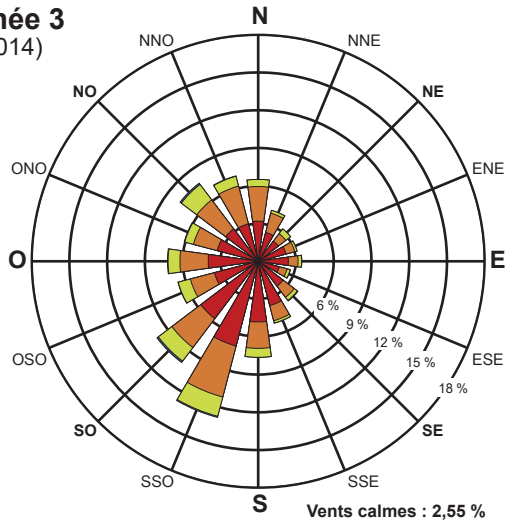
Vents calmes : 1,75 %
Vitesse moyenne : 3,44 m/s

Année 2
(2013)



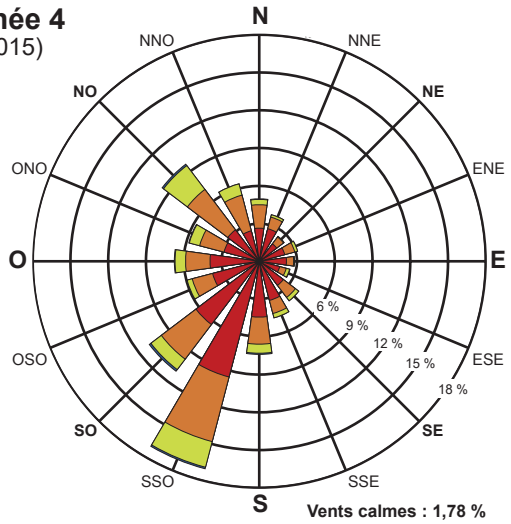
Vents calmes : 3,20 %
Vitesse moyenne : 3,36 m/s

Année 3
(2014)



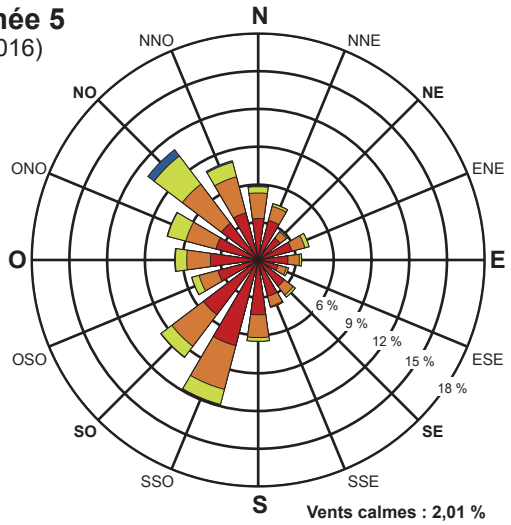
Vents calmes : 2,55 %
Vitesse moyenne : 3,34 m/s

Année 4
(2015)



Vents calmes : 1,78 %
Vitesse moyenne : 3,39 m/s

Année 5
(2016)



Vents calmes : 2,01 %
Vitesse moyenne : 3,37 m/s

Vitesse des vents

	> à 8,5 m/s
	5,4 à 8,5 m/s
	3,3 à 5,4 m/s
	0,8 à 3,3 m/s

Note :
Diagramme de la fréquence de provenance du vent, par exemple, le vent souffle du nord 6,5 % du temps.

FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Roses des vents

Source : *Données AERMET v19191 (.SFC) d'après la station ROUYN (WUY, 7086716) de Environnement Canada*

Figure 5

Juin 2021

151-11330-09_f5_wspT059_rose_210603.ai

5.6 RÉCEPTEURS

Les récepteurs (points de calculs) sont séparés en trois catégories, soit la grille de récepteurs, les récepteurs de la limite d'application et les récepteurs sensibles. Ceux-ci sont décrits dans les sous-sections suivantes et leur position est présentée aux cartes B-1-5 et B-1-6 pour le site du CMH5 et aux cartes B-1-7 et B-1-8 pour le site des IGRM. Pour chacun des scénarios, l'élévation des récepteurs a été établie en tenant compte de la topographie du terrain (voir section 5.4) à l'aide du préprocesseur AERMAP.

5.6.1 GRILLE DE RÉCEPTEURS

Pour le site du CMH5, l'ensemble du domaine est couvert par une grille de récepteurs de résolution au 200 m. De plus, la ville de Rouyn, au sud du CMH5, ainsi que le voisinage immédiat du complexe font l'objet d'une attention particulière et une grille de résolution au 100 mètres a été utilisée afin de raffiner les résultats dans ces zones. La grille de récepteurs est ainsi constituée d'un total de 3 529 points de calculs.

Pour le site des IGRM, l'ensemble du domaine est couvert par une grille de récepteurs de résolution au 200 m. De plus, le voisinage immédiat de la limite d'application des normes et critères fait l'objet d'une attention particulière et une grille de résolution au 100 mètres a été utilisée afin de raffiner les résultats dans cette zone. La grille de récepteurs est ainsi constituée d'un total de 2 849 points de calculs.

Pour chacun des domaines, la densité de la grille de récepteurs utilisée permet de générer suffisamment de valeurs modélisées de manière à obtenir une bonne représentativité des concentrations estimées (répartition spatiale) dans l'air ambiant. Les grilles de récepteurs sont présentées aux cartes B-1-5 et B-1-7 respectivement pour chacun des domaines.

5.6.2 RÉCEPTEURS À LA LIMITE D'APPLICATION

Afin de satisfaire les exigences du MELCC, une séquence de récepteurs ponctuels, espacés au 50 m, a été placée le long des limites d'application définies à la section 2.3. Un total de 238 et 204 récepteurs ont ainsi été ajoutés pour chacun des sites.

Les récepteurs sur la limite d'application sont illustrés aux cartes B-1-5 et B-1-7 pour chacun des sites.

5.6.3 RÉCEPTEURS SENSIBLES

Au site du CMH5, un total de 16 récepteurs sensibles a été ajouté afin de représenter divers milieux sensibles tels que des établissements d'enseignement (primaire, secondaire, professionnel, collégial et universitaire) ainsi que des établissements de soins de santé et résidences pour aînés. Le tableau 34 présente ces récepteurs sensibles de même que leurs coordonnées respectives. De plus, comme mentionnée à la section 5.6.1, une résolution de grille au 100 m a été utilisée sur la ville de Rouyn-Noranda ainsi qu'à la frontière nord du parc industriel afin de bien représenter l'ensemble des quartiers habités à proximité. Ces zones habitées sont également prises en compte dans la présentation des résultats de modélisation aux récepteurs sensibles. Un total de trois zones habitées a été identifié, soit les résidences aux nord-ouest, au sud et au sud-ouest. L'ensemble des récepteurs sensibles, de même que les zones habitées retenues, est illustré à la carte B-1-6.

Au site des IGRM, un total de 54 récepteurs sensibles a été ajouté afin de représenter les divers milieux sensibles à proximité. Les résidences sur le chemin Jason et la rue Saguenay sont représentées par 29 récepteurs sensibles. Un total de 21 baux de villégiature a été considéré, soit 19 aux fins d'abri sommaire en forêt et 2 aux fins de villégiature. Finalement, trois belvédères à l'est du site ont également été considérés. Le tableau 35 décrit ces récepteurs sensibles de même que leurs coordonnées respectives. De plus, comme prescrit à la section 4.3 du document *Guide d'instructions - Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques - Projets miniers* (MDDELCC, 2017a), les récepteurs sensibles se retrouvant à l'intérieur de la limite d'application du site des IGRM n'ont pas été considérés pour l'évaluation des normes et critères de qualité de l'atmosphère puisque le site est situé en territoire public. L'ensemble des récepteurs sensibles est illustré à la carte B-1-8.

Tableau 34 : Coordonnées des récepteurs sensibles – Site du CMH5

Description	Identifiant	X (m)	Y (m)	Élévation (m)
CÉGEP de l'Abitibi-Témiscamingue	ECO1	648008	5343716	290,0
École primaire Sacré-Coeur	ECO2	645787	5345676	306,9
École Petit-Sacré-Coeur	ECO3	645717	5345582	306,2
École secondaire La Source	ECO4	646700	5345350	295,5
Centre Polymétier	ECO5	646758	5345423	296,0
École secondaire Noranda School	ECO6	646653	5345624	300,0
Centre Élisabeth-Bruyère	ECO7	647470	5344704	292,0
École secondaire D'Iberville	ECO8	647877	5344319	300,0
Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue	ECO9	647895	5343862	292,0
École primaire Le Prélude	ECO10	648486	5343423	285,6
École primaire Notre-Dame-de-Grâce	ECO11	646553	5344049	290,0
CISSS de l'Abitibi-Témiscamingue	CH1	647042	5345282	294,3
Maison de l'Envol	CH2	649438	5344739	294,9
Centre de réadaptation la Maison inc.	CH3	646967	5343240	300,0
Maison Pie XII	CH4	647318	5343611	298,7
Pavillon Jacques Fisette	CH5	647632	5345500	293,0

Tableau 35 : Coordonnées des récepteurs sensibles – Site des IGRM

Description	Identifiant	X (m)	Y (m)	Élévation (m)
Résidence	RES01	643827	5356375	300,0
Résidence	RES02	644107	5356279	300,0
Résidence	RES03	644225	5356238	301,0
Résidence	RES04	644369	5356257	305,0
Résidence	RES05	644452	5356225	306,0
Résidence	RES06	644584	5356250	314,0
Résidence	RES07	644630	5356222	311,0
Résidence	RES08	644698	5356225	310,0
Résidence	RES09	644501	5356337	311,0
Résidence	RES10	645963	5356008	305,0
Résidence	RES11	645228	5355994	310,0
Résidence	RES12	646009	5356469	310,0
Résidence	RES13	646243	5357234	315,0
Résidence	RES14	646323	5357525	313,0
Résidence	RES15	646491	5357760	315,3
Résidence	RES16	646585	5358461	306,0
Résidence	RES17	646743	5358096	300,0
Résidence	RES18	646836	5358936	305,0

Tableau 35 : Coordonnées des récepteurs sensibles – Site des IGRM (suite)

Description	Identifiant	X (m)	Y (m)	Élévation (m)
Résidence	RES19	646826	5359588	310,0
Résidence	RES20	646734	5360154	314,0
Résidence	RES21	645805	5355339	310,0
Résidence	RES22	645756	5355067	309,0
Résidence	RES23	645273	5354405	300,0
Résidence	RES24	645083	5354119	305,0
Résidence	RES25	645415	5354903	308,0
Résidence	RES26	644998	5353766	304,0
Résidence	RES27	645835	5361530	300,0
Résidence	RES28	645634	5361895	309,0
Résidence	RES29	646423	5361028	309,0
Fins d'abri sommaire en forêt	BAIL001A	641253	5359108	340,0
Fins d'abri sommaire en forêt	BAIL002A	639677	5360179	334,0
Fins d'abri sommaire en forêt	BAIL004A	644826	5361045	320,0
Fins d'abri sommaire en forêt	BAIL005A	643166	5361585	310,0
Fins d'abri sommaire en forêt	BAIL006A	639329	5359203	329,0
Fins d'abri sommaire en forêt	BAIL007A	642196	5359825	336,8
Fins d'abri sommaire en forêt	BAIL008A	642096	5360955	336,0
Fins d'abri sommaire en forêt	BAIL009A	638615	5361325	344,0
Fins d'abri sommaire en forêt	BAIL010A	639258	5362670	341,0
Fins d'abri sommaire en forêt	BAIL011A	638273	5362273	354,0
Fins de villégiature	BAIL012V	639476	5356145	326,0
Fins d'abri sommaire en forêt	BAIL013A	640785	5362766	319,0
Fins d'abri sommaire en forêt	BAIL014A	641207	5361801	349,0
Fins d'abri sommaire en forêt	BAIL015A	647910	5362112	309,4
Fins d'abri sommaire en forêt	BAIL016A	643762	5360667	332,0
Fins d'abri sommaire en forêt	BAIL017A	639446	5353245	313,0
Fins d'abri sommaire en forêt	BAIL018A	640867	5357392	334,0
Fins d'abri sommaire en forêt	BAIL019A	642223	5362355	310,0
Fins de villégiature	BAIL020V	639501	5356169	325,5
Fins d'abri sommaire en forêt	BAIL021A	643836	5359135	331,0
Fins d'abri sommaire en forêt	BAIL022A	640203	5361613	332,0
Belvédère	BEL01	644766	5357619	444,9
Belvédère	BEL02	645841	5358089	329,0
Belvédère	BEL03	645719	5357551	415,0

5.6.4 RÉCEPTEURS DU DOMAINE D'APPLICATION

Les récepteurs du domaine d'application sont les récepteurs de la grille (section 5.6.1) situés à l'extérieur de la limite d'application, ceux situés sur cette même limite (section 5.6.2) ainsi que les récepteurs sensibles (section 5.6.3).

Les autres récepteurs, soit les récepteurs de la grille à l'intérieur de la limite d'application, n'ont, quant à eux, pas été pris en compte pour évaluer la conformité des concentrations modélisées aux normes et critères de qualité de l'air. De plus, comme il a été mentionné à la section 5.6.3, les récepteurs sensibles se retrouvant à l'intérieur de la limite d'application du site des IGRM n'ont également pas été considérés puisque le site est situé en territoire public.

5.7 EFFET DES BÂTIMENTS

Étant donné la proximité de certaines sources ponctuelles par rapport aux différents bâtiments, l'effet de rabattement du panache de dispersion a été calculé. Pour ce faire, le programme « *Building Profile Input Program* » (BPIP) a été utilisé afin de déterminer l'effet des bâtiments. Les résultats du calcul ont par la suite été incorporés au modèle AERMOD qui applique les corrections requises pour l'estimation des concentrations dans l'air ambiant à l'aide du module PRIME.

Pour calculer l'effet de rabattement du panache, les infrastructures projetées du site minier ont été tracées. Les coordonnées géographiques, l'élévation des bâtiments et la position des sources d'émissions ont été déterminées à partir des plans techniques fournis par Falco.

5.8 CONFIGURATION D'AERMOD

Les sources ponctuelles horizontales ont été exécutées à l'aide de l'option POINTHOR. Enfin, pour la modélisation des matières particulaires, les options de déposition sèches sont utilisées (DRYDPLT, NOWETDPLT).

Toutes les autres options par défaut du modèle AERMOD ont été considérées pour son exécution en conformité avec les exigences indiquées dans le guide de modélisation du MELCC.

5.9 MÉTHODES SPÉCIFIQUES

Cette section décrit les méthodologies spécifiques adoptées pour la modélisation de certains contaminants.

5.9.1 ESTIMATION DE LA DÉPOSITION DES MATIÈRES PARTICULAIRES

Il est d'abord important de souligner que la déposition n'a pas été considérée pour les particules émises dans les gaz de combustion (par exemple, gaz d'échappement des véhicules mobiles). En effet, le diamètre aérodynamique de ces particules est très petit (majoritairement inférieur à 1 µm) et ces particules se déposent que très peu.

Afin de modéliser la déposition sèche avec le modèle AERMOD, le mot clé « DDEP » doit être ajouté aux options du modèle. Cette option active à la fois la déposition sèche (DRYDPLT) et humide (WETDPLT). L'option NOWETDPLT doit être également ajoutée afin de ne pas considérer la déposition humide.

La granulométrie et la densité des particules émises par chacune des sources doivent être spécifiées. Afin de décrire cette granulométrie, celle-ci doit être divisée en catégories de taille de particule à l'aide du diamètre aérodynamique des particules et de la fraction de la masse correspondante. La densité de chacune des catégories doit également être spécifiée.

La méthode choisie afin de modéliser la déposition sèche des particules est tirée du Guideline for Plume Dispersion Modelling du gouvernement de Terre-Neuve et du Labrador (NLDEC, 2012). Ce guide propose de séparer les particules en trois fractions (P1, P2 et P3) représentant des tailles aérodynamiques spécifiques : la fraction P1 représentant les particules de diamètre inférieur à 2,5 µm, la fraction P2 représentant les particules de diamètre situé entre 2,5 et 10 µm et la fraction P3

représentant les particules de diamètre supérieur à 10 µm. Les taux d'émission de chacune de ces fractions est établie, pour chacune des sources d'émissions, à partir des taux d'émission de PMT, PM_{10} et $PM_{2,5}$ selon les équations suivantes :

$$P1 = PM_{2,5}$$

$$P2 = PM_{10} - PM_{2,5}$$

$$P3 = PMT - PM_{10}$$

Les résultats de modélisation pour P1, P2 et P3 sont finalement recombinés afin d'estimer les concentrations et les flux de déposition pour chacune des tailles de particules:

$$\text{PMT avec déposition} = P1 + P2 + P3$$

$$PM_{10} \text{ avec déposition} = P1 + P2$$

$$PM_{2,5} \text{ avec déposition} = P1$$

Le guide propose également une distribution de la granulométrie pour chacune de ces trois fractions. Celles-ci sont présentées au tableau 2.6.1 du guide (NLDEC, 2012) et ont été utilisées dans la présente modélisation afin de décrire P1, P2 et P3.

Pour les scénarios du site du CMH5, la densité utilisée est de 2,75 g/cm^3 et est basée sur les caractéristiques des stériles spécifiques au site de la mine. Pour les scénarios du site des IGRM, la densité utilisée est de 2,64 g/cm^3 et est basée sur une valeur représentative pour du calcaire. Ces densités ont été utilisées pour toutes les sources de matières particulaires (à l'exception des matières particulaires de combustion) et toutes les tailles de particules. Bien que la densité puisse être ajustée en fonction des sources, il s'agit d'une hypothèse jugée acceptable puisque la majorité des particules totales émises dans les scénarios considérés proviennent d'opérations de manipulation et transformation de matériaux, telles que les chargements et déchargements, le forage, le sautage et le transport sur des routes non pavées.

Finalement, bien que les paramètres de granulométrie et que la densité de chacune des fractions P1, P2 et P3 soient identiques pour toutes les sources, il est important de rappeler que la proportion de chacune de ces fractions est spécifique à chaque source puisque leurs taux d'émissions sont basés sur les taux de PMT, PM_{10} et $PM_{2,5}$, qui sont eux, spécifiques à chaque source.

5.9.2 ESTIMATION DES CONCENTRATIONS EN NO_2

Concernant l'estimation des concentrations de NO_2 dans l'air ambiant, la méthode OLM (*Ozone Limiting Method*) a été appliquée pour le site du CMH5. Cette méthode permet de calculer la conversion du NO en NO_2, en fonction du ratio NO_2/NOx à la source et de l'ozone disponible dans l'air ambiant. Pour ce faire, des concentrations d'ozone représentatives de la région ont été fournies par le MELCC[6]. Il s'agit de 80 ppb (horaire), de 60 ppb (quotidienne) et de 25 ppb (annuelle).

En ce qui concerne le ratio NO_2/NO_x, les différentes sources de NO_x présentent des ratios à la source de NO_2/NO_x (*in-stack ratio*) différents. Pour les moteurs diesel, une valeur de 20 % est normalement suggérée (NL DOEC 2012). Pour les sautages par contre, une valeur autour de 4 % est plutôt attendue (Attalla, 2008). Or, le ratio de 20 % a été sélectionné puisqu'il est représentatif des émissions provenant des gaz d'échappement de la machinerie, et conservateur par rapport aux émissions lors des sautages.

Néanmoins, cette méthode n'a été appliquée que pour les résultats de la période 1 heure du scénario d'exploitation au site du CMH5. Pour les autres périodes de ce scénario et pour les scénarios de construction aux sites du CMH5 et des IGRM, une conversion totale du NO_x a été appliquée. De façon conservatrice, la totalité des émissions de NO_x est ainsi considérée comme étant du NO_2.

6 MELCC, Communication par courriel, 14 décembre 2017.

5.9.3 ESTIMATIONS DES CONCENTRATIONS POUR LES PÉRIODES INFÉRIEURES À 1 HEURE

Bien que le pas de temps du modèle de dispersion soit de 1 heure, des normes et critères sont définis sur des périodes plus courtes pour certains contaminants. Lorsqu'une telle valeur limite est établie, l'annexe H du RAA prescrit l'utilisation de la formule suivante afin d'estimer la concentration sur la période désirée en fonction de la concentration horaire modélisée :

$$C(T) = C_{MAX-H} \times 0{,}97\ T^{-0{,}25}$$

où T est la période exprimée en heure et C_{MAX-H} est la concentration horaire maximale modélisée.

Ainsi, cette équation est utilisée dans la présente étude afin d'estimer les concentrations 4 minutes de dioxyde de soufre (SO_2) et d'en permettre la comparaison avec les normes associées. Dans le cas présent, les concentrations modélisées sont alors majorées par un facteur d'environ 1,91.

5.9.4 ÉVALUATION DES ÉMISSIONS DE MÉTAUX ET DE MÉTALLOÏDES

Les émissions de métaux et métalloïdes ont été effectuées pour le scénario d'exploitation du site du CMH5 et le scénario d'érosion éolienne du site des IGRM. Celles-ci ont été déterminées à partir des émissions de particules modélisées et de la caractérisation géochimique des lithologies, des substances rencontrées sur le site du CMH5 et des résidus miniers. Il est alors assumé que la teneur en métaux dans les matières particulaires émises est semblable à la teneur en métaux dans les matériaux associés. Bien que cette hypothèse présente une grande incertitude, elle permet néanmoins d'estimer les métaux émis à l'atmosphère liés aux matières particulaires en suspension.

Afin de déterminer la teneur en métaux dans les matières particulaires émises, les sources d'émissions sont d'abord regroupées en fonction des types d'opérations et des lithologies/substances impliquées. Dans le cas du scénario d'exploitation du site du CMH5, cinq groupes de sources présentant des émissions de métaux ont été considérés et ceux-ci sont décrits brièvement au tableau 36 et des exemples de sources y sont donnés. Dans le cas du scénario d'érosion éolienne du site des IGRM, deux groupes de sources présentant des émissions de métaux ont été considérés et ceux-ci sont décrits au tableau 37. La teneur en métaux dans les particules émises pour chacun de ces groupes est ensuite estimée directement à partir de la lithologie/substance associée à ces groupes.

Pour chacun des métaux, le taux d'émission de chacune des sources est finalement obtenu en multipliant la teneur déterminée par le taux d'émission de particules. Comme prescrit par le MELCC (voir section 2.4), les concentrations de métaux sont calculées sur les PMT, à l'exception du manganèse, du nickel, de la silice cristalline 1 heure et du titane, où les PM_{10} sont plutôt utilisées et de la silice cristalline annuelle où les PM_4 sont plutôt utilisées.

LITHOLOGIES ET TENEURS

La teneur en métaux du minerai est basée sur une caractérisation géochimique réalisée à l'automne 2019 par le laboratoire H2Lab. Pour le granulat de route, des analyses géochimiques ont été effectuées sur plusieurs granulats provenant de différentes carrières de la région. Les analyses ont été effectuées par les mêmes laboratoires que pour le minerai et ceux-ci incluent également une analyse de la silice cristalline. La moyenne de chacun des échantillons analysés, pour chaque métal, a été utilisée. Les teneurs utilisées pour le sulfate de cuivre découlent d'un certificat d'analyse d'un fournisseur de ce produit. Enfin, pour les résidus miniers, les teneurs proviennent de la caractérisation géochimique réalisée par l'Unité de recherche et de service en technologie minérale (URSTM, 2017). Dans tous les cas, lorsque la valeur indiquée était en deçà de la limite de détection, la moitié de celle-ci a été utilisée comme teneur. Le tableau 38 présente les teneurs en métaux pour chacune de ces lithologies ou substances.

En ce qui concerne la silice cristalline (SiO_2), une analyse du minerai et des granulats de route par la méthode NIOSH 7500 a également été effectuée par le Laboratoire Bureau Véritas. Pour les résidus miniers, une analyse semi-quantitative par XRD est disponible et des teneurs en silice cristalline de 5,8 % et 56 % sont identifiées pour les résidus PCT et PFT, respectivement.

Pour le cas de la ventilation de la mine souterraine, en particulier la portion liée à la manipulation de matériaux, la présente méthodologie estime les émissions en silice cristalline dans les PM_4 à 0,12 mg/m^3. Or, selon l'annexe I du Règlement sur la santé et la sécurité du travail, la valeur d'exposition des travailleurs à la silice cristalline est d'au plus 0,1 mg/m^3 dans les PM_4. Les émissions en silice cristalline de cette source ont donc été ajustées à cette valeur, considérant que :

- la méthodologie employée pour l'estimation des émissions en matière particulaire liée à la ventilation est conservatrice;
- des mesures de l'exposition au travailleur découlant de l'hygiène industrielle seront réalisées et elles permettront de vérifier cette exposition et, advenant des dépassements, des mesures de contrôle des poussières seront mises en place afin de respecter cette exposition.

Malgré tout, il est tout de même jugé que les émissions en silice cristalline de cette source soient surévaluées puisqu'il s'agit de la concentration d'exposition des travailleurs situés près des sources et que la concentration à la sortie de la ventilation sera vraisemblablement moindre.

Tableau 36 : Description des regroupements de sources utilisés pour l'estimation des concentrations de métaux - scénario d'exploitation du site du CMH5

Groupe	Description	Exemples de sources associées
Minerai	Opérations liées à la manipulation de minerai	Émissions de la ventilation souterraine liées à la manipulation de matériaux, dépoussiéreur à l'aire d'entreposage du minerai
Sulfate de cuivre	Opérations liées à la manipulation de sulfate de cuivre	Dépoussiéreur – sulfate de cuivre
Granulat de route	Transport sur les routes non pavées	Émissions du routage sur le site
Sans métaux	Opérations sans émission de métaux	Gaz d'échappement des équipements mobiles

Tableau 37 : Description des regroupements de sources utilisés pour l'estimation des concentrations de métaux - scénario d'érosion éolienne du site des IGRM

Groupe	Description	Exemples de sources associées
Résidus PCT	Opérations liées à l'entreposage des résidus de concentré de pyrite	Érosion éolienne des résidus de concentré de pyrite
Résidus PFT	Opérations liées à l'entreposage des résidus de flottation	Érosion éolienne des résidus de flottation

Tableau 38 : Teneur en métaux par lithologie/substance

Métal	Teneur par lithologie/substance (kg/kg)				
	Minerai	Granulat de route	Sulfate de cuivre	Résidus PCT	Résidus PFT
Antimoine (Sb)	3.41E-07	3.61E-07	1.00E-05	2.70E-06	1.60E-06
Argent (Ag)	2.26E-05	1.00E-06	-	6.00E-06	5.00E-07
Arsenic (As)	7.49E-05	3.13E-06	6.60E-05	1.49E-04	6.00E-06
Baryum (Ba)	2.40E-05	1.62E-05	-	5.00E-05	2.20E-04
Béryllium (Be)	1.03E-07	3.75E-07	-	2.50E-06	2.50E-06
Cadmium (Cd)	2.82E-05	1.71E-07	1.50E-06	3.20E-06	9.00E-07
Chrome trivalent (Cr)	1.10E-05	3.08E-05	-	4.67E-04	5.59E-04
Cobalt (Co)	3.27E-05	1.28E-05	-	6.05E-05	4.60E-06
Cuivre (Cu)	2.41E-03	1.82E-04	2.53E-01	4.23E-04	1.13E-04
Manganèse (Mn)	2.01E-04	7.66E-04	-	1.43E-04	8.19E-04
Mercure (Hg)	1.34E-07	2.79E-08	4.00E-07	5.00E-08	5.00E-09
Nickel (Ni)	2.08E-06	2.24E-05	5.00E-06	5.00E-05	7.00E-05
Plomb (Pb)	1.36E-04	4.23E-06	8.00E-06	1.60E-04	7.10E-05
Sélénium (Se)	6.71E-05	3.98E-06	5.00E-06	1.00E-04	2.50E-06
Silice cristalline (SiO_2)	3.76E-01	3.09E-01	-	5.80E-02	5.60E-01
Thallium (Tl)	1.00E-06 [1]	1.00E-06 [1]	-	1.30E-06	4.10E-06
Titane (Ti)	3.09E-05 [1]	1.23E-03 [1]	-	5.00E-08	2.40E-07
Vanadium (V)	1.05E-06 [1]	3.88E-05 [1]	-	1.80E-05	4.70E-05
Zinc (Zn)	1.02E-02	8.86E-05	1.90E-03	9.22E-04	3.09E-04

Note :
- : Non disponible.

[1] : Pour ces métaux modélisés, mais non disponibles dans les analyses de minerai et des granulats de route, les teneurs en métaux utilisés proviennent des analyses pour du minerai et les stériles, respectivement, réalisées dans le cadre de l'évaluation économique préliminaire. Ces dernières proviennent alors de la caractérisation géochimique réalisée par Golder (Golder Associates, avril 2016).

6 RÉSULTATS DE MODÉLISATION

Les sections qui suivent présentent les résultats de la modélisation réalisée pour les scénarios de chacun des sites modélisés, soient, pour le site du CMH5, le scénario de construction et le scénario d'exploitation et, pour le site des IGRM, soient le scénario de construction et le scénario d'érosion éolienne. Afin de comparer les concentrations modélisées aux normes et critères en vigueur pour chacune des substances, celles-ci sont additionnées aux concentrations initiales applicables au site. **Il est important de prendre note que les concentrations totales présentées dans cette section ne représentent pas des concentrations réelles mesurées, mais plutôt des concentrations obtenues par la simulation des activités planifiées.**

Les cartes, présentées aux annexes B-2 à B-5, illustrent les courbes d'isoconcentration associées aux résultats. Les données chiffrées apparaissant sur ces cartes correspondent à la contribution des opérations du projet seulement. La couleur des courbes indique si les concentrations totales, incluant les concentrations initiales, dépassent ou non les normes et critères de qualité de l'atmosphère. Les courbes présentées illustrent la concentration maximale calculée à chaque récepteur pour la période et l'ensemble des années météorologiques modélisés. Ainsi, il faut noter que ces maximums présentés pour chacun des points de calcul considérés ne se produisent pas nécessairement au cours de la même heure, de la même journée ou de la même année.

En somme, **les courbes d'isoconcentration présentent des situations hypothétiques où les conditions de dispersion les plus défavorables sont combinées simultanément sur la même carte**. Ces courbes, exigées par le MELCC, permettent néanmoins de bien visualiser pour une zone donnée du domaine de modélisation la concentration maximale des cinq années météorologiques considérées.

Pour les secteurs du site du CMH5, la concentration initiale sélectionnée pour certaines substances est supérieure à la valeur limite. Cette concentration a été mesurée à une seule station ponctuelle et ne représente pas l'ensemble du secteur. Par conservatisme, cette valeur a tout de même été appliquée à l'ensemble du secteur correspondant pour l'analyse des résultats.

Les tableaux de tous les résultats sont présentés à l'annexe A-5. Pour le site du CMH5, les résultats sont présentés pour chacun des secteurs nord et sud dans des tableaux spécifiques, mentionnés dans chacune des sous-sections suivantes.

6.1 SITE DU CMH5 – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION

Pour le scénario de construction au site du CMH5, les résultats des concentrations maximales modélisés sont présentés, pour le secteur nord, au tableau A-5-1 pour le domaine d'application et au tableau A-5-2 pour les récepteurs sensibles et pour le secteur sud, au tableau A-5-3 pour le domaine d'application et au tableau A-5-4 pour les récepteurs sensibles. Les cartes de l'annexe B-2 illustrent quant à elles les courbes d'isoconcentrations associées aux résultats de la modélisation de ce scénario.

6.1.1 PARTICULES TOTALES (PMT)

Les concentrations modélisées de particules totales respectent la norme 24 heures du MELCC pour l'ensemble des récepteurs sensibles. Des dépassements sont par contre modélisés dans le domaine d'application au secteur nord du CMH5.

Pour les récepteurs sensibles du secteur nord du CMH5, la concentration maximale modélisée aux résidences au nord-ouest représente 75 % de la valeur limite. Pour les récepteurs sensibles du secteur sud du CMH5, la concentration maximale est modélisée aux résidences au sud, et celle-ci représente alors 80 % de la valeur limite.

Au domaine d'application, les concentrations maximales de particules totales sont modélisées au nord du site, où des dépassements sont modélisés. Ceux-ci atteignent le chemin du Golf, sans toutefois le franchir de manière significative. Il est important de noter que les modifications apportées à l'aménagement du site du CMH5 considérées pour la Révision 2 (voir section 1.3) entraînent une réduction significative de l'ampleur des dépassements, en particulier, par la réduction des quantités de matériaux manipulés. En effet, la concentration maximale modélisée pour le projet seulement est réduite de plus de 50 % par rapport à la Révision 1.

Les principales sources contributrices de ces concentrations maximales sont le routage pour environ 80 % des concentrations modélisées et l'utilisation des bouteurs pour environ 10 %. Or, les taux d'émission de ces sources fugitives sont évalués à partir de caractéristiques de l'AP-42 (silt et humidité) et les conditions réelles peuvent être différentes. Il existe donc une

grande incertitude sur les émissions réelles de ces sources. La mise en place de mesures de gestion particulières est donc recommandée. Telles que décrites dans le *Plan de gestion des émissions atmosphériques* pour le projet Horne 5 (Falco, 2018), ces sources fugitives feront l'objet de mesures de gestion particulières, et ce, afin de limiter leur émission. Par exemple, ces mesures incluent, sans s'y limiter, un arrosage plus fréquent ou un arrêt des opérations lors de vents violents. Un suivi de la qualité de l'air en continu, mise en place dès le début des activités de construction, est également prévu. Ce suivi permettra d'effectuer une vérification de l'efficacité des mesures de gestion et un respect des normes en tout temps.

Finalement, il est important de rappeler le caractère conservateur de la méthode de modélisation, où celle-ci est effectuée sur un ensemble météorologique de cinq ans. Considérant que les activités de construction modélisées sont prévues sur période d'environ 120 jours, la méthodologie surestime alors les fréquences des événements maximaux.

Les courbes d'isoconcentration sont illustrées à la carte B-2-2.

6.1.2 PARTICULES FINES ($PM_{2,5}$)

Les concentrations modélisées de particules fines respectent la norme 24 heures du MELCC pour l'ensemble des récepteurs sensibles. Des dépassements sont cependant modélisés dans le domaine d'application au secteur nord du CMH5.

Pour les récepteurs sensibles du secteur nord du CMH5, la concentration maximale modélisée aux résidences au nord-ouest représente 45 % de la valeur limite. Pour les récepteurs sensibles du secteur sud du CMH5, la concentration maximale est modélisée aux résidences au sud, et celle-ci représente alors 44 % de la valeur limite.

Au domaine d'application, les concentrations maximales de particules fines sont modélisées au nord du site, où des dépassements sont modélisés. Ceux-ci s'étendent à moins de 100 m de la limite d'application. Il est important de noter que les modifications apportées à l'aménagement du site du CMH5 entraînent une réduction significative de l'ampleur des dépassements, en particulier, par la réduction des quantités de matériaux manipulés. En effet, la concentration maximale modélisée pour le projet seulement est réduite de plus de 60 % par rapport à la Révision 1.

Les principales sources contributrices de ces concentrations maximales sont l'utilisation des bouteurs pour environ 70 % des concentrations modélisées et le routage pour environ 15 %. Comme décrit à la section 6.1.1, les taux d'émission de ces sources fugitives présentent une grande incertitude. Les mesures de gestion particulières envisagées pour les particules totales s'appliquent donc également pour les particules fines. À titre de comparaison, l'augmentation par arrosage de l'humidité considérée pour les bouteurs à 2,9 % (plutôt que 2,1 %) élimine tous les dépassements de particules fines.

Encore une fois, il est également important de rappeler le caractère conservateur de la méthode de modélisation, où celle-ci est effectuée sur un ensemble météorologique de cinq ans, soit beaucoup plus grand que la période prévue pour les activités de construction modélisées. Cette méthodologie surestime alors les fréquences des événements maximaux. La fréquence de dépassement moyenne modélisée étant d'environ une journée de dépassement pour 365 jours, soit moins que la période prévue pour les travaux d'excavation, ces dépassements sont alors peu probables.

Les courbes d'isoconcentration sont illustrées à la carte B-2-3.

6.1.3 MONOXYDE DE CARBONE

Les concentrations modélisées de monoxyde de carbone respectent les normes 1 heure et 8 heures du MELCC à la fois dans le domaine d'application et aux récepteurs sensibles.

En raison des faibles concentrations modélisées pour le monoxyde de carbone, les courbes d'isoconcentration n'ont pas été cartographiées.

6.1.4 DIOXYDE D'AZOTE

Les concentrations modélisées de dioxyde d'azote respectent les normes 1 heure, 24 heures et annuelle du MELCC à la fois dans le domaine d'application et aux récepteurs sensibles.

La principale source contributrice des concentrations maximales modélisées correspond aux gaz d'échappement des équipements mobiles souterrains par la ventilation de la mine, pour environ 90 % des concentrations modélisées. La mesure

proposée par Falco afin de réduire les émissions de gaz d'échappement de la ventilation de la mine par le remplacement de certains équipements souterrains par des équipements à faible émission s'avère donc bénéfique.

Les courbes d'isoconcentration sont illustrées aux cartes B-2-4 et B-2-5 pour les périodes 1 heure et 24 heures, respectivement. En raison des faibles concentrations modélisées pour la période annuelle, les courbes d'isoconcentration n'ont pas été cartographiées.

6.1.5 DIOXYDE DE SOUFRE

Les concentrations modélisées de dioxyde de soufre respectent les normes 4 minutes, 24 heures et annuelle du MELCC à la fois dans le domaine d'application et aux récepteurs sensibles.

En raison des faibles concentrations modélisées pour le dioxyde de soufre, les courbes d'isoconcentration n'ont pas été cartographiées.

6.2 SITE DU CMH5 – SCÉNARIO D'EXPLOITATION

Pour le scénario d'exploitation au site du CMH5, les résultats des concentrations maximales modélisés sont présentés pour le secteur nord, au tableau A-5-5 pour le domaine d'application et au tableau A-5-6 pour les récepteurs sensibles et, pour le secteur sud, au tableau A-5-7 pour le domaine d'application et au tableau A-5-8 pour les récepteurs sensibles. Les résultats pour les variantes A à C du scénario d'exploitation sont présentés. Les cartes de l'annexe B-3 illustrent quant à elles les courbes d'isoconcentrations associées aux résultats de la modélisation de ce scénario, et ce, pour toutes les variantes.

Description de la variante retenue

La variante C représente la situation la plus représentative de l'exploitation à long terme du CMH5. Elle est donc retenue pour l'évaluation des impacts. Les autres variantes sont plutôt présentées pour mettre en évidence l'efficacité des nouvelles mesures d'atténuation proposées par Falco au niveau de la ventilation de la mine souterraine et des équipements à faible émission, ainsi que l'effet des émissions provenant de la halde de minerai temporaire. La modélisation des variantes A et B ne représentent donc pas des situations qui surviendront réellement en cours d'exploitation. La discussion de leurs résultats de modélisation est donc présentée à la section 6.2.7 uniquement.

6.2.1 PARTICULES TOTALES (PMT)

Les concentrations modélisées de particules totales pour la variante C respectent la norme 24 heures du MELCC à la fois dans le domaine d'application et aux récepteurs sensibles.

Pour les récepteurs sensibles du secteur nord du CMH5, la concentration maximale modélisée aux résidences au nord-ouest représente 59 % de la valeur limite. Pour les récepteurs sensibles du secteur sud du CMH5, la concentration maximale est modélisée aux résidences au sud, et celle-ci représente 65 % de la valeur limite. Les mesures d'atténuation proposées par Falco sont particulièrement efficaces en permettant une réduction de 68 % à 80 % des concentrations maximales modélisées aux récepteurs sensibles par le projet seulement.

Au domaine d'application, les concentrations maximales de particules totales sont modélisées au nord du site. De façon similaire aux récepteurs sensibles, les mesures d'atténuation proposées par Falco permettent une réduction des concentrations modélisées.

Les principales sources contributrices des concentrations maximales modélisées correspondent au transport routier en surface, pour environ 30 % des concentrations modélisées, et aux gaz d'échappement des équipements mobiles souterrains par la ventilation de la mine, pour environ 25 % des concentrations modélisées. Les courbes d'isoconcentration sont illustrées à la carte B-3-4.

Enfin, la concentration maximale modélisée pour le projet seulement est réduite de près de 80 % par rapport à la Révision 1.

6.2.2 PARTICULES FINES ($PM_{2,5}$)

Les concentrations modélisées de particules fines pour la variante C respectent la norme 24 heures du MELCC à la fois dans le domaine d'application et aux récepteurs sensibles.

Pour les récepteurs sensibles du secteur nord du CMH5, la concentration maximale modélisée aux résidences au nord-ouest représente 38 % de la valeur limite. Pour les récepteurs sensibles du secteur sud du CMH5, la concentration maximale est modélisée aux résidences au sud, et celle-ci représente aussi 38 % de la valeur limite. Les mesures d'atténuation sur la ventilation proposées par Falco permettent une réduction de plus de 60 % des concentrations maximales modélisées aux récepteurs sensibles par le projet seulement.

Au domaine d'application, les concentrations maximales de particules totales sont modélisées au nord du site. De façon similaire aux récepteurs sensibles, les mesures d'atténuation sur la ventilation proposées par Falco permettent une réduction d'environ 70 % des concentrations modélisées par le projet seulement. En particulier pour le secteur nord, cette réduction permet le respect de la norme en tout temps.

Il est important de noter que la norme est respectée pour tout le domaine d'application dans le cas où la concentration initiale du RAA de 20 $\mu g/m^3$ est considérée, et ce, pour les deux secteurs nord et sud du CMH5.

La principale source contributrice des concentrations maximales modélisées correspond aux gaz d'échappement des équipements mobiles souterrains, à plus de 70 % des concentrations modélisées. Les courbes d'isoconcentration sont illustrées à la carte B-3-7.

Enfin, la concentration maximale modélisée pour le projet seulement est réduite d'environ 70 % par rapport à la Révision 1.

6.2.3 MONOXYDE DE CARBONE

Les concentrations modélisées de monoxyde de carbone pour la variante C respectent les normes 1 heure et 8 heures du MELCC à la fois dans le domaine d'application et aux récepteurs sensibles.

En raison des faibles concentrations modélisées pour le monoxyde de carbone, les courbes d'isoconcentration n'ont pas été cartographiées.

6.2.4 DIOXYDE D'AZOTE

Les concentrations modélisées de dioxyde d'azote pour la variante C présentent un respect des normes 1 heure et 24 heures du MELCC à la fois dans le domaine d'application qu'aux récepteurs sensibles.

Pour les récepteurs sensibles du secteur nord du CMH5, la concentration maximale modélisée aux résidences au nord-ouest représente 56 % de la valeur limite 1 heure. Pour les récepteurs sensibles du secteur sud du CMH5, la concentration maximale est modélisée aux résidences au sud, et celle-ci représente alors 60 % de la valeur limite 1 heure. Les mesures d'atténuation sur la ventilation proposées par Falco permettent une réduction de plus de 20 % des concentrations modélisées aux récepteurs sensibles par le projet seulement.

Au domaine d'application, les concentrations maximales de dioxyde d'azote sont modélisées au nord du site. De façon similaire aux récepteurs sensibles, les mesures d'atténuation sur la ventilation proposées par Falco permettent une réduction des concentrations modélisées de plus de 40 % des concentrations modélisées par le projet seulement. En particulier pour le secteur nord, cette réduction permet le respect de la norme en tout temps, et ce, pour toutes les périodes.

La principale source contributrice des concentrations maximales modélisées correspond aux gaz d'échappement des équipements mobiles souterrains par la ventilation de la mine, à plus de 90 % des concentrations modélisées. La mesure proposée par Falco afin de réduire les émissions de gaz d'échappement de la ventilation de la mine par le remplacement de certains équipements souterrains par des équipements à faible émission s'avère donc bénéfique.

Enfin, la concentration maximale modélisée pour le projet seulement est réduite d'environ 30 % par rapport à la Révision 1, ce qui permet le respect des normes en tout temps.

Les courbes d'isoconcentration sont illustrées aux cartes B-3-9 et B-3-11 pour les périodes 1 heure et 24 heures. En raison des faibles concentrations modélisées pour la période annuelle, les courbes d'isoconcentration n'ont pas été cartographiées.

6.2.5 DIOXYDE DE SOUFRE

Les concentrations modélisées de dioxyde de soufre respectent les normes 4 minutes, 24 heures et annuelle du MELCC à la fois dans le domaine d'application et aux récepteurs sensibles.

En raison des faibles concentrations modélisées pour le dioxyde de soufre, les courbes d'isoconcentration n'ont pas été cartographiées.

6.2.6 MÉTAUX ET MÉTALLOÏDES

Les résultats de la modélisation pour les *métaux dont la concentration initiale est supérieure à la valeur limite* et ceux de la *silice cristalline* sont discutés dans des sous-sections spécifiques ci-dessous. En ce qui concerne tous les autres métaux et métalloïdes considérés, les concentrations modélisées respectent les normes et critères établis par le MELCC.

La concentration initiale retenue s'approche cependant des valeurs limites pour deux métaux. C'est le cas du manganèse pour le secteur nord du CMH5, où la concentration initiale représente 92 % de la valeur limite, et le cadmium pour le secteur sud du CMH5, où celle-ci représente 97 % de la valeur limite. Néanmoins, pour ces deux cas, les concentrations maximales modélisées respectent tout de même la norme ou le critère autant aux récepteurs sensibles que dans le domaine d'application.

De plus, pour tous les cas où les normes et critères sont respectés, incluant le manganèse et le cadmium, la contribution du projet par rapport aux valeurs limites est faible. Les courbes d'isoconcentration n'ont donc pas été cartographiées.

MÉTAUX DONT LA CONCENTRATION INITIALE EST SUPÉRIEURE À LA VALEUR LIMITE

La concentration initiale retenue est supérieure aux valeurs limites des normes et critères dans le cas de cinq métaux. Il s'agit du baryum, du cuivre, du nickel et du plomb pour le secteur sud du CMH5 et de l'arsenic pour les secteurs nord et sud du CMH5. Une attention particulière a donc été accordée à la modélisation de ces métaux. L'analyse est effectuée en deux volets, soit par les **concentrations modélisées** et le **bilan des émissions**.

Concentrations modélisées

Puisque les concentrations modélisées pour le projet sont faibles relativement aux valeurs limites, une représentation particulière des courbes d'isoconcentration des métaux a été utilisée afin de relativiser les concentrations modélisées et de mettre en évidence l'effet des mesures d'atténuation sur la ventilation proposées par Falco.

Ces courbes d'isoconcentration de ces métaux ont été cartographiées aux cartes B-3-14, B-3-17, B-3-20, B-3-23 et B-3-26. Sur chacune des cartes, les deux derniers niveaux d'isoconcentration, soit les niveaux représentant les plus faibles concentrations, ont été systématiquement ajustés à 1 % et 0,1 % des valeurs limites. Ces très faibles concentrations par rapport aux valeurs limites ne sont normalement pas cartographiées. Ces niveaux d'isoconcentration sont néanmoins requis pour le présent cas afin de permettre une analyse des résultats plus détaillée.

Or, la faible superficie recouverte par ces deux courbes est bien apparente. En particulier, ces courbes d'isoconcentration permettent de faire les deux constats suivants, et ce, pour tous les métaux d'intérêt :

- la contribution du projet est toujours inférieure à 0,1 % de la valeur limite aux récepteurs sensibles;
- la contribution du projet est toujours inférieure à 1 % de la valeur limite sur tout le domaine d'application.

Un résumé des résultats pour ces métaux est également présenté dans le tableau 39. Ce résumé montre les pourcentages des valeurs limites atteintes aux récepteurs sensibles et dans le domaine d'application. En particulier, les résultats pour la contribution du projet permettent de valider les deux constats précédents. Par exemple, la concentration modélisée pour l'arsenic aux résidences sud représente seulement 0,03 % de la valeur limite.

Une comparaison des concentrations modélisées de la contribution du projet pour ces métaux par rapport aux résultats de la Révision 1 est également présentée au tableau 40. Par exemple, la concentration modélisée pour l'arsenic aux résidences sud,

est réduite d'environ 96,5 % par rapport à la Révision 1. Cette comparaison met clairement en évidence la réduction des concentrations obtenue principalement par les mesures d'atténuation sur la ventilation proposées par Falco.

Bilan des émissions

Émissions directes

Les bilans d'émissions totales à la source pour ces métaux sont présentés au tableau 41 pour le scénario de la Révision 1 et la variante C. Ces bilans incluent l'ensemble des sources considérées dans la modélisation. La comparaison entre les bilans d'émission montre bien la réduction, par rapport à la Révision 1, des émissions de métaux principalement obtenue par la mise en place des mesures d'atténuation sur la ventilation proposées par Falco. Par exemple, pour l'arsenic, les émissions totales de la variante C sont de 0,05 kg/an, ce qui représente une réduction d'environ 97,4 % des émissions de la Révision 1. À titre de comparaison, ces émissions annuelles d'arsenic dans l'air sont en deçà de toutes les émissions déclarées à l'INRP par une industrie d'extraction ou de traitement de métaux au Québec.

De plus, il est important de spécifier que ces bilans considèrent seulement les émissions directes des activités du projet. Or, il s'avère que le Système d'Épuration de la ventilation proposé par Falco aura également un effet sur les émissions indirectes du projet.

Émissions indirectes

Le Système d'Épuration sur la ventilation, proposé comme mesure d'atténuation par Falco, est destiné à traiter l'ensemble de l'air vicié sortant de la mine pour y épurer les poussières générées par les activités souterraines. Cet air vicié qui sort de la mine sera ainsi remplacé par de l'air frais provenant de l'air ambiant à la surface. Ainsi, l'air ambiant à la surface, après avoir circulé dans la mine souterraine, sera évacué de la mine par la ventilation, et ce, en passant par le Système d'Épuration. Par conséquent, les métaux contenus dans l'air ambiant et injecté dans la mine souterraine seront en partie captés par le Système d'Épuration, s'ils ne se sont pas déjà déposés sur les parois de la mine. La compilation d'un bilan des émissions effectives est donc pertinente afin de relativiser les émissions prévues pour le projet de Falco.

Pour ce faire, les concentrations en métaux de l'air ambiant à l'entrée de la ventilation peuvent être estimées par les concentrations moyennes mesurées à la station Sanitri, située sur le futur site du CMH5, lors de la campagne d'échantillonnage de Falco. En considérant le débit de la ventilation de la mine de 800 000 pi^3/min, ou 1 359 208 m^3/h, et un facteur de captation de 98 %[7] par le Système d'Épuration, le bilan des métaux de l'air ambiant capté peut être calculé. Ce bilan est présenté au tableau 42. Le bilan des émissions est également présenté sous forme d'histogrammes à la figure 6.

En conclusion, il s'avère que le bilan des métaux captés est plus grand que les émissions directes du projet, et ce, pour les cinq métaux d'intérêts. Le bilan total des émissions effectives pour la variante C est donc négatif; ce qui signifie que le projet Horne 5 contribuerait à une diminution de ces contaminants dans l'air ambiant de la région étudiée.

SILICE CRISTALLINE

Les concentrations modélisées de silice cristalline, pour la variante C, montrent un respect du critère 1 heure à la fois dans le domaine d'application et aux récepteurs sensibles et un respect du critère annuel aux récepteurs sensibles.

Pour les récepteurs sensibles du secteur nord du CMH5, les concentrations maximales modélisées aux résidences au nord-ouest représentent 32 % du critère 1 heure et 66 % du critère annuel. Pour les récepteurs sensibles du secteur sud du CMH5, les concentrations maximales sont modélisées aux résidences au sud, et celles-ci représentent alors 31 % du critère 1 heure et 64 % du critère annuel. Les mesures d'atténuation sur la ventilation proposées par Falco sont particulièrement efficaces en permettant une réduction d'environ 90 % des concentrations modélisées aux récepteurs sensibles par le projet seulement. De plus, ces mesures permettent le respect des critères en tout temps aux récepteurs sensibles.

Au domaine d'application, les concentrations maximales sont modélisées au nord du site. Pour la période 1 heure, les concentrations modélisées respectent le critère tandis que, pour la période annuelle, les dépassements modélisés s'étendent à environ 250 m de la limite d'application au nord sans atteindre le chemin du Golf. De façon similaire aux récepteurs sensibles, les mesures d'atténuation sur la ventilation proposées par Falco permettent une réduction des concentrations modélisées, et ce, en particulier dans le secteur sud où une réduction de près de 90 % des concentrations modélisées par le

[7] Une atténuation de 98 % est inférieure à l'atténuation pour les particules totales estimée à partir de l'ensemble des atténuations fournies par le fabricant du système d'épuration, voir section 4.2.4.

projet seulement est observée. De plus, l'ampleur des dépassements est considérablement réduite par la mise en place des mesures d'atténuation sur la ventilation.

La principale source contributrice des concentrations maximales modélisées correspond au dépoussiéreur du dôme et, dans une moindre mesure, du routage.

Enfin, les concentrations maximales modélisées pour la contribution du projet est réduite d'environ 70 % pour la période 1 heure et d'environ 85% pour la période annuelle par rapport à la Révision 1.

Les courbes d'isoconcentration pour le critère 1 heure sont illustrées à la carte B-3-29. Tandis que les courbes d'isoconcentration pour le critère annuel sont illustrées à la carte B-3-32.

Tableau 39 : Résumé des résultats de la modélisation pour les métaux dont la concentration initiale retenue est déjà supérieure à la valeur limite: scénario d'exploitation – Variante C – site du CMH5

Substance	Acronyme	Période	Pourcentage de la valeur limite (Contribution du projet + Concentration initiale) (%)				Pourcentage de la valeur limite (Contribution du projet) (%)			
			Domaine d'application		Récepteurs sensibles		Domaine d'application		Récepteurs sensibles	
			Secteur nord	Secteur sud	Résidences nord-ouest	Résidences sud	Secteur nord	Secteur sud	Résidences nord-ouest	Résidences sud
Arsenic	As	1 an	597,9	2320,2	597,3	2320,2	0,6	0,09	0,04	0,03
Baryum	Ba	1 an	38,6	120,2	38,5	120,2	0,03	0,004	0,003	0,002
Cuivre	Cu	24 heures	64,4	102,4	64,2	102,4	0,3	0,07	0,06	0,07
Nickel (PM_{10})	Ni	24 heures	80,0	129,3	79,6	129,2	0,5	0,09	0,09	0,09
Plomb	Pb	1 an	76,9	254,4	76,8	254,4	0,03	0,005	0,002	0,002

Tableau 40 : Comparaison des résultats de la modélisation pour les métaux dont la concentration initiale retenue est supérieure à la valeur limite par rapport aux résultats de la Révision 1 : scénario d'exploitation – Variante C – site du CMH5

Substance	Acronyme	Période	Ratio de la concentration modélisée par rapport à la Révision 1 (Contribution du projet) (%)			
			Domaine d'application		Récepteurs sensibles	
			Secteur nord	Secteur sud	Résidences nord-ouest	Résidences sud
Arsenic	As	1 an	4,3	3,7	6,3	3,5
Baryum	Ba	1 an	7,1	5,6	12,6	7,0
Cuivre	Cu	24 heures	10,6	9,3	7,6	11,5
Nickel (PM_{10})	Ni	24 heures	9,1	4,9	14,5	9,0
Plomb	Pb	1 an	4,0	3,4	5,5	3,2

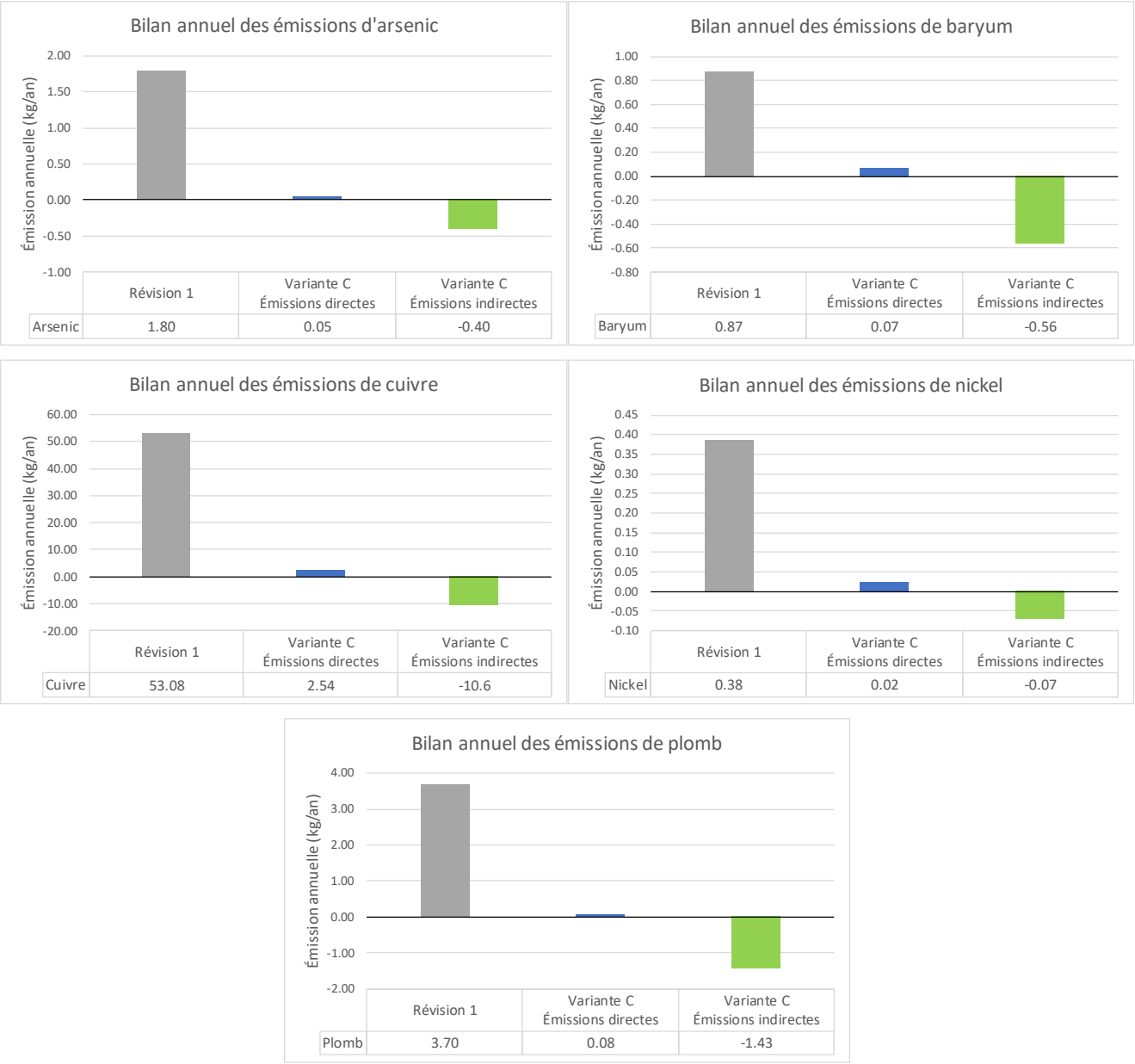
Tableau 41 : Bilan annuel des émissions du projet pour les métaux : scénario d'exploitation – site du CMH5

Substances	Acronyme	Bilan annuel des émissions du projet (kg/an)	
		Révision 1	Variante C
Arsenic	As	1,80	0,05
Baryum	Ba	0,87	0,07
Cuivre	Cu	53,08	2,54
Nickel (PM_{10})	Ni	0,38	0,02
Plomb	Pb	3,70	0,08

Tableau 42 : Bilan annuel des émissions du projet pour les métaux en considérant la captation de l'air ambiant : scénario d'exploitation – site du CMH5

Substances	Acronyme	Concentration moyenne annuelle dans l'air Station Sanitri ($\mu g/m^3$)	Bilan des métaux de l'air ambiant entrant dans la ventilation (kg/an)	Bilan des métaux de l'air ambiant sortant par la ventilation (Avec Système d'Épuration) (kg/an)	Bilan des métaux de l'air ambiant capté par le Système d'Épuration (kg/an)	Bilan annuel des émissions pour l'Exploitation - Variante C (Avec la captation de l'air ambiant par le Système d'Épuration) (kg/an)
Arsenic	As	0,039	0,46	0,01	0,45	- 0,40
Baryum	Ba	0,054	0,64	0,01	0,63	- 0,56
Cuivre	Cu	1,127	13,42	0,27	13,15	- 10,6
Nickel (PM_{10})	Ni	0,008	0,09	0,002	0,09	- 0,07
Plomb	Pb	0,130	1,54	0,03	1,51	- 1,43

Figure 6 : Bilan annuel des émissions du projet pour les métaux : scénario d'exploitation – site du CMH5



6.2.7 AUTRES VARIANTES MODÉLISÉES

Les résultats de modélisation des variantes A et B sont également présentés dans les tableaux et sur les cartes de résultats.

Bien que la variante C soit la seule situation représentative de l'exploitation proposée à long terme de l'usine pour le projet de Falco, les autres variantes de modélisation permettent de mettre en évidence l'efficacité des nouvelles mesures d'atténuation sur la ventilation proposées par Falco au niveau de la ventilation de la mine souterraine et des équipements à faible émission, ainsi que l'effet des émissions provenant de la halde de minerai temporaire.

D'abord, la comparaison des résultats de modélisation de la variante B par rapport à la variante A illustre directement l'effet de la mise en place des mesures d'atténuation sur la ventilation proposées par Falco. De manière générale, une importante diminution des concentrations modélisées est observée. Pour plusieurs composés, les mesures d'atténuation préviennent

directement les dépassements des valeurs limites et assurent le respect des normes et critères en tout temps. En particulier pour les métaux dont la concentration initiale est supérieure à la valeur limite, la comparaison des cartes pour les différentes variantes, en prenant soin de noter l'évolution des courbes particulières (représentant 1 % et 0,1 % des valeurs limites), permet de bien visualiser la réduction des concentrations liées aux mesures d'atténuation sur la ventilation proposées par Falco pour ces métaux.

Ensuite, la comparaison des résultats de modélisation de la variante C par rapport à la variante B illustre directement l'effet de la halde de minerai temporaire, et ce, en particulier pour les particules totales et certains métaux. L'effet de la halde temporaire est principalement localisé au secteur nord où une réduction des concentrations modélisées par le projet est observée lorsque celle-ci n'est pas considérée. Son effet est toutefois très faible aux récepteurs sensibles et au secteur sud.

6.3 SITE DES IGRM – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION

Pour le scénario de construction au site des IGRM, les concentrations maximales modélisées sont présentées au tableau A-5-9 pour le domaine d'application et au tableau A-5-10 pour les récepteurs sensibles. Les cartes de l'annexe B-4 illustrent quant à elles les courbes d'isoconcentrations associées aux résultats de la modélisation de ce scénario.

6.3.1 PARTICULES TOTALES (PMT)

Les concentrations modélisées de particules totales dépassent la norme 24 heures du MELCC dans le domaine d'application ainsi qu'aux récepteurs sensibles. Ces dépassements sont modélisés autant en considérant la concentration initiale prescrite pour les projets nordiques que la concentration initiale calculée à partir des résultats de la campagne d'échantillonnage de l'air ambiant au site des IGRM (station Saguenay). En contrepartie, il est important de souligner qu'un seul dépassement est modélisé aux récepteurs sensibles sur l'ensemble de l'échantillon météorologique. Considérant les opérations de construction cinq jours par semaine plutôt que l'opération en continu modélisée, la fréquence de dépassement modélisée aux récepteurs sensibles correspond à une journée pour 7 ans d'opération, et ce, peu importe la concentration initiale considérée. Or, comme mentionnée au tableau 6, la durée prévue de la période de construction de l'étape 1A est de 12 mois. Ainsi, la probabilité de dépassement estimée durant cette période est donc faible.

Les concentrations maximales de particules totales sont modélisées au nord-est du site alors que le routage est responsable pour près de 99 % des concentrations modélisées.

Les courbes d'isoconcentration sont illustrées aux cartes B-4-2 et B-4-3 pour la concentration initiale prescrite pour les projets nordiques et la concentration initiale de la station Saguenay, respectivement.

6.3.2 PARTICULES FINES ($PM_{2,5}$)

Les concentrations de particules fines modélisées dépassent la norme 24 heures du MELCC dans le domaine d'application lorsque la concentration initiale prescrite pour les projets nordiques est considérée. En utilisant la concentration initiale de particules fines de la station Saguenay, aucun dépassement n'est modélisé dans le domaine d'application. Dans les deux cas, la norme est respectée aux récepteurs sensibles considérés.

Les concentrations maximales de particules fines sont modélisées à l'est du site, à proximité de la carrière locale présumée. Pour les premiers maximums modélisés, le concasseur représente le principal contributeur, avec une contribution supérieure à 50 % des concentrations modélisées. Il est important de rappeler l'incertitude quant à la position de la carrière et de l'importance de cette hypothèse, notamment en ce qui concerne les particules fines.

Les courbes d'isoconcentration sont illustrées aux cartes B-4-4 et B-4-5 pour la concentration initiale prescrite pour les projets nordiques et la concentration initiale de la station Saguenay, respectivement.

6.3.3 MONOXYDE DE CARBONE

Les concentrations de monoxyde de carbone modélisées dans le domaine d'application des normes et critères ainsi qu'aux récepteurs sensibles respectent les normes 1 heure et 8 heures du MELCC.

En raison des faibles concentrations modélisées pour le monoxyde de carbone, les courbes d'isoconcentration n'ont pas été cartographiées.

6.3.4 DIOXYDE D'AZOTE

Les concentrations de dioxyde d'azote modélisées dans le domaine d'application des normes et critères ainsi qu'aux récepteurs sensibles respectent les normes 1 heure, 24 heures et annuelle du MELCC. Les gaz d'échappement de la machinerie représentent le principal contributeur, et ce, peu importe la période.

Les courbes d'isoconcentration 1 heure sont illustrées à la carte B-4-6. En raison des faibles concentrations modélisées, les courbes d'isoconcentration n'ont pas été cartographiées pour les périodes 24 heures et annuelle.

6.3.5 DIOXYDE DE SOUFRE

Les concentrations de dioxyde de soufre modélisées dans le domaine d'application des normes et critères ainsi qu'aux récepteurs sensibles respectent les normes 4 minutes, 24 heures et annuelle du MELCC.

En raison des faibles concentrations modélisées pour le dioxyde de soufre, les courbes d'isoconcentration n'ont pas été cartographiées.

6.4 SITE DES IGRM – SCÉNARIO D'ÉROSION ÉOLIENNE

Pour le scénario d'érosion éolienne au site des IGRM, les concentrations maximales modélisées sont présentées au tableau A-5-11 pour le domaine d'application et au tableau A-5-12 pour les récepteurs sensibles. Les cartes de l'annexe B-5 illustrent quant à elles les courbes d'isoconcentrations associées aux résultats de la modélisation de ce scénario.

Il est important de souligner ici l'importance de l'incertitude sur les résultats, notamment en raison de l'équation utilisée afin d'estimer les émissions. En effet, l'équation prescrite par le MELCC afin d'estimer les émissions de matières particulaires dues à l'érosion éolienne à la surface du parc à résidus a été élaborée suite à des mesures effectuées sur des piles de sable et de gravier (US-EPA, 1985). Or, les résidus miniers présentent des propriétés considérablement différentes (taux de silt très élevé, humidité élevée, rugosité de la surface et obstruction aux vents très faibles, phénomène d'agglomération et de croûte, etc.).

6.4.1 PARTICULES TOTALES (PMT)

Les concentrations de particules totales modélisées dans le domaine d'application des normes et critères ainsi qu'aux récepteurs sensibles respectent la norme 24 heures du MELCC, et ce, pour chacune des concentrations initiales considérées.

Les courbes d'isoconcentration sont illustrées aux cartes B-5-2 et B-5-3 pour la concentration initiale prescrite pour les projets nordiques et la concentration initiale de la station Saguenay, respectivement.

6.4.2 PARTICULES FINES ($PM_{2,5}$)

Les concentrations de particules fines modélisées dans le domaine d'application des normes et critères ainsi qu'aux récepteurs sensibles respectent la norme 24 heures du MELCC, et ce, pour chacune des concentrations initiales considérées.

Les courbes d'isoconcentration sont illustrées aux cartes B-5-4 et B-5-5 pour la concentration initiale prescrite pour les projets nordiques et la concentration initiale de la station Saguenay, respectivement.

6.4.3 MÉTAUX ET MÉTALLOÏDES

En considérant les concentrations initiales les plus élevées, les concentrations modélisées de tous les métaux et métalloïdes considérés respectent les normes et critères établis par le MELCC à l'exception de la silice cristalline qui présente des dépassements pour les deux critères applicables.

SILICE CRISTALLINE

Les résultats de modélisation de la silice cristalline montrent des dépassements des critères 1 heure et annuel du MELCC, et ce, autant à la limite d'application qu'aux récepteurs sensibles.

Pour le critère 1 heure, celui-ci est respecté pour toutes les résidences et tous les baux pour fins de villégiatures considérés. Pour le domaine d'application et les autres récepteurs sensibles, l'étendue des dépassements est grande, sans toutefois atteindre la rue Saguenay. Néanmoins, la fréquence de dépassement est faible. En effet, la concentration correspondant au 99,9^{e} percentile montre une étendue de dépassement considérablement réduite. Enfin, la concentration correspondant au 99e percentile montre un respect du critère autant aux récepteurs sensibles que dans le domaine d'application.

Pour le critère annuel, l'étendue des dépassements est moindre et n'atteint pas la rue Saguenay. De plus, seulement quelques résidences du chemin Jason sont touchées par ces dépassements.

Les courbes d'isoconcentration pour le critère 1 heure sont illustrées aux cartes B-5-6, B-5-7 et B-5-8 pour le 1er maximum, le 99,9^{e} percentile et le 99e percentile, respectivement. Tandis que les courbes d'isoconcentration pour le critère annuel sont illustrées à la carte B-5-9.

7 CONSERVATISME ET LIMITATIONS

7.1 CONSERVATISME DE L'APPROCHE

La modélisation de la dispersion atmosphérique strictement réalisée selon les exigences du MELCC a pour objectif d'évaluer les concentrations potentielles maximales dans l'air ambiant et de s'assurer que les normes seront respectées en tout temps. En effet, selon le *Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique* du MELCC, les résultats présentés doivent toujours correspondre aux maximums obtenus, pour chacune des périodes, à chacun des récepteurs identifiés. Il s'agit donc d'une approche très conservatrice puisqu'aucune valeur modélisée n'est retirée de l'analyse et qu'aucun traitement par centiles n'est effectué, à l'exception de certaines normes bien spécifiques.

De plus, pour évaluer les impacts d'un projet à l'aide de la modélisation, des scénarios conservateurs doivent être considérés. Par conséquent, des « scénarios pires cas » doivent être modélisés afin de bien représenter les maximums pouvant survenir pendant toute la durée de vie du projet, et ce, même si une fluctuation importante des opérations est planifiée.

Finalement, des concentrations initiales conservatrices sont ajoutées aux résultats de modélisation. Les valeurs utilisées sont des valeurs fixes alors que les concentrations initiales réelles varient dans le temps et sont en moyenne plus basses que les valeurs utilisées.

7.2 INCERTITUDES ET LIMITATION DE LA MODÉLISATION

7.2.1 HYPOTHÈSES DE MODÉLISATION

Les scénarios de modélisation considérés sont parfois hautement hypothétiques. En effet, les hypothèses à la base de la caractérisation des sources d'émission découlent directement de l'information disponible dans les études de préfaisabilité ou de faisabilité, qui sont quant à elles souvent axées sur la viabilité économique des projets. Ainsi, les étapes ayant un impact relativement faible sur l'économie du projet ou ne présentant aucun indicateur de risque quant à la faisabilité technique du projet sont peu ou pas documentées avant l'ingénierie détaillée; c'est le cas notamment des phases de construction.

7.2.2 FACTEURS D'ÉMISSIONS

Les taux d'émission utilisés pour représenter les différentes sources fugitives sont estimés à l'aide d'équations empiriques visant à donner un ordre de grandeur des émissions plutôt qu'un chiffre exact. De plus, l'efficacité de l'atténuation appliquée dans le but de contrôler ces émissions ne peut qu'être estimée grossièrement. En effet, les principaux contributeurs lors d'opérations de construction et lors d'opération minières sont des sources fugitives dont la caractérisation demeure un exercice difficile puisque leurs émissions varient, entre autres, en fonction des conditions météorologiques, de l'heure de la journée et de la variation des opérations.

L'estimation des taux d'émissions est d'ailleurs majoritairement basée sur des facteurs d'émissions provenant de l'AP-42, souvent déterminés à partir d'ensembles relativement petits de mesures et entachés de grandes incertitudes. Ces équations ont également été développées à l'aide de mesures effectuées dans des contextes et des climats variés. Par exemple, aucune de ces équations ne prend en compte les conditions hivernales et la couverture de neige, qui est pourtant une réalité importante au Québec.

À titre indicatif, Golder a déterminé, suite à une campagne d'échantillonnage sur deux sites miniers canadiens, que les conditions hivernales peuvent atténuer naturellement les émissions de particules générées par le transport sur route non pavées de 94 % et 96 % (Golder Associates, 2012). L'étude a également permis de démontrer une forte dépendance entre les concentrations de particules mesurées et l'humidité relative de l'air, paramètre qui n'est pas considéré dans l'équation suggérée par l'AP-42 pour déterminer les taux d'émissions de matières particulaires de resuspension découlant du routage.

7.2.3 DISPERSION DES MATIÈRES PARTICULAIRES

Il est reconnu depuis un bon nombre d'années que la modélisation des sources fugitives de particules surestime substantiellement les concentrations réelles dans l'atmosphère (Pace 2005, AISI 2015). Il s'avère également que les mesures prises afin de déterminer les facteurs d'émission ont généralement été effectuées près des sources, typiquement entre 5 et 10 mètres, alors qu'en moyenne, environ 2/3 du nuage de poussière était à moins de 2 mètres du sol. Ainsi, puisque les nuages étaient turbulents et près du sol, d'importantes réductions sont susceptibles de survenir sur une distance de quelques dizaines ou centaines de mètres pour ce type d'émission.

Il s'avère en effet que la dispersion des matières particulaires est un procédé physique complexe et actuellement mal représenté par les modèles de dispersion. Il est maintenant reconnu que différents phénomènes affectent la dispersion des particules : la déposition sèche (due à la force de gravité et la masse des particules), la déposition humide (due aux précipitations), la filtration des émissions par la couverture du sol (herbe, arbres, bâtiments, etc.) lorsque les émissions sont émises près du sol, ainsi que les forces électrostatiques, la thermophorèse et l'agglomération des particules qui peuvent accroître la déposition au sol. Des phénomènes qui s'ajoutent à la déposition sèche déjà supportée par les modèles de dispersion et prise en considération dans la présente étude.

De plus, la filtration des émissions par la couverture du sol n'est actuellement pas supportée par les modèles de dispersion. Ces phénomènes physiques contribuent à réduire de façon considérable les concentrations réelles de particules dans l'air, et particulièrement par vent faible, alors que la dispersion est faible. Lors de tests sur le terrain, il a en effet été démontré que l'effet de filtration peut être très variable, allant de très faible, de jour, dans un environnement dénudé jusqu'à un taux de 85 %, de nuit, alors que des structures étaient présentes entre la route et les équipements de mesures (Pace 2005).

À cet effet, il est important de souligner la présence d'un complexe industriel entre le CMH5 et la ville de Rouyn-Noranda. Or, ce complexe industriel est susceptible d'avoir un impact important sur l'écoulement des vents et son effet sur la dispersion atmosphérique n'est pas pris en compte par les modèles de dispersion.

7.2.4 VARIATION SPATIALE ET TEMPORELLE DU SCÉNARIO

Les scénarios de modélisation considérés sont des scénarios statiques, c'est-à-dire que les sources d'émission ont les mêmes positions au cours de l'année. Or, la majorité des émetteurs se déplacent au fil des heures et de l'année. Les tronçons de route utilisés s'allongent et se déplacent tandis que d'autres sont abandonnés, les bouteurs, les chargeuses et les foreuses se déplacent, les sautages sont effectués dans diverses régions sur le site, etc. Le scénario réel d'opération est ainsi beaucoup plus complexe et variable que le scénario de modélisation.

En fait, vu la complexité et la variabilité des opérations d'un complexe minier, un scénario moyen est considéré. C'est donc dire que l'ensemble des opérations est moyenné sur chacune des heures de l'année.

7.2.5 MODÈLES MÉTÉOROLOGIQUES ET MODÈLES DE DISPERSIONS

Les modèles de dispersion sont conçus pour représenter le plus fidèlement possible la réalité, tout en restant conservateurs. Or, ceux-ci sont des modèles mathématiques avec leurs limites, considérant un ensemble fini de paramètres. Ces modèles seront donc toujours entachés d'une certaine incertitude.

VENTS COMPLEXES

Le modèle AERMOD ne prend pas en compte les champs de vents complexes susceptibles d'être rencontrés en région accidentée ou dans une région où l'utilisation du sol n'est pas uniforme. En effet, les paramètres météorologiques utilisés par le modèle sont les mêmes en tout point du domaine de modélisation, autant horizontalement que verticalement. Le champ de vent considéré par le modèle est donc le même au creux d'une vallée, au sommet d'une montagne, en ville ainsi qu'au milieu d'un lac.

TOPOGRAPHIE ET LIGNE DE MIRE

Le modèle AERMOD est un modèle gaussien qui est valide lorsque la dispersion en ligne de mire est représentative. Plus précisément, AERMOD peut calculer assez fidèlement la dispersion à l'intérieur d'une vallée, mais ne peut représenter adéquatement le transport des contaminants à l'extérieur de celle-ci. Ainsi, il n'est pas approprié lorsque des obstacles topographiques importants doivent être traversés.

Le traitement de la topographie du modèle AERMOD met justement ce phénomène en évidence. En effet, la topographie est traitée via l'utilisation du préprocesseur AERMAP, qui assigne une valeur de zhill à chacun des récepteurs en fonction de la topographie locale, et ce, sans tenir compte de la position des sources et donc, de la provenance des émissions. Ainsi pour un récepteur donné, AERMAP et AERMOD ne peuvent distinguer si l'obstacle se trouve devant ou derrière le récepteur, par rapport à la source. Un autre point important concernant la valeur attribuée au zhill est que celle-ci dépend uniquement de l'environnement local. Les obstacles topographiques rencontrés en amont n'ont donc aucun effet sur la dispersion aux récepteurs d'intérêt.

Il est important de souligner que le modèle de dispersion AERMOD n'est pas apte à représenter les concentrations susceptibles d'être observées dans l'atmosphère de l'autre côté d'obstacles topographiques importants. Au site des IGRM par exemple, le modèle AERMOD ne peut représenter adéquatement la dispersion des émissions du parc vers les premières résidences au sud du site, alors qu'une montagne doit être traversée.

TRAITEMENT DES VENTS FAIBLES

Dans les conditions actuelles de modélisation pour les projets miniers, les concentrations maximales sont obtenues par vent faible. Ceci s'explique par les conditions de modélisation : taux d'émission indépendant du vent pour la majorité des sources, sources volumiques situées près du sol, etc. Pour cette raison, le traitement des vents calmes est primordial, d'autant plus que seules les valeurs maximales sont présentées et utilisées pour l'analyse des impacts des projets.

De par leur formulation théorique, les modèles gaussiens, pour lesquels la solution à l'état stationnaire diverge par vent faible, produisent des concentrations excessivement élevées dans de telles conditions. Les guides de dispersion atmosphérique pour ces modèles recommandent d'ailleurs de retirer les vents inférieurs à 0,5 m/s et certaines conditions de vents sont donc écartées de l'analyse. Bien que les problèmes de performance du modèle AERMOD par vent faible soient historiquement bien connus, de nouvelles options de traitement ont été proposées et sont maintenant acceptées comme option par défaut afin de contrôler cette problématique. L'importance des conditions de vents faibles, couplée à la formulation problématique du modèle dans de telles conditions, soulève néanmoins d'importantes incertitudes sur les résultats.

7.3 DISCUSSION ET RÉSERVES

L'article 197 du RAA prescrit l'utilisation de la modélisation de la dispersion atmosphérique dans le but d'évaluer et d'autoriser les projets. Or, il est important de réitérer au lecteur l'ampleur des différentes incertitudes et limitations connues du modèle dans la représentation de la dispersion des émissions d'un projet minier, alors que les sources fugitives de particules sont prédominantes. Dr Cowherd, contributeur important de l'AP-42 et de l'élaboration des facteurs d'émission pour les sources fugitives, prônait d'ailleurs en 2012 le développement et le raffinement des méthodes de modélisation avant d'imposer l'utilisation de la modélisation pour l'application des standards de qualité de l'air aux États-Unis (Cowherd, 2012).

Il est en fait reconnu depuis un bon nombre d'années que la modélisation des sources fugitives de particules surestime substantiellement les concentrations réelles dans l'atmosphère (Pace 2005, AISI 2015). Les analyses suggèrent que ces surestimations peuvent aller jusqu'à un ordre de grandeur. Dans le milieu des années 90, le U.S. EPA Office of Air Quality Planning and Standards (OAQPS) a d'ailleurs commencé à utiliser systématiquement un facteur « divide by four » afin « d'ajuster » les estimations d'émissions de particules et d'obtenir de meilleurs accords entre les modélisations et les données d'échantillonnage.

Dans ce contexte, il est important de rappeler que les maximums modélisés et présentés à la section 6 surviennent par vent faible, alors que d'expérience, les évènements de poussière d'un site minier se produisent plutôt par vent fort. L'évaluation des conditions météorologiques lors de dépassements modélisés est donc contradictoire et démontre bien l'incapacité actuelle du modèle à représenter fidèlement la réalité d'un site minier. De ce fait, il est important de comprendre que la modélisation

de la dispersion atmosphérique des particules dans sa forme actuelle rend difficile l'évaluation de scénarios alternatifs d'opération ou l'évaluation de mesures d'atténuation efficaces.

Finalement, il faut souligner que les périodes de vents faibles sont plus fréquentes que celles de vents forts. Les occurrences de dépassements et les moyennes annuelles modélisées sont par conséquent surestimées. Ainsi, puisque les concentrations modélisées pour les différents métaux sont calculées à partir des concentrations modélisées pour les particules, la surestimation des concentrations de particules peut également engendrer une surestimation des concentrations modélisées pour les métaux.

8 CONCLUSION

Dans le cadre du projet Horne 5, Ressources Falco Ltée projette de développer une mine d'or souterraine à Rouyn-Noranda, dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue. Le site de la mine, appelé le complexe minier Horne 5 (CMH5), accueillera la majorité des infrastructures minières. En surface, le complexe inclut notamment une usine de traitement du minerai ainsi qu'une usine de remblais en pâte. L'usine de remblais en pâte utilisera une partie des résidus miniers, ce qui permettra d'en disposer à l'intérieur même de la mine souterraine. La partie des résidus qui ne pourra être entreposée sous terre sera pour sa part entreposée au site des installations de gestion de résidus miniers (IGRM) de surface. Le site des IGRM est situé à environ 11 kilomètres au nord-ouest du CMH5.

La modélisation de la dispersion atmosphérique est déposée en tant qu'étude complémentaire à l'étude d'impact évaluant l'impact sur la qualité de l'air des émissions provenant des opérations futures au CMH5 ainsi qu'au site des IGRM, et ce, sur la base des normes du *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA).

La démarche de modélisation préconisée dans la présente étude s'appuie sur la méthodologie proposée par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) dans le *Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique* (MDDEP, 2005) et dans le *Guide d'instruction – Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques – Projets miniers* (MDDELCC, 2017a). L'étude prend en compte les données fournies et des informations obtenues auprès des responsables de la planification des opérations et de la conception des installations.

La présente modélisation propose la caractérisation des situations maximisant l'impact sur la qualité de l'air pour chacun des sites du projet et pour chacune des phases du projet. Deux scénarios ont été retenus pour chacun des sites, soit, pour le site de CMH5, la période de construction et d'exploitation et, pour le site des IGRM, la période de construction et l'érosion éolienne des résidus pendant l'exploitation.

La modélisation a été effectuée à l'aide du logiciel AERMOD (version 19191) sur cinq années de données météorologiques. Les données de la station météorologique de Rouyn ont été utilisées. L'option du modèle *ADJ_U**, qui n'est plus une option bêta, a été intégrée dans la présente étude. De plus, la déposition sèche des particules a été considérée dans le modèle. Concernant le traitement des résultats, l'approche est très conservatrice puisqu'aucune valeur modélisée n'est retirée lors de l'analyse des normes et critères.

Les substances retenues pour les modélisations sont les matières particulaires (PMT et $PM_{2,5}$), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde d'azote (NO_2), le dioxyde de soufre (SO_2) ainsi que 19 métaux et métalloïdes pour lesquels une norme ou un critère de qualité de l'atmosphère a été établi par le MELCC.

Pour l'analyse des résultats de modélisation de particules et des métaux, les concentrations initiales découlant des campagnes d'échantillonnage effectuées par Falco à chacun des sites ont été retenues. Pour le site du CMH5, les concentrations initiales découlant du suivi effectué par le MELCC ont également été considérées. Pour les autres composés, les concentrations initiales génériques prescrites par le MELCC ont été utilisées. Considérant que le portrait des différentes stations de suivi de la qualité de l'air présente de grandes variations dans le domaine d'application au site du CMH5, deux secteurs y ont été déterminés pour l'analyse des résultats, soit les secteurs nord et sud du CMH5. Pour chacun de ces secteurs, des concentrations initiales spécifiques ont été déterminées. Les tableaux 43 et 44 présentent une synthèse des résultats de modélisation pour l'ensemble des scénarios considérés, et ce, pour chacun des sites.

Pour le scénario de construction au site du CMH5, les résultats de la modélisation indiquent un respect des normes pour tous les composés, à l'exception des particules totales et fines, et ce, autant aux récepteurs sensibles que dans le domaine d'application. Pour les particules totales et fines, les normes sont respectées aux récepteurs sensibles, mais des dépassements sont modélisés dans le domaine d'application au secteur nord du CMH5. Ceux-ci atteignent le chemin du Golf, sans toutefois le dépasser de manière significative. Néanmoins, les modifications apportées à l'aménagement du site du CMH5 depuis la Révision 1 entraînent une réduction de l'ampleur de ces dépassements, en particulier, par la réduction des quantités de matériaux manipulés. Il a été identifié que les principales sources contributrices sont le routage et le boutage. Or, les taux d'émission de ces sources fugitives sont évalués à partir de caractéristiques de l'AP-42 (silt et humidité) et les conditions réelles peuvent être différentes. Il existe donc une grande incertitude sur les émissions réelles de ces sources.

De plus, telles que décrites dans le *Plan de gestion des émissions atmosphériques* pour le projet Horne 5 (Falco, 2018), ces sources fugitives feront l'objet de mesures de gestion particulières, et ce, afin de limiter leur émission. Par exemple, ces

mesures incluent, sans s'y limiter, un arrosage plus fréquent ou un arrêt des opérations lors de vents violents. Un suivi de la qualité de l'air en continu, mis en place dès le début des activités de construction, est également prévu. Ce suivi permettra d'effectuer une vérification de l'efficacité des mesures de gestion et de permettre un respect des normes en tout temps.

Pour le scénario en exploitation au site du CMH5, les résultats de la modélisation indiquent un respect des normes et critères, à la fois aux récepteurs sensibles et dans le domaine d'application, et ce, pour tous les composés à l'exception des métaux dont la concentration initiale considérée est déjà supérieure à la valeur limite et de la silice cristalline.

En ce qui a trait aux métaux dont les concentrations initiales considérées sont supérieures aux valeurs limites, les résultats de la modélisation démontrent que l'apport du projet est négligeable. Pour le secteur nord, la concentration initiale de l'arsenic mesurée à la station Golf est supérieure à la norme du RAA. Néanmoins, pour ce secteur, la contribution du projet représente moins de 1 % de la valeur limite. Pour le secteur sud, les concentrations initiales mesurées pour l'arsenic, le baryum, le cuivre, le nickel et le plomb sont également supérieures aux normes. Pour ces cas, la contribution du projet représente moins de 0,1 % de la valeur limite. Par exemple, pour l'arsenic, la concentration maximale modélisée pour le projet seulement au domaine d'application du secteur nord est de 1,81E-05 µg/m^3, ce qui représente 0,6 % de la valeur limite. Aux résidences sud, la concentration maximale est de 1,02E-06 µg/m^3, ce qui représente 0,03 % de la valeur limite.

Pour ce qui est de la silice cristalline au CMH5, le critère sur une période 1 heure est respecté autant aux récepteurs sensibles que dans le domaine d'application, et ce, pour les deux secteurs nord et sud. Pour ce qui est de la période annuelle, le critère est respecté à tous les récepteurs sensibles. Cependant, les résultats de la modélisation présentent des dépassements au nord du site. Néanmoins, ces dépassements sont de faibles ampleurs. L'ajout du Système d'Épuration de la ventilation, proposé par Falco comme mesure d'atténuation, réduit de façon importante les émissions de silice cristalline du projet et permet à la fois le respect du critère 1 heure sur tout le domaine d'application et le respect du critère annuel aux récepteurs sensibles.

Enfin, il est important de rappeler que les émissions de l'exploitation au site du CMH5 ont été réduites considérablement comparativement à celles modélisées dans les versions antérieures de la présente étude. En effet, des mesures d'atténuation sur la ventilation supplémentaires ont été proposées par Falco, soit le remplacement de certains équipements mobiles souterrains par des équipements à faible émission et l'ajout d'un Système d'Épuration de la ventilation de la mine souterraine. En particulier pour les particules fines et le dioxyde d'azote, ces nouvelles mesures réduisent les émissions totales d'environ 50 %, ce qui assure le respect des normes. De plus, les émissions de métaux provenant de la ventilation de la mine souterraine sont réduites à 98,64 % par l'ajout de ce Système d'Épuration.

En effet, lorsque la captation des métaux déjà présents dans l'air ambiant par le Système d'Épuration de la ventilation de la mine souterraine est prise en compte, le bilan des émissions effectives du projet est négatif, et ce, pour tous les métaux cités ci-dessus. Il y aurait par conséquent une diminution de ces contaminants dans l'air ambiant de la région étudiée en considérant le projet de Falco.

Pour le scénario de construction au site des IGRM, à l'exception des particules totales, les résultats de la modélisation indiquent un respect des normes pour tous les composés autant aux récepteurs sensibles que dans le domaine d'application. Les particules totales présentent des dépassements aux premières résidences à l'entrée du site. Cependant, ces dépassements sont peu fréquents avec une fréquence d'une journée pour 7 ans d'opération, soit plus que la durée de la période de construction considérée. Par conséquent, ces dépassements ont très de peu de chance de se réaliser et ceux-ci sont donc jugés non significatifs. De plus, Falco s'engage à déplacer une partie du routage vers l'ouest du site, par la mise en place d'un nouveau chemin d'accès situé au nord des collines afin d'atténuer les émissions de particules totales et d'atteindre des concentrations ambiantes respectant la norme aux récepteurs sensibles. Les concentrations maximales sont, quant à elles, modélisées au nord-est du site. Le routage est la principale source contributrice de ces dépassements.

Enfin, la modélisation de l'érosion éolienne au site des IGRM présente un respect des normes de particules totales et fines et de tous les métaux considérés, à l'exception de la silice cristalline.

Pour le critère 1 heure de la silice cristalline, celui-ci est respecté pour toutes les résidences et tous les baux pour fins de villégiatures considérés. Des dépassements sont cependant modélisés pour les autres catégories de récepteurs sensibles, dont des baux pour fins d'abris sommaires. Bien que l'étendue des dépassements dans le domaine d'application soit grande, sans toutefois atteindre la rue Saguenay, leur fréquence demeure faible. En effet, la concentration correspondant au 99e percentile montre un respect du critère autant aux récepteurs sensibles que dans le domaine d'application. Pour le critère annuel, l'étendue des dépassements est moindre et n'atteint pas la rue Saguenay. De plus seulement quelques résidences du chemin Jason sont touchées par ces dépassements.

Toutefois, le scénario modélisé correspond à l'empreinte finale des infrastructures et représente donc une évaluation conservatrice des surfaces d'émissions. Il est également important de souligner que la méthodologie employée pour estimer les taux d'émission est basée sur les recommandations du MELCC et que la surface des résidus présente des caractéristiques physiques (silt, rugosité, etc.) bien différentes des conditions de validité de l'équation utilisée. Enfin, une humidité globale de 6 % pour la totalité des surfaces a été utilisée. Celle-ci constitue une hypothèse et devrait donc être validée en conditions réelles d'opération.

Tableau 43 : Synthèse des résultats de modélisation – site du CMH5

Scénario	Substance	Période	Type de seuil	Domaine d'application		Récepteurs sensibles	
				Secteur nord	Secteur sud	Secteur nord	Secteur sud
Construction	Particules totales PMT	24 heures	Norme	✘	✓	✓	✓
	Particules fines $PM_{2,5}$	24 heures	Norme	✘ Peu fréquent	✓	✓	✓
	Composés gazeux (CO, NO_2, SO_2)	Variable	Normes	✓	✓	✓	✓
Exploitation	Particules totales PMT	24 heures	Norme	✓	✓	✓	✓
	Particules fines $PM_{2,5}$	24 heures	Norme	✓	✓	✓	✓
	Composés gazeux (CO, NO_2, SO_2)	Variable	Normes	✓	✓	✓	✓
	Arsenic	1 an	Norme	↘ (<1%)	↘ (<0,1%)	↘ (<0,1%)	↘ (<0,1%)
	Baryum	1 an	Norme	✓	↘ (<0,1%)	✓	↘ (<0,1%)
	Cadmium	1 an	Norme	✓	✓	✓	✓
	Cuivre	24 heures	Norme	✓	↘ (<0,1%)	✓	↘ (<0,1%)
	Nickel	24 heures	Norme	✓	↘ (<0,1%)	✓	↘ (<0,1%)
	Plomb	1 an	Norme	✓	↘ (<0,1%)	✓	↘ (<0,1%)
	Zinc	24 heures	Normes	✓	✓	✓	✓
	Silice cristalline	1 heure	Critère	✓	✓	✓	✓
		1 an	Critère	✘	✓	✓	✓
	Autres Métaux	Variable	Normes et critères	✓	✓	✓	✓

Note :

✓ : La concentration totale est inférieure à la valeur limite.

↘ (<1%/<0,1%): La concentration initiale considérée est supérieure à la valeur limite, mais la contribution du projet seulement est inférieure à 1% ou 0,1% de la valeur limite selon les secteurs. De plus, le bilan des émissions effectives du projet est négatif; il y aurait donc une diminution réelle de ce contaminant dans l'air ambiant de la région étudiée en considérant le projet de Falco.

✘ : La concentration totale est supérieure à la valeur limite.

Tableau 44 : Synthèse des résultats de modélisation – récepteurs sensibles – site des IGRM

Scénario	Substance	Période	Type de seuil	Résidences	Baux de villégiatures	Abris sommaires en forêt
Construction	Particules totales PMT	24 heures	Norme	✘ Peu fréquent : *1 journée / 7 ans*	✓	✓
	Particules fines $PM_{2,5}$	24 heures	Norme	✓	✓	✓
	Composés gazeux (CO, NO_2, SO_2)	Variable	Normes	✓	✓	✓
Érosion éolienne	Particules totales PMT	24 heures	Norme	✓	✓	✓
	Particules fines $PM_{2,5}$	24 heures	Norme	✓	✓	✓
	Silice cristalline	1 heure	Critère	✓	✓	✘
		1 an	Critère	✘	✓	✓
	Métaux	Variable	Normes et critères	✓	✓	✓

Note :

✓ : La concentration totale est inférieure à la valeur limite.

✘ : La concentration totale est supérieure à la valeur limite.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALBERTA ENVIRONMENT. Preparation of Alberta Environment Regional AERMOD Screening Meteorology Data Sets. Alberta Environment (AENV) Science and Standards, T/641. 2002.
- ATTALLA *ET AL*. NO_x Emissions From Blasting Operations in Open-Cut Coal Mining, Atmospheric Environment 42 (2008) 7874–7883.
- AUSTRALIAN GOVERNMENT, DEPARTMENT OF SUSTAINABILITY, ENVIRONMENT, WATER, POPULATION AND COMMUNITIES (DSEWPaC). National Pollutant Inventory. Emission estimation technique manual for mining. Version 3.1. January 2012a.
- AUSTRALIAN GOVERNMENT, DEPARTMENT OF SUSTAINABILITY, ENVIRONMENT, WATER, POPULATION AND COMMUNITIES (DSEWPaC). National Pollutant Inventory. Emission Estimation Technique Manual for Explosives Detonation and Firing Ranges. Version 3.0. January 2012b.
- BRITISH COLUMBIA MINISTRY OF ENVIRONMENT. Guidelines for Air Quality Dispersion Modelling in British Columbia. Environmental Protection Division, Environmental Quality Branch, Air Protection Section, Victoria, B.C. 2006.
- BRODE, R. ET ROBINSON, R. 2007. AERMOD Implementation Workgroup. EPA Regional/State/Local Modelers Workshop.
- COUNTESS, R. 2007. Reconciling Fugitive Dust Emission Inventories with Ambient Measurements, Emission Inventory Conference.
- COWHERD, C.; MULESKI, G. E.; KINSEY, J. S. September 1988. *Control of open fugitive dust sources*.
- COWHERD, C. March 13, 2012. Modeling Concerns for Fugitive Sources in the Iron, Steel and Mining Industries. Modeling Conference in Research Triangle Park, NC.
- ENGLO. Dust Control Technical Report, Falco Horne 5 Project. Report # WV091019 R1. 2019
- ENVIRONNEMENT CANADA. Règlement sur le soufre dans le carburant diesel. 2013.
- GOLDER ASSOCIATES. Determination of Natural Winter Mitigation of Road Dust Emissions from Mining Operations in Northern Canada. September 2012
- GOLDER ASSOCIATES. Geochemical characterization of the waste rock, the ore and the tailings for the preliminary economic assessment of the Horne 5 property, Québec. Technical Memorandum. Ref : GAL041-1541337-24010 MTA Rev0. April 2016
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. 2016a. Directive pour le projet Horne 5 par Ressources Falco Ltée. Dossier 3211-16-018. Directive émise en août 2016 par la Direction générale de l'évaluation environnementale et stratégique. 31 p.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, ENVIRONNEMENT ET LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. Guide d'instructions - Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques - Projets miniers. Janvier 2017a.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, ENVIRONNEMENT ET LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère : Cadre de détermination et d'application, Québec, Direction général du suivi de l'état de l'environnement. Septembre 2017b.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement. Version 6, 2018.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique. 2005.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. Règlement modifiant le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère, Décret 1228-2013, 27 novembre 2013.

- HANNA, S. R. ET CHOWDHURY, B. 2014. Minimum turbulence assumptions and u* and L estimation for dispersion models during low-wind stable conditions. Journal of the Air & Waste Management Association, 64(3):309–321.
- INVENTAIRE NATIONAL DES REJETS DE POLLUANTS (INRP). Guide pour les carrières et sablières (http://www.ec.gc.ca/inrp-npri/default.asp?lang=Fr&n=A9C1EE34-1#s8_9). Consulté le 2017-07-13.
- McDonald J. D., et al. 2012. Source Apportionment of Airborne Fin Particulate Matter in an Underground Mine. Journal of the Air and Waste Management Association. ISSN : 1096-2247
- MOHAMMED S. ALAM, et al. 2016. The characterisation of diesel exhaust particles – composition, size distribution and partitioning. Faraday Discuss., 189, 69-84
- NEWFOUNDLAND AND LABRADOR, DEPARTMENT OF ENVIRONMENT AND CONSERVATION (NLDEC). Guideline for Plume Dispersion Modelling. 2nd Revision, Saint John's, NL. September 18, 2012.
- ONTARIO MINING ASSOCIATION. 2003. Emission Inventory Guidance Document.
- ONTARIO MINISTRY OF THE ENVIRONMENT. 2009. Air dispersion modelling guideline for Ontario. PIBs # 5165e02. 154 pages.
- PACE, THOMPSON G. Methodology to Estimate the Transportable Fraction (TF) of Fugitive Dust Emissions for Regional and Urban Scale Air Quality Analyses US EPA (8/3/2005 Revision).
- RESSOURCES FALCO (Falco), Plan de gestion des émissions atmosphérique, Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec. Version Préliminaire. 2018.
- UNITÉ DE RECHERCHE ET DE SERVICE EN TECHNOLOGIE MINÉRALE (URSTM). Test-work for cemented paste backfill and pyritic tailings disposal – Horne 5. May, 2017.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). User's Guide for the AERMOD Meteorological Preprocessor (AERMET). EPA-454/B-16-010. Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC. December, 2016.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). Light-Duty Vehicles and Light-Duty Trucks: Clean Fuel Fleet Exhaust Emission Standards. EPA-420-B-16-006. Office of Transportation and Air Quality. March, 2016
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). AERMOD Implementation Guide. Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC. August, 2015.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). *11th Modeling Conference*, Updates to EPA's AERMOD Modeling System. http://www3.epa.gov/ttn/scram/11thmodconf.htm. 2015.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). Aersurface User's Guide, EPA-454/B-08-001, January 2008, Revised 01/16/2013. Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC. January, 2013.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling - Compression-Ignition. July, 2010.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). Guideline on Air Quality Models, 40 CFR Part 51, Appendix W. 2005.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). Median life, annual activity, and load factor values for nonroad engine emissions modeling. EPA-420-P-04-005. Office of Transportation and Air Quality. April, 2004.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). Compilation of Air Pollutant Emission Factors: AP 42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources. 1995.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). Compilation of Air Pollutant Emission Factors: AP 42, Fourth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources. 1985.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). Development of emission factors for fugitive dust sources. EPA-450/3-74-037. Office of Air Quality Planning and Standards. Research Triangle Park, NC, June 1974.
- WATSON, JOHN G., Reconciling Urban Fugitive Dust Emissions Inventory and Ambient Source contribution Estimates: Summary of Current Knowledge and Needed Research. Desert Research Institute. May 2000.
- WESTERN REGIONAL AIR PARTNERSHIP (WRAP). 2006. Fugitive Dust Handbook.
- WSP. Étude sectorielle sur la modélisation de la dispersion atmosphérique, Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec. Décembre 2017.

— WSP. Étude sectorielle sur la modélisation de la dispersion atmosphérique – Révision 1, Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec. Juillet 2018.

ANNEXE

A TABLEAUX

ANNEXE

A-1 *CARACTÉRISTIQUES DES SOURCES SITE DU CMH5 SCÉNARIO DE CONSTRUCTION*

A-1-1 Coordonnées et élévation des volumes sources de routage

Identifiant	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Identifiant	X (m)	Y (m)	Élévation (m)
C06_C03_01	648 017	5 346 974	295.6	C03_C02_3	647 756	5 346 984	294.0
C06_C03_02	648 009	5 346 957	295.3	C03_C02_4	647 749	5 347 000	293.2
C06_C03_03	648 014	5 346 940	294.9	C03_C02_5	647 746	5 347 018	290.9
C06_C03_04	648 020	5 346 923	294.6	C03_C02_6	647 745	5 347 037	290.8
C06_C03_05	648 005	5 346 913	294.9	C03_C02_7	647 730	5 347 045	291.1
C06_C03_06	647 988	5 346 906	294.9	C02_C01_1	647 715	5 347 045	291.3
C06_C03_07	647 972	5 346 908	295.0	C02_C01_2	647 697	5 347 045	291.6
C06_C03_08	647 960	5 346 918	295.4	C02_C01_3	647 678	5 347 045	292.2
C06_C03_09	647 943	5 346 911	294.7	C02_C01_4	647 660	5 347 045	293.0
C06_C03_10	647 926	5 346 903	294.1	C02_C01_5	647 641	5 347 045	293.5
C06_C03_11	647 909	5 346 896	295.4	C02_C01_6	647 623	5 347 045	294.0
C06_C03_12	647 892	5 346 888	296.1	C10_C11_01	647 796	5 347 318	292.5
C06_C03_13	647 875	5 346 884	296.9	C10_C11_02	647 810	5 347 306	292.2
C06_C03_14	647 859	5 346 893	296.7	C10_C11_03	647 823	5 347 293	291.9
C06_C03_15	647 843	5 346 903	294.7	C10_C11_04	647 835	5 347 279	291.8
C06_C03_16	647 828	5 346 913	293.4	C10_C11_05	647 843	5 347 263	292.0
C06_C03_17	647 812	5 346 923	292.6	C10_C11_06	647 845	5 347 244	292.0
C06_C03_18	647 797	5 346 933	292.3	C10_C11_07	647 846	5 347 226	291.9
C06_C03_19	647 781	5 346 942	292.6	C10_C11_08	647 843	5 347 208	291.9
C07_C03_01	647 936	5 347 017	295.2	C10_C11_09	647 841	5 347 189	291.8
C07_C03_02	647 919	5 347 009	295.2	C10_C11_10	647 841	5 347 171	291.9
C07_C03_03	647 902	5 347 001	295.0	C10_C11_11	647 846	5 347 153	292.0
C07_C03_04	647 886	5 346 993	294.7	C10_C11_12	647 851	5 347 135	292.0
C07_C03_05	647 869	5 346 986	294.4	C10_C11_13	647 856	5 347 117	292.6
C07_C03_06	647 852	5 346 978	294.1	C10_C11_14	647 862	5 347 100	292.5
C07_C03_07	647 835	5 346 970	293.7	C10_C11_15	647 869	5 347 083	292.6
C07_C03_08	647 818	5 346 963	293.3	C10_C11_16	647 876	5 347 066	293.0
C07_C03_09	647 801	5 346 955	292.9	C10_C11_17	647 884	5 347 049	293.4
C07_C03_10	647 784	5 346 948	292.2	C10_C11_18	647 895	5 347 035	295.2
C03_C02_1	647 772	5 346 951	292.4	C10_C11_19	647 911	5 347 025	294.8
C03_C02_2	647 764	5 346 967	292.2	C10_C11_20	647 928	5 347 027	295.0

A-1-2 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation des opérations de chargement et déchargement

Identifiant	Description	Tonnage manipulé (ktm/h)	Humidité du matériel (%)	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Taux d'émission (g/s) [1]		
										PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$
ldc07c	Chargement à C07 (Argile)	0.039	10.0	647 945	5 347 020	295.3	2.0	0.38	0.43	2.35E-03	1.11E-03	1.68E-04
ldc07r	Chargement à C07 (Roche)	0.039	2.1	647 945	5 347 020	295.3	2.0	0.38	0.43	2.09E-02	9.89E-03	1.50E-03
ldc06w	Chargement à C06 (Stériles)	0.105	5.0	648 017	5 346 981	295.3	2.0	0.25	0.43	1.67E-02	7.91E-03	1.20E-03
dpc11e	Déchargement à C11 (Remblai)	0.089	2.1	647 941	5 347 031	295.2	0.6	0.62	3.00	4.78E-02	2.26E-02	3.43E-03
loadl1	Chargement de matériaux remaniés sur le site (Roche)	0.097	2.1	647 951	5 347 034	295.2	2.1	0.43	0.35	5.22E-02	2.47E-02	3.74E-03
loadl2	Chargement de matériaux remaniés sur le site (Argile)	0.097	10.0	647 951	5 347 034	295.2	2.1	0.43	0.35	5.87E-03	2.78E-03	4.20E-04
dump1	Déchargement de matériaux remaniés sur le site (Roche)	0.097	2.1	647 953	5 347 024	295.2	0.6	0.62	3.00	5.22E-02	2.47E-02	3.74E-03
dump2	Déchargement de matériaux remaniés sur le site (Argile)	0.097	10.0	647 953	5 347 024	295.2	0.6	0.62	3.00	5.87E-03	2.78E-03	4.20E-04
convas1	Déchargement de stériles dans la chute à stériles	0.105	5.0	648 015	5 346 987	295.0	4.9	2.81	14.14	1.67E-02	7.91E-03	1.20E-03

[1] Taux d'émission calculés heure par heure en fonction de la vitesse du vent suivant la méthode de l'AP-42, section 13.2.4 Aggregate Handling And Storage Piles. Le taux d'émissions est présenté ici pour la vitesse moyenne du vent de 3,38 m/s.

A-1-3 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation du boutage

Identifiant	Description	Équipement	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Teneur en silt (%)	Humidité du matériel (%)	Atténuation (%)	Taux d'émission - avec atténuation (g/s)		
												PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$
doz01	Bouteur de construction #1	Komatsu D61PX-23	647 968	5 347 011	295.6	0.6	0.76	0.56	3.9	2.1	50	7.05E-01	1.28E-01	7.40E-02
doz02	Bouteur de construction #2	Komatsu D65PX-18	647 944	5 346 999	295.5	0.7	0.79	0.66	3.9	2.1	50	7.05E-01	1.28E-01	7.40E-02

A-1-4 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation des sautages

Identifiant	Description	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Taux d'émission (g/s)					
								PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2
saut1	Sautage Construction (4 fois par jour)	647 927	5 346 992	295.4	10.0	1.71	9.30	2.45E-02	1.27E-02	7.35E-04	3.99E-02	3.47E-03	1.04E-03

A-1-5 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation du forage

Identifiant	Description	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Méthode d'atténuation	Atténuation (%)	Taux d'émission - avec atténuation (g/s)					
										PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2
drill1	Foreuse	647 910	5 346 984	295.5	1.9	0.86	1.72	Dépoussiéreur	99%	6.74E-03	6.07E-03	3.37E-03	0	0	0

A-1-6 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation des gaz d'échappement des équipements localisés

Identifiant	Description	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Température (K)	Vitesse (m/s)	Diamètre équivalent (m)	Taux d'émission (g/s)				
									PM_{10} [1]	$PM_{2,5}$	CO	NOx	SO_2
loadl1x	Chargement de matériaux rocheux remaniés sur le site - Exhaust	647 951	5 347 034	295.2	3.4	755.4	28.0	0.14	1.91E-02	1.86E-02	1.04E-01	1.84E-01	3.46E-04
ldc07cx	Loading at C07 (clay) - Exhaust	647 945	5 347 020	295.3	1.9	755.4	34.1	0.13	1.62E-02	1.57E-02	8.80E-02	1.55E-01	2.92E-04
ldc06wx	Loading at C06 (waste) - Exhaust	648 017	5 346 981	295.3	2.8	755.4	23.8	0.11	3.66E-04	3.55E-04	2.71E-03	7.52E-03	9.44E-05
doz01x	Bouteur de construction #1 - Exhaust	647 968	5 347 011	295.6	3.2	755.4	18.0	0.15	3.73E-04	3.62E-04	2.76E-03	6.94E-02	9.61E-05
doz02x	Bouteur de construction #2 - Exhaust	647 944	5 346 999	295.5	3.1	755.4	6.9	0.26	4.22E-04	4.09E-04	2.69E-03	8.66E-03	1.09E-04
rol01x	Roller - Exhaust	647 895	5 346 979	295.3	2.5	755.4	0	0.15	5.89E-03	5.72E-03	3.14E-02	8.46E-02	1.06E-04
drill1x	Foreuse - Exhaust	647 910	5 346 984	295.5	4.0	785.4	25.8	0.19	8.72E-04	8.46E-04	6.22E-03	1.62E-01	2.25E-04

[1] Toutes les particules émises sont supposées être plus petites que 10 microns donc PMT = PM_{10}.

A-1-7 Caractéristiques physiques de la source ponctuelle de ventilation de la mine souterraine en préproduction

Identifiant	Description	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Température (K)	Vitesse (m/s)	Diamètre équivalent (m)	Orientation
vspp	Évacuation d'air vicié - Quemont no. 2 shaft - Preproduction	647 985	5 346 986	295.0	23.0	288.2	2.8	9.8	Horizontale

A-1-8 Taux d'émission des gaz d'échappement des équipements miniers souterrains

Scénario	Véhicule	Type	Puissance (hp)	Tier	Facteur de chargement [1]	Taux d'émission par véhicule (g/s)				
						PM_{10} [2]	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2
Sans mesures d'atténuation	Sandvik LH621	Chargeuse sur roues	475	T2	0.59	1.45E-02	1.40E-02	1.10E-01	3.23E-01	3.83E-04
	Sandvik TH551	Camion articulé	691	T2	0.59	2.11E-02	2.04E-02	2.53E-01	4.45E-01	5.58E-04
	Sandvik DU412I	Foreuse	173	T3	0.43	5.62E-03	5.45E-03	2.06E-02	5.21E-02	1.01E-04
	Sandvik DS421	Foreuse	148	T3	0.43	4.81E-03	4.67E-03	1.76E-02	4.45E-02	8.62E-05
	MACLEAN SL3 (et autres modèles équivalents)	Camion articulé	173	T3	0.59	1.20E-02	1.17E-02	4.33E-02	7.43E-02	1.40E-04
	Kubota M9960 HD	Tracteur hors route	100	T4i	0.59	2.22E-04	2.15E-04	4.47E-03	4.96E-02	6.36E-05
	Sandvik LH517	Chargeuse sur roues	400	T4i	0.59	8.88E-04	8.62E-04	6.34E-03	1.65E-01	2.29E-04
	Sandvik DD422I	Foreuse	160	T3	0.43	5.20E-03	5.04E-03	1.91E-02	4.82E-02	9.32E-05
	Sandvik DS411	Foreuse	148	T3	0.43	4.81E-03	4.67E-03	1.76E-02	4.45E-02	8.62E-05
	Toyota Landcruiser	Camion de transport hors route	127	T4N	0.59	2.82E-04	2.74E-04	2.08E-03	5.79E-03	7.27E-05
Mesures d'atténuation : Équipements à faibles émissions	Sandvik LH621 - Électrique	Chargeuse sur roues	-	-	-	0	0	0	0	0
	Sandvik TH551 - Tier4	Camion articulé	691	T4N	0.59	1.53E-03	1.49E-03	1.73E-02	3.15E-02	3.95E-04
	MACLEAN SL3 - Tier4 (et autres modèles équivalents)	Camion articulé	173	T4N	0.59	3.84E-04	3.73E-04	2.84E-03	7.89E-03	9.90E-05

[1] Appendix A, Median life, annual activity and load factor values for nonroad engine emissions modeling, US-EPA, Report No. NR-005c, April 2004
[2] Toutes les émissions de particules sont considérées comme plus petites que 10 µm, et donc $PMT_t = PM_{10}$.

A-1-9 Taux d'émission moyen des gaz d'échappement des équipements miniers souterrains considéré à la source de ventilation de la mine souterraine en préproduction

Véhicule	Nombre d'équipements	Facteur d'utilisation[1] (%)	Sans équipements à faible émission						Avec équipements à faible émission[3]					
			Modèle équivalent	Taux d'émission moyen (g/s)					Modèle équivalent	Taux d'émission moyen (g/s)				
				PM_{10} [2]	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2		PM_{10} [2]	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2
Scoop 14 yd	3	63	Sandvik LH621	2.73E-02	2.65E-02	2.08E-01	6.10E-01	7.23E-04	**Sandvik LH621 - Électrique**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Production drill	3	48	Sandvik DU412l	8.10E-03	7.85E-03	2.97E-02	7.50E-02	1.45E-04	Sandvik DU412l	8.10E-03	7.85E-03	2.97E-02	7.50E-02	1.45E-04
Cable drill and bolter	1	48	Sandvik DS421	2.31E-03	2.24E-03	8.46E-03	2.14E-02	4.14E-05	Sandvik DS421	2.31E-03	2.24E-03	8.46E-03	2.14E-02	4.14E-05
Explosive truck	1	63	MACLEAN BT3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05	**MACLEAN BT3 - Tier4**	**2.42E-04**	**2.34E-04**	**1.78E-03**	**4.96E-03**	**6.22E-05**
Scissor lift - Paste backfill piping	1	63	MACLEAN SL3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05	MACLEAN SL3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05
Tractor u/g - Paste backfill	1	63	Kubota M9960 HD	1.40E-04	1.35E-04	2.81E-03	3.12E-02	4.00E-05	Kubota M9960 HD	1.40E-04	1.35E-04	2.81E-03	3.12E-02	4.00E-05
Scissor lift u/g - Construction	3	55	MACLEAN SL3	2.00E-02	1.94E-02	7.20E-02	1.24E-01	2.32E-04	MACLEAN SL3	2.00E-02	1.94E-02	7.20E-02	1.24E-01	2.32E-04
Tractor u/g - Mechanical	2	63	Kubota M9960 HD	2.79E-04	2.71E-04	5.62E-03	6.23E-02	8.00E-05	Kubota M9960 HD	2.79E-04	2.71E-04	5.62E-03	6.23E-02	8.00E-05
Tractor u/g - Electrical	1	63	Kubota M9960 HD	1.40E-04	1.35E-04	2.81E-03	3.12E-02	4.00E-05	Kubota M9960 HD	1.40E-04	1.35E-04	2.81E-03	3.12E-02	4.00E-05
Tractor u/g - Technical	2	63	Kubota M9960 HD	2.79E-04	2.71E-04	5.62E-03	6.23E-02	8.00E-05	Kubota M9960 HD	2.79E-04	2.71E-04	5.62E-03	6.23E-02	8.00E-05
Pickup u/g	3	63	Toyota Landcruiser	5.32E-04	5.16E-04	3.93E-03	1.09E-02	1.37E-04	Toyota Landcruiser	5.32E-04	5.16E-04	3.93E-03	1.09E-02	1.37E-04
Water truck	1	63	MACLEAN WS3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05	MACLEAN WS3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05
Fuel truck	1	63	MACLEAN FT3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05	MACLEAN FT3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05
Shotcrete machine (dry)	2	63	MACLEAN SS3	1.51E-02	1.47E-02	5.44E-02	9.34E-02	1.76E-04	MACLEAN SS3	1.51E-02	1.47E-02	5.44E-02	9.34E-02	1.76E-04
Getman A64 crane	2	63	MACLEAN BT3	1.51E-02	1.47E-02	5.44E-02	9.34E-02	1.76E-04	**MACLEAN BT3 - Tier4**	**4.83E-04**	**4.69E-04**	**3.57E-03**	**9.92E-03**	**1.24E-04**
Concrete Truck	2	63	MACLEAN TM3	1.51E-02	1.47E-02	5.44E-02	9.34E-02	1.76E-04	MACLEAN TM3	1.51E-02	1.47E-02	5.44E-02	9.34E-02	1.76E-04
16 Passengers carrier	2	63	MACLEAN PC3	1.51E-02	1.47E-02	5.44E-02	9.34E-02	1.76E-04	**MACLEAN PC3 - Tier4**	**4.83E-04**	**4.69E-04**	**3.57E-03**	**9.92E-03**	**1.24E-04**
Boom truck U/G	2	63	MACLEAN BT3	1.51E-02	1.47E-02	5.44E-02	9.34E-02	1.76E-04	**MACLEAN BT3 - Tier4**	**4.83E-04**	**4.69E-04**	**3.57E-03**	**9.92E-03**	**1.24E-04**
Grader	1	63	MACLEAN SL3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05	MACLEAN SL3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05
Lift u/g	1	63	MACLEAN SL3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05	MACLEAN SL3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05
Scoop - service and construction	1	63	MACLEAN SL3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05	MACLEAN SL3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05
			Total :	1.87E-01	1.82E-01	8.02E-01	1.82E+00	3.01E-03	Total :	1.09E-01	1.06E-01	4.15E-01	9.20E-01	2.11E-03

[1] Inclus le pourcentage d'utilisation et le pourcentage d'efficacité.
[2] Toutes les émissions de particules sont considérées comme plus petites que 10 µm, et donc PMT = PM_{10}.
[3] Les équipements indiqués en caractère gras représentent les équipements à faible émission des mesures d'atténuation proposées.

A-1-10 Taux d'émission pour chaque type d'émission estimés pour la ventilation de la mine souterraine en préproduction

Type d'émission	Taux d'émission (g/s) Sans équipements à faible émission (*situation non modélisée*)						Taux d'émission (g/s) Avec équipements à faible émission (*situation modélisée*)					
	PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2	PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2
Gaz d'échappement	1.87E-01	1.87E-01	1.82E-01	8.02E-01	1.82E+00	3.01E-03	1.09E-01	1.09E-01	1.06E-01	4.15E-01	9.20E-01	2.11E-03
Manipulation de matériaux	2.98E-01	1.52E-01	4.47E-02	0	0	0	2.98E-01	1.52E-01	4.47E-02	0	0	0
Sautage	6.83E-01	3.55E-01	2.05E-02	6.90E+00	6.00E-01	1.80E-01	6.83E-01	3.55E-01	2.05E-02	6.90E+00	6.00E-01	1.80E-01

A-1-11 Taux d’émission de la source ponctuelle de ventilation de la mine souterraine liés aux gaz d’échappement et à la manipulation de matériaux en préproduction

Identifiant	Taux d'émission (g/s)					
	PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2
vspp	4.07E-01	2.61E-01	1.50E-01	4.15E-01	9.20E-01	2.11E-03

A-1-12 Taux d’émission de la source ponctuelle de ventilation de la mine souterraine liés aux sautages en préproduction

Identifiant	Taux d'émission[1] (g/s)					
	PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2
vspp	6.83E-01	3.55E-01	2.05E-02	6.90E+00	6.00E-01	1.80E-01
[1] Lors d’un sautage, considéré à 15 h, ces émissions s’ajoutent à celles déjà considérées au tableau A-1-11.						

A-1-13 Paramètres physiques et taux d’émissions utilisés pour la modélisation de l’érosion éolienne

Identifiant	Description	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Z (m)	Surface considérée (m^2)	Teneur en limon (%)	Taux d'émission ($g/s.m^2$)			Taux d'émission (g/s)		
							PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$
aire	Zone des travaux	291	0.3	0.12	16 000	8.5	1.29E-04	6.47E-05	9.70E-06	2.07E+00	1.03E+00	1.55E-01

ANNEXE

A-2 *CARACTÉRISTIQUES DES SOURCES SITE DU CMH5 SCÉNARIO D'EXPLOITATION*

A-2-1 Caractéristiques physiques des sources ponctuelles de l'usine de traitement de minerai

Identifiant	Description	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Température (K)	Vitesse (m/s)	Diamètre (m)	Temps d'opération par jour (h/j)	Groupe lithologique
pt01	Dépoussiéreur - dôme de minerai	647 940	5 347 156	291.0	4.0	Ambiante	8.1	0.4	24	Minerai
pt02	Chauffage - solution pauvre	647 839	5 347 009	291.0	9.0	588.2	2.9	0.4	12	-
pt04	Four - Regénération du carbonne	647 839	5 347 009	291.0	9.0	393.2	2.5	0.3	24	-
pt05	Épurateur - Xanthates	647 843	5 346 936	291.0	8.0	Ambiante	0.3	0.3	3	-
pt08	Dépoussiéreur - silo de chaux	647 874	5 346 945	291.0	29.0	Ambiante	18.8	0.4	12	-
pt09	Venturi - extincteur de chaux	647 874	5 346 945	291.0	12.0	Ambiante	3.3	0.1	22	-
pt10	Épurateur - élution de l'or	647 895	5 346 954	295.0	4.0	353.2	12.0	0.4	12	-
pt11	Chauffage - gaz naturel	648 033	5 347 024	291.0	32.5	455.2	1.3	0.2	24	-
pt12	Chauffage - gaz naturel	648 033	5 347 024	291.0	32.5	455.2	1.4	0.2	24	-
pt13	Chauffage - gaz naturel	647 834	5 346 932	295.0	17.0	455.2	1.3	0.2	24	-
pt14	Chauffage - gaz naturel	647 834	5 346 932	295.0	17.0	455.2	1.9	0.2	24	-
pt15	Chauffage - gaz naturel	647 834	5 346 932	295.0	17.0	455.2	1.4	0.2	24	-
pt16	Chauffage - gaz naturel	647 834	5 346 932	295.0	17.0	455.2	1.4	0.2	24	-
pt17	Chauffage - gaz naturel	647 834	5 346 932	295.0	17.0	455.2	1.3	0.2	24	-
pt19	Dépoussiéreur - remblais en pâte	647 800	5 346 966	295.0	26.0	Ambiante	10.0	0.6	24	-
pt21	Dépoussiéreur - sulfate de cuivre	647 856	5 346 942	291.0	8.0	Ambiante	0.3	0.3	3	Sulfate de cuivre

A-2-2 Taux d'émission des sources ponctuelles évaluée par l'ingénierie

Identifiant	Taux d'émission (g/s)					
	PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2
pt01	8.00E-03	8.00E-03	4.00E-03	0	0	0
pt02	5.80E-03	5.80E-03	5.80E-03	8.00E-02	6.96E-02	3.91E-04
pt04	4.21E-03	4.21E-03	4.21E-03	9.60E-02	1.02E-01	3.77E-04
pt10	2.07E-02	2.07E-02	1.96E-02	0	0	0

A-2-3 Taux d'émission des sources ponctuelles liées à la combustion de gaz naturel

Identifiant	Alimentation en gaz naturel	Puissance	Facteur d'émission[1,2] (kg/m³ de combustible)						Taux d'émission (g/s)					
	(m³/h)	(kW)	PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2	PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2
pt11	14	146	1.22E-04	1.22E-04	1.22E-04	1.34E-03	8.00E-04	9.60E-06	4.69E-04	4.69E-04	4.69E-04	5.18E-03	3.08E-03	3.70E-05
pt12	8	86	1.22E-04	1.22E-04	1.22E-04	1.34E-03	8.00E-04	9.60E-06	2.76E-04	2.76E-04	2.76E-04	3.05E-03	1.82E-03	2.18E-05
pt13	14	146	1.22E-04	1.22E-04	1.22E-04	1.34E-03	8.00E-04	9.60E-06	4.69E-04	4.69E-04	4.69E-04	5.18E-03	3.08E-03	3.70E-05
pt14	11	117	1.22E-04	1.22E-04	1.22E-04	1.34E-03	8.00E-04	9.60E-06	3.75E-04	3.75E-04	3.75E-04	4.15E-03	2.47E-03	2.96E-05
pt15	8	86	1.22E-04	1.22E-04	1.22E-04	1.34E-03	8.00E-04	9.60E-06	2.76E-04	2.76E-04	2.76E-04	3.05E-03	1.82E-03	2.18E-05
pt16	8	86	1.22E-04	1.22E-04	1.22E-04	1.34E-03	8.00E-04	9.60E-06	2.76E-04	2.76E-04	2.76E-04	3.05E-03	1.82E-03	2.18E-05
pt17	13	141	1.22E-04	1.22E-04	1.22E-04	1.34E-03	8.00E-04	9.60E-06	4.53E-04	4.53E-04	4.53E-04	5.00E-03	2.98E-03	3.57E-05

[1] Calcul basé sur la section 1.4 de l'AP-42
[2] Teneur en soufre considéré de 2000 grains/106 scf

A-2-4 Taux d'émission des sources ponctuelles de dépoussiérage évaluée par des concentrations

Identifiant	Débit normalisé	Concentration	Ratio PM_{10}/PMT	Ratio $PM_{2,5}$/PMT	Taux d'émission (g/s)		
	(Nm³/h)	(Nm³/h)	(%)	(%)	PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$
pt05	340	30	95	50	2.83E-03	2.68E-03	1.41E-03
pt08	8495	30	95	50	7.08E-02	6.70E-02	3.53E-02
pt09	389	30	95	50	3.24E-03	3.07E-03	1.61E-03
pt19	10194	30	95	50	8.50E-02	8.04E-02	4.23E-02
pt21	340	30	100	100	2.83E-03	2.83E-03	2.83E-03

A-2-5 Coordonnées et élévation des volumes sources de routage

Identifiant	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Identifiant	X (m)	Y (m)	Élévation (m)
E04_E03_1	647 895	5 346 889	295.0	E02_E07_06	647 737	5 347 123	295.5
E04_E03_2	647 877	5 346 884	295.0	E02_E07_07	647 731	5 347 140	295.8
E04_E03_3	647 861	5 346 892	295.0	E02_E07_08	647 726	5 347 157	296.0
E04_E03_4	647 845	5 346 902	295.0	E02_E07_09	647 733	5 347 174	296.2
E04_E03_5	647 830	5 346 912	295.0	E02_E07_10	647 741	5 347 191	296.4
E04_E03_6	647 814	5 346 921	294.3	E02_E07_11	647 756	5 347 199	296.2
E04_E03_7	647 799	5 346 931	295.0	E02_E07_12	647 774	5 347 194	295.2
E04_E03_8	647 783	5 346 941	295.0	E02_E07_13	647 791	5 347 187	294.0
E03_E02_1	647 773	5 346 950	295.0	E02_E07_14	647 808	5 347 180	292.8
E03_E02_2	647 764	5 346 967	295.1	E02_E07_15	647 825	5 347 173	291.6
E03_E02_3	647 757	5 346 984	295.1	E02_E07_16	647 842	5 347 167	291.2
E03_E02_4	647 749	5 347 001	295.1	E02_E07_17	647 860	5 347 160	291.1
E03_E02_5	647 746	5 347 019	295.0	E02_E07_18	647 877	5 347 154	291.1
E03_E02_6	647 745	5 347 037	294.9	E02_E07_19	647 894	5 347 160	291.1
E03_E02_7	647 729	5 347 045	295.2	E02_E07_20	647 912	5 347 167	290.9
E02_E01_1	647 715	5 347 045	295.4	E02_E07_21	647 927	5 347 159	290.5
E02_E01_2	647 697	5 347 045	295.4	E02_E07_22	647 934	5 347 143	290.6
E02_E01_3	647 678	5 347 045	295.2	E02_E07_23	647 942	5 347 126	290.7
E02_E01_4	647 660	5 347 045	295.1	E02_E07_24	647 950	5 347 109	290.8
E02_E01_5	647 641	5 347 045	295.0	E02_E07_25	647 958	5 347 092	290.9
E02_E01_6	647 623	5 347 045	294.7	E02_E07_26	647 966	5 347 076	291.0
E02_E08_1	647 731	5 347 045	295.2	E04_E05_1	647 903	5 346 904	295.0
E02_E08_2	647 750	5 347 044	294.8	E04_E05_2	647 896	5 346 921	295.1
E02_E08_3	647 768	5 347 044	295.0	E04_E05_3	647 888	5 346 937	295.1
E02_E08_4	647 780	5 347 031	295.0	E04_E06_1	647 910	5 346 896	294.8
E02_E07_01	647 731	5 347 044	295.2	E04_E06_2	647 927	5 346 904	295.1
E02_E07_02	647 747	5 347 051	294.8	E04_E06_3	647 944	5 346 912	295.1
E02_E07_03	647 748	5 347 069	294.8	E04_E06_4	647 961	5 346 919	295.5
E02_E07_04	647 748	5 347 088	295.0	E04_E06_5	647 977	5 346 927	295.4
E02_E07_05	647 744	5 347 106	295.3				

A-2-6 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation des gaz d'échappement des équipements localisés

Identifiant	Description	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Température (K)	Vitesse (m/s)	Diamètre équivalent (m)	Taux d'émission (g/s)					Horaire (h/j)
									PM_{10} [1]	$PM_{2.5}$	CO	NOx	SO_2	
trainx	Locomotive de manœuvre - Exhaust	647 729	5 347 192	296.4	3.2	619.3	14.6	0.28	6.40E-03	6.21E-03	4.33E-02	1.32E-01	1.69E-04	12
[1] Toutes les particules émises sont supposées être plus petites que 10 microns donc PMT = PM_{10}.														

A-2-7 Caractéristiques physiques de la source ponctuelle de ventilation de la mine souterraine en production

Identifiant	Description	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Température (K)	Vitesse (m/s)	Diamètre équivalent (m)	Orientation
vspr	Évacuation d'air vicié - Production	647 933	5 346 855	295.0	1.0	288.2	6.7	13.4	Verticale

A-2-8 Taux d'émission moyen des gaz d'échappement des équipements miniers souterrains considérés à la source de ventilation de la mine souterraine en production

Véhicule	Nombre d'équipements	Facteur d'utilisation[1] (%)	Sans équipements à faible émission						Avec équipements à faible émission[3]					
			Modèle équivalent	Taux d'émission moyen (g/s)					Modèle équivalent	Taux d'émission moyen (g/s)				
				PM_{10}[2]	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2		PM_{10}[2]	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2
Scoop 14 yd	5	63%	Sandvik LH621	4.55E-02	4.41E-02	3.47E-01	1.02E+00	1.21E-03	**Sandvik LH621 - Électrique**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Truck 50 tonnes	1	53%	Sandvik TH551	1.12E-02	1.09E-02	1.35E-01	2.38E-01	2.98E-04	**Sandvik TH551 - Tier4**	**8.19E-04**	**7.94E-04**	**9.25E-03**	**1.68E-02**	**2.11E-04**
Production drill	5	48%	Sandvik DU412I	1.35E-02	1.31E-02	4.95E-02	1.25E-01	2.42E-04	Sandvik DU412I	1.35E-02	1.31E-02	4.95E-02	1.25E-01	2.42E-04
Cable drill and bolter	2	48%	Sandvik DS421	4.62E-03	4.48E-03	1.69E-02	4.28E-02	8.28E-05	Sandvik DS421	4.62E-03	4.48E-03	1.69E-02	4.28E-02	8.28E-05
Explosive truck	2	63%	MACLEAN BT3	1.51E-02	1.47E-02	5.44E-02	9.34E-02	1.76E-04	**MACLEAN BT3 - Tier4**	**4.83E-04**	**4.69E-04**	**3.57E-03**	**9.92E-03**	**1.24E-04**
Scissor lift - Paste backfill piping	1	63%	MACLEAN SL3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05	MACLEAN SL3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05
Tractor u/g - Paste backfill	1	63%	Kubota M9960 HD	1.40E-04	1.35E-04	2.81E-03	3.12E-02	4.00E-05	Kubota M9960 HD	1.40E-04	1.35E-04	2.81E-03	3.12E-02	4.00E-05
Scoop 11 yd	4	55%	Sandvik LH517	1.97E-03	1.91E-03	1.41E-02	3.66E-01	5.08E-04	Sandvik LH517	1.97E-03	1.91E-03	1.41E-02	3.66E-01	5.08E-04
Truck 50 tonnes	4	53%	Sandvik TH551	4.49E-02	4.36E-02	5.40E-01	9.50E-01	1.19E-03	**Sandvik TH551 - Tier4**	**3.28E-03**	**3.18E-03**	**3.70E-02**	**6.73E-02**	**8.44E-04**
Jumbo drill	5	41%	Sandvik DD422I	1.07E-02	1.03E-02	3.91E-02	9.87E-02	1.91E-04	Sandvik DD422I	1.07E-02	1.03E-02	3.91E-02	9.87E-02	1.91E-04
Bolting Machine	5	52%	Sandvik DS411	1.26E-02	1.22E-02	4.60E-02	1.16E-01	2.25E-04	Sandvik DS411	1.26E-02	1.22E-02	4.60E-02	1.16E-01	2.25E-04
Scissor lift	2	55%	MACLEAN SL3	1.33E-02	1.29E-02	4.80E-02	8.24E-02	1.55E-04	**MACLEAN SL3 - Tier4**	**4.26E-04**	**4.13E-04**	**3.15E-03**	**8.75E-03**	**1.10E-04**
Anfo Loader	2	55%	MACLEAN AC3	1.33E-02	1.29E-02	4.80E-02	8.24E-02	1.55E-04	MACLEAN AC3	1.33E-02	1.29E-02	4.80E-02	8.24E-02	1.55E-04
Scissor lift u/g - Construction	3	55%	MACLEAN SL3	2.00E-02	1.94E-02	7.20E-02	1.24E-01	2.32E-04	MACLEAN SL3	2.00E-02	1.94E-02	7.20E-02	1.24E-01	2.32E-04
Tractor u/g - Mechanical	4	63%	Kubota M9960 HD	5.58E-04	5.42E-04	1.12E-02	1.25E-01	1.60E-04	Kubota M9960 HD	5.58E-04	5.42E-04	1.12E-02	1.25E-01	1.60E-04
Tractor u/g - Electrical	2	63%	Kubota M9960 HD	2.79E-04	2.71E-04	5.62E-03	6.23E-02	8.00E-05	Kubota M9960 HD	2.79E-04	2.71E-04	5.62E-03	6.23E-02	8.00E-05
Tractor u/g - Technical	4	63%	Kubota M9960 HD	5.58E-04	5.42E-04	1.12E-02	1.25E-01	1.60E-04	Kubota M9960 HD	5.58E-04	5.42E-04	1.12E-02	1.25E-01	1.60E-04
Pickup u/g	8	63%	Toyota Landcruiser	1.42E-03	1.38E-03	1.05E-02	2.91E-02	3.65E-04	Toyota Landcruiser	1.42E-03	1.38E-03	1.05E-02	2.91E-02	3.65E-04
Water truck	1	63%	MACLEAN WS3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05	MACLEAN WS3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05
Fuel truck	2	63%	MACLEAN FT3	1.51E-02	1.47E-02	5.44E-02	9.34E-02	1.76E-04	MACLEAN FT3	1.51E-02	1.47E-02	5.44E-02	9.34E-02	1.76E-04
Shotcrete machine (dry)	2	63%	MACLEAN SS3	1.51E-02	1.47E-02	5.44E-02	9.34E-02	1.76E-04	MACLEAN SS3	1.51E-02	1.47E-02	5.44E-02	9.34E-02	1.76E-04
Getman A64 crane	2	63%	MACLEAN BT3	1.51E-02	1.47E-02	5.44E-02	9.34E-02	1.76E-04	**MACLEAN BT3 - Tier4**	**4.83E-04**	**4.69E-04**	**3.57E-03**	**9.92E-03**	**1.24E-04**
Concrete Truck	2	63%	MACLEAN TM3	1.51E-02	1.47E-02	5.44E-02	9.34E-02	1.76E-04	MACLEAN TM3	1.51E-02	1.47E-02	5.44E-02	9.34E-02	1.76E-04
16 Passengers carrier	3	63%	MACLEAN PC3	2.27E-02	2.20E-02	8.16E-02	1.40E-01	2.63E-04	**MACLEAN PC3 - Tier4**	**7.25E-04**	**7.03E-04**	**5.35E-03**	**1.49E-02**	**1.87E-04**
Boom truck U/G	2	63%	MACLEAN BT3	1.51E-02	1.47E-02	5.44E-02	9.34E-02	1.76E-04	**MACLEAN BT3 - Tier4**	**4.83E-04**	**4.69E-04**	**3.57E-03**	**9.92E-03**	**1.24E-04**
Grader	1	63%	MACLEAN SL3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05	MACLEAN SL3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05
Lift u/g	1	63%	MACLEAN SL3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05	MACLEAN SL3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05
Scoop - service and construction	1	63%	MACLEAN SL3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05	MACLEAN SL3	7.55E-03	7.33E-03	2.72E-02	4.67E-02	8.78E-05
			Total :	3.46E-01	3.35E-01	1.94E+00	4.55E+00	7.04E-03	Total :	1.69E-01	1.64E-01	6.92E-01	1.98E+00	5.13E-03

[1] Inclus le pourcentage d'utilisation et le pourcentage d'efficacité.
[2] Toutes les émissions de particules sont considérées comme plus petites que 10 µm, et donc PMT = PM_{10}.
[3] Les équipements indiqués en caractère gras représentent les équipements à faible émission des mesures d'atténuation proposées.

A-2-9 Taux d'émission pour chaque type d'émission estimés pour la ventilation de la mine souterraine en production

Type d'émission	Taux d'émission (g/s) Sans équipements à faible émission Sans le Système d'Épuration Variante A						Taux d'émission (g/s) Avec équipements à faible émission Sans le Système d'Épuration (*situation non modélisée*)						Taux d'émission (g/s) Avec équipements à faible émission Avec le Système d'Épuration Variante B et C						Groupe lithologique
	PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2	PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2	PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2	
Gaz d'échappement	3.46E-01	3.46E-01	3.35E-01	1.94E+00	4.55E+00	7.04E-03	1.69E-01	1.69E-01	1.64E-01	6.92E-01	1.98E+00	5.13E-03	1.06E-01	1.06E-01	1.06E-01	6.92E-01	1.98E+00	5.13E-03	-
Manipulation de matériaux	5.50E-01	2.80E-01	8.25E-02	0	0	0	5.50E-01	2.80E-01	8.25E-02	0	0	0	7.48E-03	7.05E-03	5.01E-03	0	0	0	Minerai
Sautage	6.83E-01	3.55E-01	2.05E-02	6.90E+00	6.00E-01	1.80E-01	6.83E-01	3.55E-01	2.05E-02	6.90E+00	6.00E-01	1.80E-01	5.22E-03	4.69E-03	1.24E-03	6.90E+00	6.00E-01	1.80E-01	Minerai

A-2-10 Taux d'émission de la source ponctuelle de ventilation de la mine souterraine liés aux gaz d'échappement et à la manipulation de matériaux en production

Identifiant	Taux d'émission (g/s) Sans équipements à faible émission Sans le Système d'Épuration Variante A						Taux d'émission (g/s) Avec équipements à faible émission Avec le Système d'Épuration Variante B et C					
	PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2	PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2
vspr	8.96E-01	6.26E-01	4.18E-01	1.94E+00	4.55E+00	7.04E-03	1.14E-01	1.13E-01	1.11E-01	6.92E-01	1.98E+00	5.13E-03

A-2-11 Taux d'émission de la source ponctuelle de ventilation de la mine souterraine liés aux sautages en production

Identifiant	Taux d'émission[1] (g/s) Sans le Système d'Épuration Variante A						Taux d'émission[1] (g/s) Avec le Système d'Épuration Variante B et C					
	PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2	PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	CO	NO_x	SO_2
vspr	6.83E-01	3.55E-01	2.05E-02	6.90E+00	6.00E-01	1.80E-01	5.22E-03	4.69E-03	1.24E-03	6.90E+00	6.00E-01	1.80E-01

[1] Lors d'un sautage, considéré à 15 h, ces émissions s'ajoutent à celles déjà considérées au tableau A-2-10.

A-2-12 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation de l'érosion éolienne – Variante A et B

Identifiant	Description	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Z (m)	Surface considérée (m^2)	Teneur en limon (%)	Taux d'émission ($g/s.m^2$)			Taux d'émission (g/s)			Groupe lithologique
							PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	
pore	Halde de minerai temporaire	292.0	4.1	1.88	5 000	9.5	1.45E-04	7.23E-05	1.08E-05	7.23E-01	3.61E-01	5.42E-02	Minerai

ANNEXE

A-3 *CARACTÉRISTIQUES DES SOURCES SITE DES IGRM SCÉNARIO DE CONSTRUCTION*

A-3-1 Coordonnées et élévation des volumes sources de routage

Identifiant	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Identifiant	X (m)	Y (m)	Élévation (m)
T01_T02_01	643772	5356608	304.2	T04_T05_3	643876	5357994	332.4
T01_T02_02	643800	5356630	304.8	T04_T05_4	643883	5358028	328.1
T01_T02_03	643828	5356652	305.0	T04_T05_5	643891	5358063	325.8
T01_T02_04	643859	5356671	307.2	T04_T05_6	643900	5358098	322.8
T01_T02_05	643890	5356689	307.9	T04_T05_7	643912	5358131	321.2
T01_T02_06	643921	5356708	310.9	T14_T06_1	643889	5358312	320.0
T01_T02_07	643951	5356726	313.6	T14_T06_2	643875	5358345	320.8
T01_T02_08	643982	5356744	313.8	T14_T06_3	643860	5358378	322.8
T01_T02_09	644013	5356762	315.0	T14_T06_4	643844	5358410	327.2
T01_T02_10	644044	5356781	316.7	T14_T06_5	643816	5358429	329.5
T02_T03_01	644084	5356803	317.3	T14_T06_6	643783	5358443	325.0
T02_T03_02	644115	5356820	317.1	T14_T06_7	643749	5358453	323.7
T02_T03_03	644147	5356838	317.9	T14_T06_8	643722	5358477	323.6
T02_T03_04	644178	5356855	317.8	T14_T06_9	643698	5358503	324.0
T02_T03_05	644210	5356872	316.0	T06_T07_01	643691	5358527	324.7
T02_T03_06	644241	5356889	315.6	T06_T07_02	643686	5358562	327.1
T02_T03_07	644271	5356910	316.5	T06_T07_03	643677	5358597	329.6
T02_T03_08	644299	5356932	316.7	T06_T07_04	643658	5358628	330.2
T02_T03_09	644328	5356954	315.9	T06_T07_05	643638	5358657	329.2
T02_T03_10	644356	5356976	315.6	T06_T07_06	643615	5358684	327.4
T02_T03_11	644384	5356998	313.8	T06_T07_07	643600	5358717	328.8
T02_T03_12	644412	5357020	316.2	T06_T07_08	643585	5358750	332.4
T02_T03_13	644440	5357042	323.6	T06_T07_09	643570	5358782	337.2
T02_T03_14	644467	5357065	327.8	T06_T07_10	643553	5358814	339.1
T02_T03_15	644483	5357097	332.3	T06_T07_11	643537	5358846	340.8
T02_T03_16	644499	5357129	336.6	T06_T07_12	643521	5358876	348.5
T02_T03_17	644507	5357163	339.9	T06_T07_13	643506	5358905	357.5
T02_T03_18	644512	5357199	344.0	T06_T07_14	643489	5358936	357.7
T02_T03_19	644517	5357234	345.5	T03_T17_1	644233	5357375	365.0
T02_T03_20	644507	5357268	348.9	T03_T17_2	644207	5357398	365.4
T02_T03_21	644496	5357302	351.4	T03_T17_3	644186	5357427	365.1
T02_T03_22	644476	5357332	354.3	T03_T17_4	644172	5357459	360.0
T02_T03_23	644445	5357349	355.6	T03_T17_5	644158	5357492	360.0
T02_T03_24	644410	5357357	355.6	T03_T17_6	644145	5357526	360.0
T02_T03_25	644374	5357361	356.9	T03_T17_7	644132	5357559	360.0
T02_T03_26	644338	5357363	359.3	T03_T17_8	644118	5357593	360.0
T02_T03_27	644302	5357365	360.6	T03_T17_9	644103	5357625	360.0
T02_T03_28	644267	5357367	364.0	T07_T08_01	643464	5358942	345.4
T04_T05_1	643865	5357925	341.1	T07_T08_02	643433	5358927	334.9
T04_T05_2	643865	5357960	337.5	T07_T08_03	643401	5358911	330.8

A-3-1 Coordonnées et élévation des volumes sources de routage (suite)

Identifiant	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Identifiant	X (m)	Y (m)	Élévation (m)
T07_T08_04	643370	5358894	326.8	T16_T10_11	643152	5359458	352.7
T07_T08_05	643338	5358878	324.9	T16_T10_12	643123	5359478	355.1
T07_T08_06	643305	5358862	322.1	T16_T10_13	643094	5359498	356.5
T07_T08_07	643273	5358846	320.0	T16_T10_14	643062	5359503	350.2
T07_T08_08	643241	5358829	320.0	T16_T10_15	643029	5359488	349.0
T07_T08_09	643209	5358813	320.0	T16_T10_16	642997	5359474	345.0
T07_T08_10	643178	5358797	324.8	T16_T10_17	642967	5359454	346.7
T05_T14_1	643919	5358176	320.0	T16_T10_18	642938	5359434	347.5
T05_T14_2	643915	5358212	320.0	T16_T10_19	642905	5359424	338.4
T05_T14_3	643909	5358247	320.0	T16_T10_20	642871	5359415	335.8
T05_T14_4	643901	5358282	320.0	T16_T10_21	642837	5359406	330.0
T05_T13_1	643935	5358161	320.3	T16_T10_22	642802	5359397	330.0
T05_T13_2	643969	5358161	321.9	T16_T10_23	642767	5359388	330.0
T05_T13_3	644000	5358144	324.5	T16_T10_24	642734	5359375	330.0
T14_T15_1	643901	5358306	319.6	T16_T10_25	642711	5359348	330.0
T14_T15_2	643934	5358320	315.0	T10_T11_1	642706	5359319	326.9
T14_T15_3	643968	5358333	315.0	T07_T16_1	643475	5358971	351.3
T14_T15_4	643960	5358368	315.7	T07_T16_2	643458	5359001	346.7
T14_T15_5	643952	5358403	317.8	T07_T16_3	643436	5359030	345.0
T14_T15_6	643944	5358438	319.1	T07_T16_4	643414	5359058	344.7
T14_T15_7	643937	5358473	320.0	T07_T16_5	643392	5359087	341.4
T14_T15_8	643929	5358508	323.0	T07_T16_6	643380	5359120	334.8
T14_T15_9	643921	5358543	325.6	T07_T16_7	643370	5359154	334.2
T08_T09_1	643138	5358791	320.0	T17_T18_1	644109	5357636	360.0
T08_T09_2	643103	5358798	320.0	T17_T18_2	644144	5357643	360.0
T08_T09_3	643068	5358805	327.1	T17_T18_3	644178	5357653	360.7
T08_T09_4	643035	5358811	338.4	T17_T18_4	644201	5357679	365.0
T08_T09_5	643000	5358818	344.5	T17_T18_5	644209	5357714	366.1
T08_T09_6	642965	5358825	344.0	T04_T17_01	643869	5357879	344.1
T08_T12_1	643155	5358812	320.0	T04_T17_02	643879	5357846	343.1
T16_T10_01	643358	5359192	335.3	T04_T17_03	643899	5357816	343.3
T16_T10_02	643348	5359224	347.1	T04_T17_04	643922	5357788	344.0
T16_T10_03	643333	5359255	351.0	T04_T17_05	643944	5357760	344.8
T16_T10_04	643313	5359285	354.0	T04_T17_06	643966	5357731	348.2
T16_T10_05	643293	5359315	352.6	T04_T17_07	643993	5357709	354.0
T16_T10_06	643274	5359345	350.5	T04_T17_08	644022	5357688	358.5
T16_T10_07	643254	5359375	350.0	T04_T17_09	644052	5357667	358.4
T16_T10_08	643240	5359408	348.2	T04_T17_10	644081	5357647	359.1
T16_T10_09	643219	5359436	349.1				
T16_T10_10	643187	5359449	349.5				

A-3-2 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation des opérations de chargement et déchargement

Identifiant	Description	Tonnage manipulé (ktm/h)	Humidité du matériel (%)	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Taux d'émission (g/s) [1]		
										PMT	PM_{10}	$PM_{2.5}$
ldt18rf	Chargement à T18	0.540	2.1	644 212	5 357 724	365.8	2.6	0.43	0.26	2.90E-01	1.37E-01	2.08E-02
dpt09rf	Déchargement à T09	0.540	2.1	642 945	5 358 829	344.4	1.0	0.74	4.28	2.90E-01	1.37E-01	2.08E-02
dpt11rf	Déchargement à T11	0.540	2.1	642 713	5 359 303	325.1	0.5	0.85	3.67	2.90E-01	1.37E-01	2.08E-02

[1] Taux d'émission calculés heure par heure en fonction de la vitesse du vent suivant la méthode de l'AP-42, section 13.2.4 Aggregate Handling And Storage Piles. Le taux d'émissions est présenté ici pour la vitesse moyenne du vent de 3,38 m/s.

A-3-3 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation du boutage

Identifiant	Description	Équipement	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Teneur en silt (%)	Humidité du matériel (%)	Atténuation (%)	Taux d'émission - avec atténuation (g/s)		
												PMT	PM_{10}	$PM_{2.5}$
tdoz01	Bouteur sur chenilles	Komatsu D65	642 695	5 359 285	325.0	0.7	0.79	0.66	3.9	2.1	50	7.05E-01	1.28E-01	7.40E-02

A-3-4 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation des sautages

Identifiant	Description	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Taux d'émission (g/s)					
								PMT	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CO	NO_x	SO_2
sautc1	Sautage carrière	644 174	5 357 750	370.0	10.0	7.83	9.30	2.33E+00	1.21E+00	6.99E-02	3.62E+00	3.15E-01	9.44E-02

A-3-5 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation du forage

Identifiant	Description	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Méthode d'atténuation	Atténuation (%)	Taux d'émission - avec atténuation (g/s)					
										PMT	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CO	NO_x	SO_2
drillc1	Foreuse carrière	644 158	5 357 771	370.0	1.9	0.86	1.72	Jets d'eau	70	1.31E-01	1.18E-01	6.56E-02	0	0	0

A-3-6 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation de la station de concassage

Identifiant	Description	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Taux d'émission (g/s)		
								PMT	PM_{10}	$PM_{2.5}$
CRUSH1	Concasseur carrière	644 196	5 357 726	360.0	2.4	1.72	2.25	5.40E-01	2.40E-01	2.40E-01

A-3-7 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation des gaz d'échappement des équipements localisés

Identifiant	Description	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Température (K)	Vitesse (m/s)	Diamètre équivalent (m)	Taux d'émission (g/s)				
									PM_{10} [1]	$PM_{2,5}$	CO	NOx	SO_2
ldt18rfx	Chargement à T18 - Exhaust	644 212	5 357 724	365.8	3.4	755.4	28.0	0.14	1.91E-02	1.86E-02	1.04E-01	1.84E-01	3.46E-04
tdoz01x	Bouteur sur chenilles 1 - Exhaust	642 695	5 359 285	325.0	3.1	755.4	0	0.26	4.22E-04	4.09E-04	2.69E-03	8.66E-03	1.09E-04
drillc1x	Foreuse carrière - Exhaust	644 158	5 357 771	370.0	4.0	785.4	25.8	0.19	8.72E-04	8.46E-04	6.22E-03	1.62E-01	2.25E-04
crush1x	Concasseur carrière - Exhaust	644 196	5 357 726	360.0	4.2	845.2	50.0	0.15	8.38E-03	8.12E-03	4.81E-02	1.25E-01	2.42E-04
excv1x	Excavatrice digue 1 - Exhaust	642 721	5 359 312	325.0	2.6	755.4	0	0.10	1.10E-02	1.06E-02	5.31E-02	1.06E-01	1.99E-04
excv2x	Excavatrice digue 2 - Exhaust	642 936	5 358 848	344.0	2.6	755.4	0	0.14	1.10E-02	1.06E-02	5.31E-02	1.06E-01	1.99E-04
excv3x	Excavatrice digue 3 - Exhaust	642 960	5 358 842	344.0	2.6	755.4	0	0.14	1.10E-02	1.06E-02	5.31E-02	1.06E-01	1.99E-04
excv4x	Excavatrice manipulation membranes - Exhaust	642 985	5 358 931	320.0	2.8	755.4	0	0.11	3.66E-04	3.55E-04	2.71E-03	7.52E-03	9.44E-05

[1] Toutes les particules émises sont supposées être plus petites que 10 microns donc PMT = PM_{10}.

A-3-8 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation de l'érosion éolienne

Identifiant	Description	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Z (m)	Surface considérée (m^2)	Teneur en limon (%)	Taux d'émission ($g/s.m^2$)			Taux d'émission (g/s)		
							PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$
dikepcta	Digue PCT-A	325.0	2.8	1.28	5189	3.9	5.93E-05	2.97E-05	4.45E-06	3.08E-01	1.54E-01	2.31E-02
dikepctb	Digue PCT-B	328.8	0.8	0.40	2823	3.9	5.93E-05	2.97E-05	4.45E-06	1.67E-01	8.37E-02	1.26E-02
dikepft1	Digue PFT-1	315.0	8.6	4.01	51249	3.9	5.93E-05	2.97E-05	4.45E-06	3.04E+00	1.52E+00	2.28E-01
dikepft2	Digue PFT-2	325.0	5.1	2.38	39153	3.9	5.93E-05	2.97E-05	4.45E-06	2.32E+00	1.16E+00	1.74E-01
dikeint	Digue interne	322.0	4.5	2.09	45462	3.9	5.93E-05	2.97E-05	4.45E-06	2.70E+00	1.35E+00	2.02E-01
dikemed	Digue mediane	320.0	5.5	2.56	33874	3.9	5.93E-05	2.97E-05	4.45E-06	2.01E+00	1.00E+00	1.51E-01
errquar	Surface de travail - Carrière	360.0	1.5	0.70	553	3.9	5.93E-05	2.97E-05	4.45E-06	3.28E-02	1.64E-02	2.46E-03

ANNEXE

A-4 *CARACTÉRISTIQUES DES SOURCES SITE DES IGRM SCÉNARIO D'ÉROSION ÉOLIENNE*

A-4-1 Paramètres physiques et taux d'émissions utilisés pour la modélisation de l'érosion éolienne

Identifiant	Description	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Z (m)	Surface considérée (m^2)	Teneur en limon (%)	Taux d'atténuation (%)	Taux d'émission - avec atténuation ($g/s.m^2$)			Taux d'émission - avec atténuation (g/s)			Groupe lithologique
								PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	PMT	PM_{10}	$PM_{2,5}$	
errpct	Résidus concentré de pyrite (PCT)	345.0	1.0	0.47	300428	100.0	96.6	5.11E-05	2.56E-05	3.83E-06	1.54E+01	7.68E+00	1.15E+00	Résidus PCT
errpft1	Résidus de flottaison (PFT) - p1	344.0	1.0	0.47	93795	90.0	96.6	4.60E-05	2.30E-05	3.45E-06	4.32E+00	2.16E+00	3.24E-01	Résidus PFT
errpft2	Résidus de flottaison (PFT) - p2	339.0	2.5	1.16	627093	90.0	96.6	4.60E-05	2.30E-05	3.45E-06	2.89E+01	1.44E+01	2.16E+00	Résidus PFT
errpft3	Résidus de flottaison (PFT) - p3	339.0	3.5	1.63	911030	90.0	96.6	4.60E-05	2.30E-05	3.45E-06	4.19E+01	2.10E+01	3.14E+00	Résidus PFT
Le taux d'émission est égal à zéro lorsque la vitesse du vent est inférieure à 5,36 m/s (19,3 km/h).														

ANNEXE

A-5 *RÉSULTATS*

A-5-1 Résultats de la modélisation : scénario de construction – domaine d'application – secteur nord du CMH5

Description de la norme ou du critère					Concentrations modélisées dans le domaine d'application des normes et critères (µg/m³)										
Substance	Acronyme	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	Concentration initiale		Maximum par année de l'échantillon météorologique					Maximum	Concentration totale modélisée[1] (µg/m³)	Contribution du projet[2] (%)	Pourcentage de la valeur limite[3] (%)
					(µg/m³)	Référence	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5				
Particules totales	PMT	24 heures	1er maximum	120	66.8	Sanitri	154	142	121	118	171	171	238	72	198
Particules fines	$PM_{2,5}$	24 heures	1er maximum	30	9.3	Golf	17.2	19.3	21.8	23.4	25.8	25.8	35.1	74	117
Carbone, monoxyde de	CO	1 heure	1er maximum	34000	2650	NCQQA v6	288	670	392	549	875	875	3525	25	10
		8 heures	1er maximum	12700	1750	NCQQA v6	43	91	54	69	119	119	1869	6	15
Azote, dioxyde d'	NO_2	1 heure	1er maximum	414	25	MELCC	252	249	293	248	241	293	318	92	77
		24 heures	1er maximum	207	20	MELCC	61	60	49	56	66	66	86	77	42
		1 an	1er maximum	103	15	MELCC	10	10	10	13	10	13	28	46	27
Soufre, dioxyde de	SO_2	4 minutes	1er maximum	1310	150	NCQQA v6	14	31	19	25	41	41	191	22	15
		4 minutes	99.5e percentile	1050	150	NCQQA v6	2	2	3	5	3	5	155	3	15
		24 heures	1er maximum	288	50	NCQQA v6	0.4	0.7	0.5	0.6	1.0	1.0	51.0	2	18
		1 an	1er maximum	52	20	NCQQA v6	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	20.1	< 1	39

[1] La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.
[2] La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.
[3] Le pourcentage de la valeur limite est la concentration totale modélisée divisée par la valeur limite, en pourcentage.

A-5-2 Résultats de la modélisation : scénario de construction – récepteurs sensibles – secteur nord du CMH5

Description de la norme ou du critère							Concentrations modélisées aux récepteurs sensibles (µg/m³)	Concentration totale modélisée[1]	Contribution du projet[2]	Pourcentage de la valeur limite[3]
Substance	Acronyme	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	Concentration initiale		Maximum aux résidences nord-ouest	(µg/m³)	(%)	(%)
					(µg/m³)	Référence				
Particules totales	PMT	24 heures	1er maximum	120	66.8	Sanitri	23	90	25	75
Particules fines	$PM_{2,5}$	24 heures	1er maximum	30	9.3	Golf	4.2	13.4	31	45
Carbone, monoxyde de	CO	1 heure	1er maximum	34000	2650	NCQQA v6	532	3182	17	9
		8 heures	1er maximum	12700	1750	NCQQA v6	72	1822	4	14
Azote, dioxyde d'	NO_2	1 heure	1er maximum	414	25	MELCC	159	184	86	44
		24 heures	1er maximum	207	20	MELCC	18	38	47	18
		1 an	1er maximum	103	15	MELCC	1	16	6	16
Soufre, dioxyde de	SO_2	4 minutes	1er maximum	1310	150	NCQQA v6	25	175	14	13
		4 minutes	99.5e percentile	1050	150	NCQQA v6	0.3	150	< 1	14
		24 heures	1er maximum	288	50	NCQQA v6	0.6	50.6	1	18
		1 an	1er maximum	52	20	NCQQA v6	0.005	20.0	< 1	38

[1] La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.
[2] La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.
[3] Le pourcentage de la valeur limite est la concentration totale modélisée divisée par la valeur limite, en pourcentage.

A-5-3 Résultats de la modélisation : scénario de construction – domaine d'application – secteur sud du CMH5

Description de la norme ou du critère					Concentrations modélisées dans le domaine d'application des normes et critères (µg/m³)										
Substance	Acronyme	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	Concentration initiale		Maximum par année de l'échantillon météorologique					Maximum	Concentration totale modélisée[1] (µg/m³)	Contribution du projet[2] (%)	Pourcentage de la valeur limite[3] (%)
					(µg/m³)	Référence	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5				
Particules totales	PMT	24 heures	1er maximum	120	74.7	08045	23	24	18	16	19	24	99	24	82
Particules fines	$PM_{2,5}$	24 heures	1er maximum	30	9.2	WSP	4.8	4.4	4.1	3.9	3.3	4.8	14.0	34	47
Carbone, monoxyde de	CO	1 heure	1er maximum	34000	2650	NCQQA v6	150	281	198	207	481	481	3131	15	9
		8 heures	1er maximum	12700	1750	NCQQA v6	24	42	25	27	62	62	1812	3	14
Azote, dioxyde d'	NO_2	1 heure	1er maximum	414	25	MELCC	144	126	129	121	125	144	169	85	41
		24 heures	1er maximum	207	20	MELCC	16	17	16	15	16	17	37	47	18
		1 an	1er maximum	103	15	MELCC	2	1	1	1	2	2	17	10	16
Soufre, dioxyde de	SO_2	4 minutes	1er maximum	1310	150	NCQQA v6	7	13	9	9	23	23	173	13	13
		4 minutes	99.5e percentile	1050	150	NCQQA v6	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	150	< 1	14
		24 heures	1er maximum	288	50	NCQQA v6	0.2	0.3	0.2	0.2	0.5	0.5	50.5	< 1	18
		1 an	1er maximum	52	20	NCQQA v6	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	20.0	< 1	38

[1] La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.
[2] La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.
[3] Le pourcentage de la valeur limite est la concentration totale modélisée divisée par la valeur limite, en pourcentage.

A-5-4 Résultats de la modélisation : scénario de construction – récepteurs sensibles – secteur sud du CMH5

Description de la norme ou du critère					Concentrations modélisées aux récepteurs sensibles (µg/m³)									
Substance	Acronyme	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	Concentration initiale		Maximum par catégorie				Maximum	Concentration totale modélisée[1] (µg/m³)	Contribution du projet[2] (%)	Pourcentage de la valeur limite[3] (%)
					(µg/m³)	Référence	Établissements d'enseignement	Établissements de soin	Résidences sud	Résidences sud-ouest				
Particules totales	PMT	24 heures	1er maximum	120	74.7	08045	9	12	21	13	21	96	22	80
Particules fines	$PM_{2,5}$	24 heures	1er maximum	30	9.2	WSP	1.7	2.9	4.0	2.7	4.0	13.2	30	44
Carbone, monoxyde de	CO	1 heure	1er maximum	34000	2650	NCQQA v6	187	193	251	201	251	2901	9	9
		8 heures	1er maximum	12700	1750	NCQQA v6	29	33	39	26	39	1789	2	14
Azote, dioxyde d'	NO_2	1 heure	1er maximum	414	25	MELCC	81	91	125	92	125	150	83	36
		24 heures	1er maximum	207	20	MELCC	9	11	16	12	16	36	45	17
		1 an	1er maximum	103	15	MELCC	0.4	0.7	1.0	0.5	1.0	16	6	16
Soufre, dioxyde de	SO_2	4 minutes	1er maximum	1310	150	NCQQA v6	8	9	12	9	12	162	7	12
		4 minutes	99.5e percentile	1050	150	NCQQA v6	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	150	< 1	14
		24 heures	1er maximum	288	50	NCQQA v6	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	50.3	< 1	17
		1 an	1er maximum	52	20	NCQQA v6	0.002	0.003	0.004	0.002	0.004	20.0	< 1	38

[1] La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.
[2] La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.
[3] Le pourcentage de la valeur limite est la concentration totale modélisée divisée par la valeur limite, en pourcentage.

A-5-5 Résultats de la modélisation : scénario d'exploitation – domaine d'application – secteur nord du CMH5

Description de la norme ou du critère							Variante	Concentrations modélisées dans le domaine d'application des normes et critères (µg/m³)						Concentration totale modélisée[1] (µg/m³)	Contribution du projet[2] (%)	Pourcentage de la valeur limite[3] (%)
					Concentration initiale			Maximum par année de l'échantillon météorologique					Maximum			
Substance	Acronyme	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	(µg/m³)	Référence		A1	A2	A3	A4	A5				
Particules totales	PMT	24 heures	1er maximum	120	66.8	Sanitri	A	44	29	38	41	34	44	111	40	92
							B	27	25	37	30	32	37	104	36	87
							C	11	10	9	11	11	11	78	14	65
Particules fines	$PM_{2,5}$	24 heures	1er maximum	30	9.3	Golf	A	25.4	17.4	18.1	23.9	20.3	25.4	34.7	73	116
							B	8.1	5.8	6.1	7.6	6.1	8.1	17.3	47	58
							C	8.0	5.8	6.0	7.6	6.1	8.0	17.3	46	58
Carbone, monoxyde de	CO	1 heure	1er maximum	34000	2650	NCQQA v6	A	950	911	956	971	917	971	3621	27	11
							B et C	691	555	683	613	707	707	3357	21	10
		8 heures	1er maximum	12700	1750	NCQQA v6	A	247	186	230	314	279	314	2064	15	16
							B et C	90	76	96	117	105	117	1867	6	15
Azote, dioxyde d'	NO_2	1 heure	1er maximum	414	25	MELCC	A	605	587	608	615	590	615	640	96	155
							B et C	356	349	357	361	351	361	386	94	93
		24 heures	1er maximum	207	20	MELCC	A	267	183	187	254	220	267	287	93	139
							B et C	122	85	86	117	100	122	142	86	68
		1 an	1er maximum	103	15	MELCC	A	17	17	17	22	17	22	37	59	36
							B et C	8	9	9	11	8	11	26	42	25
Soufre, dioxyde de	SO_2	4 minutes	1er maximum	1310	150	NCQQA v6	A	32	25	31	28	33	33	183	18	14
							B et C	31	25	31	28	33	33	183	18	14
			99.5e percentile	1050	150	NCQQA v6	A	2	2	2	4	2	4	154	2	15
							B et C	2	2	2	4	2	4	154	2	15
		24 heures	1er maximum	288	50	NCQQA v6	A	0.7	0.6	0.8	0.6	0.7	0.8	50.8	1	18
							B et C	0.7	0.6	0.8	0.6	0.7	0.8	50.8	1	18
		1 an	1er maximum	52	20	NCQQA v6	A	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	20.05	< 1	39
							B et C	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	20.04	< 1	39
Antimoine	Sb	1 an	1er maximum	0.17	1.36E-03	Golf	A	8.78E-07	9.12E-07	1.05E-06	1.18E-06	9.15E-07	1.18E-06	1.36E-03	< 1	< 1
							B	5.25E-07	4.82E-07	6.81E-07	7.56E-07	5.42E-07	7.56E-07	1.36E-03	< 1	< 1
							C	2.72E-07	2.76E-07	2.89E-07	3.28E-07	2.70E-07	3.28E-07	1.36E-03	< 1	< 1
Argent	Ag	1 an	1er maximum	0.23	9.90E-04	Golf	A	5.15E-05	5.44E-05	5.76E-05	6.75E-05	5.16E-05	6.75E-05	1.06E-03	6	< 1
							B	2.08E-05	1.83E-05	3.13E-05	3.38E-05	2.29E-05	3.38E-05	1.02E-03	3	< 1
							C	4.74E-06	5.43E-06	5.13E-06	5.49E-06	4.57E-06	5.49E-06	9.95E-04	< 1	< 1
Arsenic	As	1 an	1er maximum	0.003	1.79E-02	Golf	A	1.70E-04	1.80E-04	1.91E-04	2.24E-04	1.71E-04	2.24E-04	1.81E-02	1	605
							B	6.89E-05	6.07E-05	1.04E-04	1.12E-04	7.56E-05	1.12E-04	1.80E-02	< 1	601
							C	1.57E-05	1.79E-05	1.69E-05	1.81E-05	1.51E-05	1.81E-05	1.79E-02	< 1	598

A-5-5 Résultats de la modélisation : scénario d'exploitation – domaine d'application – secteur nord du CMH5 (suite)

Description de la norme ou du critère							Variante	Concentrations modélisées dans le domaine d'application des normes et critères (µg/m³)						Concentration totale modélisée[1] (µg/m³)	Contribution du projet[2] (%)	Pourcentage de la valeur limite[3] (%)
					Concentration initiale			Maximum par année de l'échantillon météorologique					Maximum			
Substance	Acronyme	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	(µg/m³)	Référence		A1	A2	A3	A4	A5				
Baryum	Ba	1 an	1er maximum	0.05	1.93E-02	Golf	A	5.90E-05	6.17E-05	6.87E-05	7.73E-05	5.99E-05	7.73E-05	1.93E-02	< 1	39
							B	3.09E-05	2.84E-05	4.22E-05	4.65E-05	3.28E-05	4.65E-05	1.93E-02	< 1	39
							C	1.28E-05	1.32E-05	1.36E-05	1.54E-05	1.28E-05	1.54E-05	1.93E-02	< 1	39
Béryllium	Be	1 an	1er maximum	0.0004	2.09E-04	Golf	A	4.03E-07	3.90E-07	4.76E-07	5.41E-07	4.26E-07	5.41E-07	2.10E-04	< 1	52
							B	3.28E-07	3.12E-07	3.64E-07	4.18E-07	3.13E-07	4.18E-07	2.10E-04	< 1	52
							C	2.62E-07	2.66E-07	2.78E-07	3.22E-07	2.60E-07	3.22E-07	2.10E-04	< 1	52
Cadmium	Cd	1 an	1er maximum	0.0036	1.03E-03	Golf	A	6.37E-05	6.75E-05	7.12E-05	8.37E-05	6.39E-05	8.37E-05	1.12E-03	7	31
							B	2.53E-05	2.22E-05	3.83E-05	4.13E-05	2.79E-05	4.13E-05	1.07E-03	4	30
							C	5.59E-06	6.48E-06	6.04E-06	6.43E-06	5.36E-06	6.48E-06	1.04E-03	< 1	29
Chrome (composés de chrome trivalent)	Cr(III)	1 an	1er maximum	0.1	4.18E-03	Golf	A	3.77E-05	3.62E-05	4.53E-05	5.14E-05	4.03E-05	5.14E-05	4.23E-03	1	4
							B	2.91E-05	2.72E-05	3.33E-05	3.78E-05	2.83E-05	3.78E-05	4.22E-03	< 1	4
							C	2.17E-05	2.20E-05	2.30E-05	2.66E-05	2.16E-05	2.66E-05	4.21E-03	< 1	4
Cobalt	Co	1 an	1er maximum	0.1	7.37E-04	Golf	A	7.78E-05	8.17E-05	8.91E-05	1.02E-04	7.82E-05	1.02E-04	8.39E-04	12	< 1
							B	3.64E-05	3.32E-05	5.21E-05	5.69E-05	3.95E-05	5.69E-05	7.94E-04	7	< 1
							C	1.14E-05	1.17E-05	1.21E-05	1.35E-05	1.15E-05	1.35E-05	7.50E-04	2	< 1
Cuivre	Cu	24 heures	1er maximum	2.5	1.60E+00	Golf	A	6.27E-02	5.67E-02	8.43E-02	6.73E-02	7.46E-02	8.43E-02	1.69E+00	5	68
							B	5.71E-02	5.46E-02	8.33E-02	6.36E-02	7.12E-02	8.33E-02	1.69E+00	5	67
							C	4.56E-03	6.13E-03	7.17E-03	6.40E-03	4.21E-03	7.17E-03	1.61E+00	< 1	64
Manganèse	Mn	1 an	1er maximum	0.025	2.30E-02	Golf	A	4.39E-04	4.24E-04	5.13E-04	5.82E-04	4.70E-04	5.82E-04	2.35E-02	2	94
							B	3.64E-04	3.57E-04	4.05E-04	4.57E-04	3.48E-04	4.57E-04	2.34E-02	2	94
							C	2.92E-04	3.08E-04	3.13E-04	3.53E-04	2.94E-04	3.53E-04	2.33E-02	2	93
Mercure	Hg	1 an	1er maximum	0.005	0.002	NCQQA v6	A	3.12E-07	3.29E-07	3.53E-07	4.09E-07	3.13E-07	4.09E-07	2.00E-03	< 1	40
							B	1.36E-07	1.22E-07	1.99E-07	2.16E-07	1.48E-07	2.16E-07	2.00E-03	< 1	40
							C	3.46E-08	3.80E-08	3.76E-08	4.08E-08	3.40E-08	4.08E-08	2.00E-03	< 1	40
Nickel	Ni	24 heures	1er maximum	0.014	1.11E-02	Golf	A	5.52E-05	6.27E-05	5.30E-05	5.61E-05	6.72E-05	6.72E-05	1.12E-02	< 1	80
							B	5.48E-05	6.22E-05	5.10E-05	4.71E-05	6.71E-05	6.71E-05	1.12E-02	< 1	80
							C	5.48E-05	6.22E-05	5.10E-05	4.71E-05	6.71E-05	6.71E-05	1.12E-02	< 1	80
Plomb	Pb	1 an	1er maximum	0.1	7.68E-02	Golf	A	3.09E-04	3.27E-04	3.45E-04	4.05E-04	3.10E-04	4.05E-04	7.73E-02	< 1	77
							B	1.24E-04	1.09E-04	1.87E-04	2.02E-04	1.36E-04	2.02E-04	7.70E-02	< 1	77
							C	2.80E-05	3.22E-05	3.02E-05	3.23E-05	2.69E-05	3.23E-05	7.69E-02	< 1	77
Sélénium	Se	1 heure	1er maximum	2	0.15	NCQQA v6	A	1.24E-02	9.33E-03	1.25E-02	1.15E-02	9.79E-03	1.25E-02	1.63E-01	8	8
							B	5.62E-03	5.45E-03	5.64E-03	5.41E-03	5.21E-03	5.64E-03	1.56E-01	4	8
							C	1.93E-03	2.01E-03	2.01E-03	2.06E-03	1.53E-03	2.06E-03	1.52E-01	1	8

A-5-5 Résultats de la modélisation : scénario d'exploitation – domaine d'application – secteur nord du CMH5 (suite)

Description de la norme ou du critère							Variante	Concentrations modélisées dans le domaine d'application des normes et critères (µg/m³)						Concentration totale modélisée[1] (µg/m³)	Contribution du projet[2] (%)	Pourcentage de la valeur limite[3] (%)
					Concentration initiale			Maximum par année de l'échantillon météorologique					Maximum			
Substance	Acronyme	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	(µg/m³)	Référence		A1	A2	A3	A4	A5				
Silice cristalline	SiO_2	1 heure	1er maximum	23	6	NCQQA v6	A	3.95E+01	3.78E+01	3.97E+01	4.02E+01	3.80E+01	4.02E+01	4.62E+01	87	201
							B	1.79E+01	1.73E+01	1.78E+01	1.73E+01	1.67E+01	1.79E+01	2.39E+01	75	104
							C	1.10E+01	1.14E+01	1.14E+01	1.17E+01	9.25E+00	1.17E+01	1.77E+01	66	77
		1 an	1er maximum	0.07	0.04	NCQQA v6	A	1.95E-01	2.07E-01	2.21E-01	2.47E-01	1.98E-01	2.47E-01	2.87E-01	86	410
							B	1.06E-01	1.01E-01	1.42E-01	1.54E-01	1.13E-01	1.54E-01	1.94E-01	79	278
							C	5.89E-02	6.52E-02	6.40E-02	6.92E-02	5.80E-02	6.92E-02	1.09E-01	63	156
Thallium	Tl	1 an	1er maximum	0.25	2.47E-03	Golf	A	2.55E-06	2.66E-06	3.04E-06	3.41E-06	2.65E-06	3.41E-06	2.48E-03	< 1	< 1
							B	1.49E-06	1.37E-06	1.95E-06	2.17E-06	1.55E-06	2.17E-06	2.48E-03	< 1	< 1
							C	7.52E-07	7.66E-07	7.99E-07	9.07E-07	7.49E-07	9.07E-07	2.47E-03	< 1	< 1
Titane	Ti	24 heures	1er maximum	2.5	1.45E-02	Golf	A	2.99E-03	3.38E-03	2.79E-03	2.59E-03	3.66E-03	3.66E-03	1.81E-02	20	< 1
							B	2.98E-03	3.37E-03	2.78E-03	2.58E-03	3.66E-03	3.66E-03	1.81E-02	20	< 1
							C	2.98E-03	3.37E-03	2.78E-03	2.58E-03	3.66E-03	3.66E-03	1.81E-02	20	< 1
Vanadium	V	1 an	1er maximum	1	8.92E-04	Golf	A	2.74E-05	2.76E-05	2.89E-05	3.36E-05	2.70E-05	3.36E-05	9.26E-04	4	< 1
							B	2.68E-05	2.70E-05	2.83E-05	3.30E-05	2.64E-05	3.30E-05	9.25E-04	4	< 1
							C	2.63E-05	2.68E-05	2.80E-05	3.26E-05	2.62E-05	3.26E-05	9.25E-04	4	< 1
Zinc	Zn	24 heures	1er maximum	2.5	6.34E-01	Golf	A	2.64E-01	2.39E-01	3.56E-01	2.84E-01	3.15E-01	3.56E-01	9.91E-01	36	40
							B	2.40E-01	2.30E-01	3.52E-01	2.68E-01	3.01E-01	3.52E-01	9.86E-01	36	39
							C	1.91E-02	2.51E-02	2.95E-02	2.69E-02	1.71E-02	2.95E-02	6.64E-01	4	27

[1] La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.
[2] La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.
[3] Le pourcentage de la valeur limite est la concentration totale modélisée divisée par la valeur limite, en pourcentage.

A-5-6 Résultats de la modélisation : scénario d'exploitation – récepteurs sensibles – secteur nord du CMH5

Description de la norme ou du critère							Variante	Concentrations modélisées aux récepteurs sensibles (µg/m³)	Concentration totale modélisée[1] (µg/m³)	Contribution du projet[2] (%)	Pourcentage de la valeur limite[3] (%)
Substance	Acronyme	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	Concentration initiale (µg/m³)	Concentration initiale Référence		Maximum aux résidences nord-ouest			
Particules totales	PMT	24 heures	1er maximum	120	66.8	Sanitri	A	12	79	15	66
							B	4	71	5	59
							C	4	71	5	59
Particules fines	$PM_{2,5}$	24 heures	1er maximum	30	9.3	Golf	A	5.4	14.6	37	49
							B	2.1	11.4	19	38
							C	2.1	11.4	19	38
Carbone, monoxyde de	CO	1 heure	1er maximum	34000	2650	NCQQA v6	A	607	3257	19	10
							B et C	524	3174	17	9
		8 heures	1er maximum	12700	1750	NCQQA v6	A	103	1853	6	15
							B et C	89	1839	5	14
Azote, dioxyde d'	NO_2	1 heure	1er maximum	414	25	MELCC	A	261	286	91	69
							B et C	207	232	89	56
		24 heures	1er maximum	207	20	MELCC	A	57	77	74	37
							B et C	26	46	57	22
		1 an	1er maximum	103	15	MELCC	A	4	19	23	19
							B et C	2	17	12	17
Soufre, dioxyde de	SO_2	4 minutes	1er maximum	1310	150	NCQQA v6	A	24	174	14	13
							B et C	24	174	14	13
			99.5e percentile	1050	150	NCQQA v6	A	0.8	150.8	< 1	14
							B et C	0.6	150.6	< 1	14
		24 heures	1er maximum	288	50	NCQQA v6	A	0.7	50.7	1	18
							B et C	0.7	50.7	1	18
		1 an	1er maximum	52	20	NCQQA v6	A	0.01	20.01	< 1	38
							B et C	0.01	20.01	< 1	38
Antimoine	Sb	1 an	1er maximum	0.17	1.36E-03	Golf	A	1.90E-07	1.36E-03	1.40E-02	< 1
							B	2.81E-08	1.36E-03	2.07E-03	< 1
							C	2.65E-08	1.36E-03	1.96E-03	< 1
Argent	Ag	1 an	1er maximum	0.23	9.90E-04	Golf	A	1.14E-05	1.00E-03	1.13E+00	< 1
							B	4.89E-07	9.90E-04	4.94E-02	< 1
							C	3.88E-07	9.90E-04	3.92E-02	< 1
Arsenic	As	1 an	1er maximum	0.003	1.79E-02	Golf	A	3.76E-05	1.80E-02	2.09E-01	599
							B	1.61E-06	1.79E-02	8.98E-03	597
							C	1.27E-06	1.79E-02	7.11E-03	597

A-5-6 Résultats de la modélisation : scénario d'exploitation – récepteurs sensibles – secteur nord du CMH5 (suite)

Description de la norme ou du critère							Variante	Concentrations modélisées aux récepteurs sensibles (µg/m³)	Concentration totale modélisée[1] (µg/m³)	Contribution du projet[2] (%)	Pourcentage de la valeur limite[3] (%)
Substance	Acronyme	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	Concentration initiale (µg/m³)	Concentration initiale Référence		Maximum aux résidences nord-ouest			
Baryum	Ba	1 an	1er maximum	0.05	1.93E-02	Golf	A	1.28E-05	1.93E-02	6.67E-02	39
							B	1.41E-06	1.93E-02	7.34E-03	39
							C	1.31E-06	1.93E-02	6.79E-03	39
Béryllium	Be	1 an	1er maximum	0.0004	2.09E-04	Golf	A	7.32E-08	2.09E-04	3.49E-02	52
							B	2.41E-08	2.09E-04	1.15E-02	52
							C	2.37E-08	2.09E-04	1.13E-02	52
Cadmium	Cd	1 an	1er maximum	0.0036	1.03E-03	Golf	A	1.41E-05	1.05E-03	1.34E+00	29
							B	5.45E-07	1.03E-03	5.27E-02	29
							C	4.19E-07	1.03E-03	4.05E-02	29
Chrome (composés de chrome trivalent)	Cr(III)	1 an	1er maximum	0.1	4.18E-03	Golf	A	7.28E-06	4.19E-03	1.74E-01	4
							B	2.03E-06	4.19E-03	4.85E-02	4
							C	1.98E-06	4.19E-03	4.73E-02	4
Cobalt	Co	1 an	1er maximum	0.1	7.37E-04	Golf	A	1.70E-05	7.54E-04	2.26E+00	< 1
							B	1.38E-06	7.38E-04	1.87E-01	< 1
							C	1.23E-06	7.38E-04	1.67E-01	< 1
Cuivre	Cu	24 heures	1er maximum	2.5	1.60E+00	Golf	A	1.56E-02	1.62E+00	9.65E-01	65
							B	2.51E-03	1.61E+00	1.56E-01	64
							C	1.46E-03	1.61E+00	9.08E-02	64
Manganèse	Mn	1 an	1er maximum	0.025	2.30E-02	Golf	A	7.85E-05	2.30E-02	3.41E-01	92
							B	2.94E-05	2.30E-02	1.28E-01	92
							C	2.89E-05	2.30E-02	1.26E-01	92
Mercure	Hg	1 an	1er maximum	0.005	0.002	NCQQA v6	A	6.86E-08	2.00E-03	3.43E-03	40
							B	4.21E-09	2.00E-03	2.11E-04	40
							C	3.61E-09	2.00E-03	1.80E-04	40
Nickel	Ni	24 heures	1er maximum	0.014	1.11E-02	Golf	A	1.96E-05	1.12E-02	1.76E-01	80
							B	1.33E-05	1.11E-02	1.19E-01	80
							C	1.33E-05	1.11E-02	1.19E-01	80
Plomb	Pb	1 an	1er maximum	0.1	7.68E-02	Golf	A	6.81E-05	7.69E-02	8.86E-02	77
							B	2.83E-06	7.69E-02	3.69E-03	77
							C	2.23E-06	7.68E-02	2.90E-03	77
Sélénium	Se	1 heure	1er maximum	2	0.15	NCQQA v6	A	5.83E-03	1.56E-01	3.74E+00	8
							B	2.20E-04	1.50E-01	1.46E-01	8
							C	2.09E-04	1.50E-01	1.39E-01	8

A-5-6 Résultats de la modélisation : scénario d'exploitation – récepteurs sensibles – secteur nord du CMH5 (suite)

Description de la norme ou du critère							Variante	Concentrations modélisées aux récepteurs sensibles (µg/m³)	Concentration totale modélisée[1] (µg/m³)	Contribution du projet[2] (%)	Pourcentage de la valeur limite[3] (%)
Substance	Acronyme	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	Concentration initiale (µg/m³)	Concentration initiale Référence		Maximum aux résidences nord-ouest			
Silice cristalline	SiO_2	1 heure	1er maximum	23	6	NCQQA v6	A	1.70E+01	2.30E+01	7.39E+01	100
							B	1.35E+00	7.35E+00	1.84E+01	32
							C	1.35E+00	7.35E+00	1.84E+01	32
		1 an	1er maximum	0.07	0.04	NCQQA v6	A	4.01E-02	8.01E-02	5.01E+01	114
							B	6.70E-03	4.67E-02	1.44E+01	67
							C	6.36E-03	4.64E-02	1.37E+01	66
Thallium	Tl	1 an	1er maximum	0.25	2.47E-03	Golf	A	5.54E-07	2.47E-03	2.24E-02	< 1
							B	7.81E-08	2.47E-03	3.16E-03	< 1
							C	7.37E-08	2.47E-03	2.98E-03	< 1
Titane	Ti	24 heures	1er maximum	2.5	1.45E-02	Golf	A	8.15E-04	1.53E-02	5.33E+00	< 1
							B	7.20E-04	1.52E-02	4.74E+00	< 1
							C	7.20E-04	1.52E-02	4.74E+00	< 1
Vanadium	V	1 an	1er maximum	1	8.92E-04	Golf	A	2.81E-06	8.95E-04	3.14E-01	< 1
							B	2.31E-06	8.95E-04	2.58E-01	< 1
							C	2.31E-06	8.95E-04	2.58E-01	< 1
Zinc	Zn	24 heures	1er maximum	2.5	6.34E-01	Golf	A	6.55E-02	7.00E-01	9.35E+00	28
							B	1.02E-02	6.45E-01	1.58E+00	26
							C	2.58E-03	6.37E-01	4.06E-01	25

[1] La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.
[2] La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.
[3] Le pourcentage de la valeur limite est la concentration totale modélisée divisée par la valeur limite, en pourcentage.

A-5-7 Résultats de la modélisation : scénario d'exploitation – domaine d'application – secteur sud du CMH5

Description de la norme ou du critère							Variante	Concentrations modélisées dans le domaine d'application des normes et critères (µg/m³)						Concentration totale modélisée[1] (µg/m³)	Contribution du projet[2] (%)	Pourcentage de la valeur limite[3] (%)
					Concentration initiale			Maximum par année de l'échantillon météorologique					Maximum			
Substance	Acronyme	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	(µg/m³)	Référence		A1	A2	A3	A4	A5				
Particules totales	PMT	24 heures	1er maximum	120	74.7	08045	A	23	17	19	21	18	23	98	24	82
							B	4	3	4	4	4	4	79	5	66
							C	4	3	4	4	4	4	79	5	66
Particules fines	$PM_{2,5}$	24 heures	1er maximum	30	9.2	WSP	A	10.5	6.8	8.2	9.1	7.9	10.5	19.7	53	66
							B	3.1	2.3	2.4	2.8	2.4	3.1	12.3	25	41
							C	3.1	2.3	2.4	2.8	2.4	3.1	12.3	25	41
Carbone, monoxyde de	CO	1 heure	1er maximum	34000	2650	NCQQA v6	A	685	669	664	639	837	837	3487	24	10
							B et C	589	576	572	550	720	720	3370	21	10
		8 heures	1er maximum	12700	1750	NCQQA v6	A	124	125	111	111	120	125	1875	7	15
							B et C	80	94	72	69	103	103	1853	6	15
Azote, dioxyde d'	NO_2	1 heure	1er maximum	414	25	MELCC	A	322	360	342	345	338	360	385	94	93
							B et C	232	249	241	243	239	249	274	91	66
		24 heures	1er maximum	207	20	MELCC	A	112	72	87	96	84	112	132	85	64
							B et C	50	32	39	43	38	50	70	71	34
		1 an	1er maximum	103	15	MELCC	A	9	7	7	6	8	9	24	37	23
							B et C	4	3	3	3	4	4	19	21	19
Soufre, dioxyde de	SO_2	4 minutes	1er maximum	1310	150	NCQQA v6	A	27	27	26	26	34	34	184	18	14
							B et C	27	27	26	25	33	33	183	18	14
			99.5e percentile	1050	150	NCQQA v6	A	1.2	0.9	1.0	0.8	1.1	1.2	151	< 1	14
							B et C	0.9	0.7	0.8	0.6	1.0	1.0	151	< 1	14
		24 heures	1er maximum	288	50	NCQQA v6	A	0.7	0.7	0.6	0.6	0.9	0.9	50.9	2	18
							B et C	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	0.9	50.9	2	18
		1 an	1er maximum	52	20	NCQQA v6	A	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	20.02	< 1	38
							B et C	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	20.02	< 1	38
Antimoine	Sb	1 an	1er maximum	0.17	2.69E-03	08045	A	4.46E-07	3.65E-07	3.60E-07	3.10E-07	4.25E-07	4.46E-07	2.69E-03	< 1	2
							B	4.67E-08	4.05E-08	3.64E-08	3.61E-08	4.53E-08	4.67E-08	2.69E-03	< 1	2
							C	3.81E-08	3.42E-08	3.21E-08	3.07E-08	3.76E-08	3.81E-08	2.69E-03	< 1	2
Argent	Ag	1 an	1er maximum	0.23	1.95E-03	WSP	A	2.78E-05	2.26E-05	2.24E-05	1.91E-05	2.64E-05	2.78E-05	1.98E-03	1	< 1
							B	1.35E-06	1.07E-06	9.39E-07	9.29E-07	1.23E-06	1.35E-06	1.95E-03	< 1	< 1
							C	7.78E-07	6.52E-07	6.54E-07	5.73E-07	7.14E-07	7.78E-07	1.95E-03	< 1	< 1
Arsenic	As	1 an	1er maximum	0.003	6.96E-02	WSP	A	9.21E-05	7.49E-05	7.41E-05	6.32E-05	8.75E-05	9.21E-05	6.97E-02	< 1	2323
							B	4.46E-06	3.54E-06	3.10E-06	3.07E-06	4.05E-06	4.46E-06	6.96E-02	< 1	2320
							C	2.57E-06	2.15E-06	2.16E-06	1.89E-06	2.35E-06	2.57E-06	6.96E-02	< 1	2320

A-5-7 Résultats de la modélisation : scénario d'exploitation – domaine d'application – secteur sud du CMH5 (suite)

Description de la norme ou du critère							Variante	Concentrations modélisées dans le domaine d'application des normes et critères (µg/m³)						Concentration totale modélisée[1] (µg/m³)	Contribution du projet[2] (%)	Pourcentage de la valeur limite[3] (%)
								Maximum par année de l'échantillon météorologique					Maximum			
Substance	Acronyme	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	Concentration initiale (µg/m³)	Référence		A1	A2	A3	A4	A5				
Baryum	Ba	1 an	1er maximum	0.05	6.01E-02	WSP	A	3.06E-05	2.50E-05	2.47E-05	2.12E-05	2.92E-05	3.06E-05	6.02E-02	< 1	120
							B	2.57E-06	2.18E-06	1.95E-06	1.93E-06	2.46E-06	2.57E-06	6.01E-02	< 1	120
							C	1.96E-06	1.74E-06	1.65E-06	1.56E-06	1.91E-06	1.96E-06	6.01E-02	< 1	120
Béryllium	Be	1 an	1er maximum	0.0004	2.13E-04	WSP	A	1.55E-07	1.29E-07	1.25E-07	1.10E-07	1.49E-07	1.55E-07	2.13E-04	< 1	53
							B	3.40E-08	3.05E-08	2.76E-08	2.74E-08	3.38E-08	3.40E-08	2.13E-04	< 1	53
							C	3.14E-08	2.86E-08	2.63E-08	2.58E-08	3.15E-08	3.15E-08	2.13E-04	< 1	53
Cadmium	Cd	1 an	1er maximum	0.0036	3.49E-03	WSP	A	3.46E-05	2.81E-05	2.78E-05	2.37E-05	3.28E-05	3.46E-05	3.53E-03	< 1	98
							B	1.60E-06	1.26E-06	1.10E-06	1.10E-06	1.45E-06	1.60E-06	3.49E-03	< 1	97
							C	8.89E-07	7.38E-07	7.46E-07	6.47E-07	8.07E-07	8.89E-07	3.49E-03	< 1	97
Chrome (composés de chrome trivalent)	Cr(III)	1 an	1er maximum	0.1	6.08E-03	WSP	A	1.58E-05	1.31E-05	1.28E-05	1.12E-05	1.52E-05	1.58E-05	6.09E-03	< 1	6
							B	2.93E-06	2.62E-06	2.36E-06	2.35E-06	2.91E-06	2.93E-06	6.08E-03	< 1	6
							C	2.65E-06	2.41E-06	2.23E-06	2.17E-06	2.66E-06	2.66E-06	6.08E-03	< 1	6
Cobalt	Co	1 an	1er maximum	0.1	8.18E-04	WSP	A	4.11E-05	3.35E-05	3.31E-05	2.84E-05	3.91E-05	4.11E-05	8.59E-04	5	< 1
							B	2.81E-06	2.34E-06	2.07E-06	2.05E-06	2.64E-06	2.81E-06	8.20E-04	< 1	< 1
							C	1.98E-06	1.73E-06	1.66E-06	1.54E-06	1.90E-06	1.98E-06	8.19E-04	< 1	< 1
Cuivre	Cu	24 heures	1er maximum	2.5	2.56E+00	08045	A	3.67E-02	2.73E-02	2.85E-02	2.97E-02	2.74E-02	3.67E-02	2.60E+00	1	104
							B	2.67E-03	2.62E-03	1.91E-03	1.89E-03	2.14E-03	2.67E-03	2.56E+00	< 1	102
							C	1.37E-03	1.01E-03	1.60E-03	1.86E-03	9.97E-04	1.86E-03	2.56E+00	< 1	102
Manganèse	Mn	1 an	1er maximum	0.025	6.80E-03	WSP	A	1.47E-04	1.23E-04	1.18E-04	1.04E-04	1.41E-04	1.47E-04	6.95E-03	2	28
							B	4.14E-05	3.72E-05	3.40E-05	3.30E-05	4.09E-05	4.14E-05	6.84E-03	< 1	27
							C	3.84E-05	3.50E-05	3.25E-05	3.12E-05	3.82E-05	3.84E-05	6.84E-03	< 1	27
Mercure	Hg	1 an	1er maximum	0.005	0.002	NCQQA v6	A	1.67E-07	1.36E-07	1.34E-07	1.15E-07	1.59E-07	1.67E-07	2.00E-03	< 1	40
							B	9.69E-09	7.90E-09	6.97E-09	6.91E-09	8.98E-09	9.69E-09	2.00E-03	< 1	40
							C	6.29E-09	5.41E-09	5.28E-09	4.79E-09	5.93E-09	6.29E-09	2.00E-03	< 1	40
Nickel	Ni	24 heures	1er maximum	0.014	1.81E-02	WSP	A	2.31E-05	1.87E-05	1.90E-05	1.76E-05	1.80E-05	2.31E-05	1.81E-02	< 1	129
							B	1.17E-05	1.24E-05	1.07E-05	9.47E-06	9.85E-06	1.24E-05	1.81E-02	< 1	129
							C	1.17E-05	1.24E-05	1.07E-05	9.47E-06	9.85E-06	1.24E-05	1.81E-02	< 1	129
Plomb	Pb	1 an	1er maximum	0.1	2.54E-01	WSP	A	1.67E-04	1.36E-04	1.34E-04	1.15E-04	1.59E-04	1.67E-04	2.55E-01	< 1	255
							B	7.99E-06	6.32E-06	5.53E-06	5.48E-06	7.24E-06	7.99E-06	2.54E-01	< 1	254
							C	4.55E-06	3.80E-06	3.82E-06	3.34E-06	4.15E-06	4.55E-06	2.54E-01	< 1	254
Sélénium	Se	1 heure	1er maximum	2	0.15	NCQQA v6	A	7.94E-03	8.27E-03	7.89E-03	7.56E-03	9.95E-03	9.95E-03	1.60E-01	6	8
							B	5.89E-04	3.79E-04	4.06E-04	4.44E-04	5.03E-04	5.89E-04	1.51E-01	< 1	8
							C	5.89E-04	3.79E-04	4.06E-04	4.44E-04	5.03E-04	5.89E-04	1.51E-01	< 1	8

A-5-7 Résultats de la modélisation : scénario d'exploitation – domaine d'application – secteur sud du CMH5 (suite)

Description de la norme ou du critère							Variante	Concentrations modélisées dans le domaine d'application des normes et critères (µg/m³)						Concentration totale modélisée[1] (µg/m³)	Contribution du projet[2] (%)	Pourcentage de la valeur limite[3] (%)
					Concentration initiale			Maximum par année de l'échantillon météorologique					Maximum			
Substance	Acronyme	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	(µg/m³)	Référence		A1	A2	A3	A4	A5				
Silice cristalline	SiO_2	1 heure	1er maximum	23	6	NCQQA v6	A	2.02E+01	2.12E+01	1.97E+01	1.97E+01	2.49E+01	2.49E+01	3.09E+01	81	134
							B	3.31E+00	2.24E+00	2.30E+00	2.52E+00	2.83E+00	3.31E+00	9.31E+00	36	40
							C	3.31E+00	2.24E+00	2.30E+00	2.52E+00	2.83E+00	3.31E+00	9.31E+00	36	40
		1 an	1er maximum	0.07	0.04	NCQQA v6	A	8.28E-02	6.78E-02	6.61E-02	5.68E-02	7.86E-02	8.28E-02	1.23E-01	67	175
							B	1.29E-02	1.09E-02	1.02E-02	9.58E-03	1.21E-02	1.29E-02	5.29E-02	24	76
							C	1.09E-02	9.42E-03	9.19E-03	8.31E-03	1.03E-02	1.09E-02	5.09E-02	21	73
Thallium	Tl	1 an	1er maximum	0.25	2.42E-03	WSP	A	1.30E-06	1.07E-06	1.05E-06	9.04E-07	1.24E-06	1.30E-06	2.43E-03	< 1	< 1
							B	1.32E-07	1.14E-07	1.02E-07	1.01E-07	1.27E-07	1.32E-07	2.43E-03	< 1	< 1
							C	1.06E-07	9.50E-08	8.91E-08	8.51E-08	1.04E-07	1.06E-07	2.43E-03	< 1	< 1
Titane	Ti	24 heures	1er maximum	2.5	6.69E-03	WSP	A	7.19E-04	7.22E-04	6.73E-04	5.52E-04	6.37E-04	7.22E-04	7.41E-03	10	< 1
							B	6.00E-04	6.70E-04	5.55E-04	5.10E-04	5.17E-04	6.70E-04	7.36E-03	9	< 1
							C	6.00E-04	6.70E-04	5.55E-04	5.10E-04	5.17E-04	6.70E-04	7.36E-03	9	< 1
Vanadium	V	1 an	1er maximum	1	1.29E-03	WSP	A	4.20E-06	3.73E-06	3.48E-06	3.31E-06	4.18E-06	4.20E-06	1.29E-03	< 1	< 1
							B	2.97E-06	2.73E-06	2.48E-06	2.46E-06	3.01E-06	3.01E-06	1.29E-03	< 1	< 1
							C	2.94E-06	2.71E-06	2.47E-06	2.45E-06	2.98E-06	2.98E-06	1.29E-03	< 1	< 1
Zinc	Zn	24 heures	1er maximum	2.5	8.22E-01	08045	A	1.55E-01	1.14E-01	1.21E-01	1.26E-01	1.16E-01	1.55E-01	9.77E-01	16	39
							B	1.08E-02	1.02E-02	7.76E-03	7.42E-03	8.91E-03	1.08E-02	8.33E-01	1	33
							C	5.28E-03	3.45E-03	4.37E-03	3.55E-03	4.01E-03	5.28E-03	8.27E-01	< 1	33

[1] La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.
[2] La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.
[3] Le pourcentage de la valeur limite est la concentration totale modélisée divisée par la valeur limite, en pourcentage.

A-5-8 Résultats de la modélisation : scénario d'exploitation – récepteurs sensibles – secteur sud du CMH5

Description de la norme ou du critère							Variante	Concentrations modélisées aux récepteurs sensibles (µg/m³)					Concentration totale modélisée[1] (µg/m³)	Contribution du projet[2] (%)	Pourcentage de la valeur limite[3] (%)
					Concentration initiale			Maximum par catégorie				Maximum			
Substance	Acronyme	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	(µg/m³)	Référence		Établissement d'enseignement	Établissement de soin	Résidences sud	Résidences sud-ouest				
Particules totales	PMT	24 heures	1er maximum	120	74.7	08045	A	10	13	16	4	16	91	18	76
							B	2	2	3	2	3	78	4	65
							C	2	2	3	2	3	78	4	65
Particules fines	$PM_{2,5}$	24 heures	1er maximum	30	9.2	WSP	A	4.6	6.1	7.1	1.7	7.1	16.3	44	54
							B	1.3	1.8	2.3	1.1	2.3	11.5	20	38
							C	1.3	1.8	2.3	1.1	2.3	11.5	20	38
Carbone, monoxyde de	CO	1 heure	1er maximum	34000	2650	NCQQA v6	A	424	610	751	146	751	3401	22	10
							B et C	365	524	646	54	646	3296	20	10
		8 heures	1er maximum	12700	1750	NCQQA v6	A	75	104	124	21	124	1874	7	15
							B et C	59	80	94	9	94	1844	5	15
Azote, dioxyde d'	NO_2	1 heure	1er maximum	414	25	MELCC	A	249	276	303	228	303	328	92	79
							B et C	197	211	223	152	223	248	90	60
		24 heures	1er maximum	207	20	MELCC	A	49	65	76	18	76	96	79	47
							B et C	22	29	34	8	34	54	63	26
		1 an	1er maximum	103	15	MELCC	A	1.5	2.7	4.5	0.7	4.5	19.5	23	19
							B et C	0.7	1.3	2.1	0.4	2.1	17.1	12	17
Soufre, dioxyde de	SO_2	4 minutes	1er maximum	1310	150	NCQQA v6	A	17	25	30	1	30	180	17	14
							B et C	17	24	30	1	30	180	17	14
			99.5e percentile	1050	150	NCQQA v6	A	0.2	0.4	0.7	0.1	0.7	150.7	< 1	14
							B et C	0.2	0.3	0.5	0.1	0.5	150.5	< 1	14
		24 heures	1er maximum	288	50	NCQQA v6	A	0.43	0.64	0.79	0.03	0.79	50.79	2	18
							B et C	0.42	0.64	0.78	0.03	0.78	50.78	2	18
		1 an	1er maximum	52	20	NCQQA v6	A	0.004	0.007	0.010	0.001	0.010	20.010	< 1	38
							B et C	0.004	0.006	0.008	0.001	0.008	20.008	< 1	38
Antimoine	Sb	1 an	1er maximum	0.17	2.69E-03	08045	A	7.01E-08	1.32E-07	2.16E-07	3.60E-08	2.16E-07	2.69E-03	< 1	2
							B	8.33E-09	1.38E-08	2.31E-08	8.17E-09	2.31E-08	2.69E-03	< 1	2
							C	7.40E-09	1.27E-08	2.16E-08	7.65E-09	2.16E-08	2.69E-03	< 1	2
Argent	Ag	1 an	1er maximum	0.23	1.95E-03	WSP	A	4.37E-06	8.16E-06	1.35E-05	1.97E-06	1.35E-05	1.97E-03	< 1	< 1
							B	1.74E-07	3.47E-07	5.25E-07	1.48E-07	5.25E-07	1.95E-03	< 1	< 1
							C	1.28E-07	2.29E-07	3.08E-07	9.09E-08	3.08E-07	1.95E-03	< 1	< 1
Arsenic	As	1 an	1er maximum	0.003	6.96E-02	WSP	A	1.45E-05	2.70E-05	4.47E-05	6.54E-06	4.47E-05	6.96E-02	< 1	2322
							B	5.75E-07	1.15E-06	1.73E-06	4.87E-07	1.73E-06	6.96E-02	< 1	2320
							C	4.22E-07	7.55E-07	1.02E-06	2.99E-07	1.02E-06	6.96E-02	< 1	2320

A-5-8 Résultats de la modélisation : scénario d'exploitation – récepteurs sensibles – secteur sud du CMH5 (suite)

Description de la norme ou du critère							Variante	Concentrations modélisées aux récepteurs sensibles (µg/m³)					Concentration totale modélisée[1] (µg/m³)	Contribution du projet[2] (%)	Pourcentage de la valeur limite[3] (%)
					Concentration initiale			Maximum par catégorie				Maximum			
Substance	Acronyme	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	(µg/m³)	Référence		Établissement d'enseignement	Établissement de soin	Résidences sud	Résidences sud-ouest				
Baryum	Ba	1 an	1er maximum	0.05	6.01E-02	WSP	A	4.81E-06	9.05E-06	1.49E-05	2.36E-06	1.49E-05	6.01E-02	< 1	120
							B	4.28E-07	7.36E-07	1.14E-06	4.15E-07	1.14E-06	6.01E-02	< 1	120
							C	3.67E-07	6.40E-07	1.04E-06	3.66E-07	1.04E-06	6.01E-02	< 1	120
Béryllium	Be	1 an	1er maximum	0.0004	2.13E-04	WSP	A	2.44E-08	4.69E-08	7.50E-08	1.56E-08	7.50E-08	2.13E-04	< 1	53
							B	6.85E-09	1.10E-08	2.05E-08	7.16E-09	2.05E-08	2.13E-04	< 1	53
							C	6.57E-09	1.07E-08	2.00E-08	7.01E-09	2.00E-08	2.13E-04	< 1	53
Cadmium	Cd	1 an	1er maximum	0.0036	3.49E-03	WSP	A	5.42E-06	1.01E-05	1.68E-05	2.44E-06	1.68E-05	3.51E-03	< 1	97
							B	2.05E-07	4.06E-07	6.14E-07	1.66E-07	6.14E-07	3.49E-03	< 1	97
							C	1.46E-07	2.57E-07	3.45E-07	9.41E-08	3.45E-07	3.49E-03	< 1	97
Chrome (composés de chrome trivalent)	Cr(III)	1 an	1er maximum	0.1	6.08E-03	WSP	A	2.50E-06	4.77E-06	7.69E-06	1.50E-06	7.69E-06	6.08E-03	< 1	6
							B	5.80E-07	9.36E-07	1.71E-06	6.00E-07	1.71E-06	6.08E-03	< 1	6
							C	5.50E-07	9.05E-07	1.67E-06	5.84E-07	1.67E-06	6.08E-03	< 1	6
Cobalt	Co	1 an	1er maximum	0.1	8.18E-04	WSP	A	6.46E-06	1.21E-05	2.00E-05	3.06E-06	2.00E-05	8.37E-04	2	< 1
							B	4.31E-07	7.78E-07	1.17E-06	4.07E-07	1.17E-06	8.19E-04	< 1	< 1
							C	3.54E-07	6.29E-07	9.41E-07	3.33E-07	9.41E-07	8.18E-04	< 1	< 1
Cuivre	Cu	24 heures	1er maximum	2.5	2.56E+00	08045	A	1.43E-02	2.18E-02	2.66E-02	5.15E-03	2.66E-02	2.59E+00	1	103
							B	1.14E-03	1.51E-03	1.86E-03	1.47E-03	1.86E-03	2.56E+00	< 1	102
							C	1.14E-03	1.51E-03	1.86E-03	1.47E-03	1.86E-03	2.56E+00	< 1	102
Manganèse	Mn	1 an	1er maximum	0.025	6.80E-03	WSP	A	2.58E-05	4.71E-05	7.35E-05	1.62E-05	7.35E-05	6.87E-03	1	27
							B	9.58E-06	1.47E-05	2.42E-05	9.75E-06	2.42E-05	6.83E-03	< 1	27
							C	9.24E-06	1.44E-05	2.37E-05	9.47E-06	2.37E-05	6.82E-03	< 1	27
Mercure	Hg	1 an	1er maximum	0.005	0.002	NCQQA v6	A	2.62E-08	4.90E-08	8.10E-08	1.21E-08	8.10E-08	2.00E-03	< 1	40
							B	1.37E-09	2.60E-09	3.92E-09	1.25E-09	3.92E-09	2.00E-03	< 1	40
							C	1.06E-09	1.94E-09	2.64E-09	9.35E-10	2.64E-09	2.00E-03	< 1	40
Nickel	Ni	24 heures	1er maximum	0.014	1.81E-02	WSP	A	8.39E-06	1.28E-05	1.66E-05	6.93E-06	1.66E-05	1.81E-02	< 1	129
							B	4.57E-06	6.32E-06	1.21E-05	6.41E-06	1.21E-05	1.81E-02	< 1	129
							C	4.57E-06	6.32E-06	1.21E-05	6.41E-06	1.21E-05	1.81E-02	< 1	129
Plomb	Pb	1 an	1er maximum	0.1	2.54E-01	WSP	A	2.62E-05	4.90E-05	8.11E-05	1.18E-05	8.11E-05	2.55E-01	< 1	255
							B	1.03E-06	2.04E-06	3.09E-06	8.59E-07	3.09E-06	2.54E-01	< 1	254
							C	7.48E-07	1.33E-06	1.79E-06	5.15E-07	1.79E-06	2.54E-01	< 1	254
Sélénium	Se	1 heure	1er maximum	2	0.15	NCQQA v6	A	4.93E-03	7.17E-03	8.83E-03	1.32E-03	8.83E-03	1.59E-01	6	8
							B	9.04E-05	1.02E-04	2.06E-04	1.04E-04	2.06E-04	1.50E-01	< 1	8
							C	9.04E-05	1.02E-04	1.23E-04	6.69E-05	1.23E-04	1.50E-01	< 1	8

A-5-8 Résultats de la modélisation : scénario d'exploitation – récepteurs sensibles – secteur sud du CMH5 (suite)

Description de la norme ou du critère							Variante	Concentrations modélisées aux récepteurs sensibles (µg/m³)					Concentration totale modélisée[1] (µg/m³)	Contribution du projet[2] (%)	Pourcentage de la valeur limite[3] (%)
					Concentration initiale			Maximum par catégorie				Maximum			
Substance	Acronyme	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	(µg/m³)	Référence		Établissement d'enseignement	Établissement de soin	Résidences sud	Résidences sud-ouest				
Silice cristalline	SiO_2	1 heure	1er maximum	23	6	NCQQA v6	A	1.45E+01	1.92E+01	2.30E+01	5.93E+00	2.30E+01	2.90E+01	79	126
							B	6.16E-01	6.88E-01	1.05E+00	6.83E-01	1.05E+00	7.05E+00	15	31
							C	6.16E-01	6.88E-01	1.05E+00	6.83E-01	1.05E+00	7.05E+00	15	31
		1 an	1er maximum	0.07	0.04	NCQQA v6	A	1.39E-02	2.50E-02	4.09E-02	6.22E-03	4.09E-02	8.09E-02	51	116
							B	2.22E-03	3.78E-03	5.48E-03	2.01E-03	5.48E-03	4.55E-02	12	65
							C	2.03E-03	3.53E-03	4.76E-03	1.80E-03	4.76E-03	4.48E-02	11	64
Thallium	Tl	1 an	1er maximum	0.25	2.42E-03	WSP	A	2.05E-07	3.86E-07	6.32E-07	1.04E-07	6.32E-07	2.43E-03	< 1	< 1
							B	2.32E-08	3.86E-08	6.40E-08	2.28E-08	6.40E-08	2.42E-03	< 1	< 1
							C	2.05E-08	3.52E-08	5.98E-08	2.10E-08	5.98E-08	2.42E-03	< 1	< 1
Titane	Ti	24 heures	1er maximum	2.5	6.69E-03	WSP	A	2.59E-04	4.02E-04	7.11E-04	3.53E-04	7.11E-04	7.40E-03	10	< 1
							B	2.44E-04	3.37E-04	6.58E-04	3.46E-04	6.58E-04	7.35E-03	9	< 1
							C	2.44E-04	3.37E-04	6.58E-04	3.46E-04	6.58E-04	7.35E-03	9	< 1
Vanadium	V	1 an	1er maximum	1	1.29E-03	WSP	A	7.18E-07	1.39E-06	2.31E-06	7.81E-07	2.31E-06	1.29E-03	< 1	< 1
							B	6.43E-07	1.03E-06	1.99E-06	6.95E-07	1.99E-06	1.29E-03	< 1	< 1
							C	6.40E-07	1.02E-06	1.99E-06	6.93E-07	1.99E-06	1.29E-03	< 1	< 1
Zinc	Zn	24 heures	1er maximum	2.5	8.22E-01	08045	A	5.97E-02	9.09E-02	1.11E-01	2.11E-02	1.11E-01	9.33E-01	12	37
							B	3.02E-03	3.28E-03	6.07E-03	4.19E-03	6.07E-03	8.28E-01	< 1	33
							C	1.33E-03	1.67E-03	2.06E-03	7.91E-04	2.06E-03	8.24E-01	< 1	33

[1] La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.
[2] La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.
[3] Le pourcentage de la valeur limite est la concentration totale modélisée divisée par la valeur limite, en pourcentage.

A-5-9 Résultats de la modélisation : scénario de construction – domaine d'application – site des IGRM

Description de la norme ou du critère					Concentrations modélisées dans le domaine d'application des normes et critères (µg/m³)										
Substance	Acronyme	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	Concentration initiale		Maximum par année de l'échantillon météorologique					Maximum	Concentration totale modélisée[1] (µg/m³)	Contribution du projet[2] (%)	Pourcentage de la valeur limite[3] (%)
					(µg/m³)	Référence	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5				
Particules totales	PMT	24 heures	1er maximum	120	40	PN	153	174	163	155	196	196	236	83	197
					28.3	Saguenay							224	87	187
Particules fines	$PM_{2,5}$	24 heures	1er maximum	30	15	PN	12.1	16.0	15.1	16.6	17.6	17.6	32.6	54	109
					9.4	Saguenay							27.0	65	90
Carbone, monoxyde de	CO	1 heure	1er maximum	34000	600	PN	286	506	84	596	310	596	1196	50	4
		8 heures	1er maximum	12700	400	PN	37	69	18	79	48	79	479	17	4
Azote, dioxyde d'	NO_2	1 heure	1er maximum	414	50	PN	133	148	145	150	148	150	200	75	48
		24 heures	1er maximum	207	30	PN	15	20	14	15	23	23	53	43	25
		1 an	1er maximum	103	10	PN	1	1	1	1	1	1	11	12	11
Soufre, dioxyde de	SO_2	4 minutes	1er maximum	1310	40	PN	13	24	4	28	15	28	68	41	5
		4 minutes	99.5e percentile	1050	40	PN	0.8	0.7	0.9	0.3	0.8	0.9	41	2	4
		24 heures	1er maximum	288	10	PN	0.3	0.5	0.1	0.6	0.3	0.6	11	6	4
		1 an	1er maximum	52	2	PN	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	2.0	< 1	4

[1] La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.
[2] La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.
[3] Le pourcentage de la valeur limite est la concentration totale modélisée divisée par la valeur limite, en pourcentage.

A-5-10 Résultats de la modélisation : scénario de construction – récepteurs sensibles – site des IGRM

Description de la norme ou du critère					Concentrations modélisées aux récepteurs sensibles (µg/m³)										
Substance	Acronyme	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	Concentration initiale		Maximum par catégorie					Maximum	Concentration totale modélisée[1] (µg/m³)	Contribution du projet[2] (%)	Pourcentage de la valeur limite[3] (%)
					(µg/m³)	Référence	Résidences chemin Jason	Résidences rue Saguenay	Fins de villégiature	Fins d'abri sommaire en forêt	Belvédère				
Particules totales	PMT	24 heures	1er maximum	120	40	PN	98	32	12	68	26	98	138	71	115
					28.3	Saguenay							126	78	105
Particules fines	$PM_{2,5}$	24 heures	1er maximum	30	15	PN	8.3	3.7	1.6	6.7	2.7	8.3	23.3	36	78
					9.4	Saguenay							17.8	47	59
Carbone, monoxyde de	CO	1 heure	1er maximum	34000	600	PN	170	108	14	74	35	170	770	22	2
		8 heures	1er maximum	12700	400	PN	26	15	3	14	6	26	426	6	3
Azote, dioxyde d'	NO_2	1 heure	1er maximum	414	50	PN	41	30	7	87	22	87	137	64	33
		24 heures	1er maximum	207	30	PN	5	3	1	9	3	9	39	23	19
		1 an	1er maximum	103	10	PN	0.2	0.1	0.03	0.4	0.3	0.4	10	3	10
Soufre, dioxyde de	SO_2	4 minutes	1er maximum	1310	40	PN	8	5	0.6	3	2	8	48	16	4
		4 minutes	99.5e percentile	1050	40	PN	0.06	0.04	0.01	0.05	0.24	0.24	40	< 1	4
		24 heures	1er maximum	288	10	PN	0.18	0.12	0.02	0.07	0.04	0.18	10	2	4
		1 an	1er maximum	52	2	PN	0.001	0.001	0.0001	0.001	0.002	0.002	2.0	< 1	4

[1] La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.
[2] La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.
[3] Le pourcentage de la valeur limite est la concentration totale modélisée divisée par la valeur limite, en pourcentage.

A-5-11 Résultats de la modélisation : scénario d'érosion éolienne – domaine d'application – site des IGRM

Description de la norme ou du critère					Concentrations modélisées dans le domaine d'application des normes et critères (µg/m³)										
Substance	Acronyme	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	Concentration initiale		Maximum par année de l'échantillon météorologique					Maximum	Concentration totale modélisée[1] (µg/m³)	Contribution du projet[2] (%)	Pourcentage de la valeur limite[3] (%)
					(µg/m³)	Référence	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5				
Particules totales	PMT	24 heures	1er maximum	120	40	PN	59	38	32	36	72	72	112	64	93
					28.3	Saguenay							100	72	83
Particules fines	$PM_{2,5}$	24 heures	1er maximum	30	15	PN	7.1	4.6	3.6	3.9	7.4	7.4	22.4	33	75
					9.4	Saguenay							16.8	44	56
Antimoine	Sb	1 an	1er maximum	0.17	0.001	PN	2.29E-06	1.35E-06	1.64E-06	8.00E-07	1.99E-06	2.29E-06	1.00E-03	< 1	< 1
Argent	Ag	1 an	1er maximum	0.23	0.005	PN	3.99E-06	2.17E-06	2.95E-06	1.43E-06	3.38E-06	3.99E-06	5.00E-03	< 1	2
Arsenic	As	1 an	1er maximum	0.003	0.0023	Jason	9.66E-05	5.30E-05	7.17E-05	3.47E-05	8.24E-05	9.66E-05	2.38E-03	4	79
Baryum	Ba	1 an	1er maximum	0.05	0.02	PN	1.96E-04	1.30E-04	1.60E-04	7.19E-05	1.97E-04	1.97E-04	2.02E-02	< 1	40
Béryllium	Be	1 an	1er maximum	0.0004	0.00017	Saguenay	2.55E-06	1.80E-06	2.11E-06	8.89E-07	2.63E-06	2.63E-06	1.71E-04	2	43
Cadmium	Cd	1 an	1er maximum	0.0036	0.0005	PN	2.36E-06	1.23E-06	1.72E-06	8.34E-07	1.96E-06	2.36E-06	5.02E-04	< 1	14
Chrome (composés de chrome trivalent)	Cr(III)	1 an	1er maximum	0.1	0.015	Jason	5.55E-04	3.85E-04	4.58E-04	1.95E-04	5.62E-04	5.62E-04	1.55E-02	4	15
Cobalt	Co	1 an	1er maximum	0.1	0.00020	Jason	4.00E-05	2.18E-05	2.96E-05	1.43E-05	3.40E-05	4.00E-05	2.35E-04	17	< 1
Cuivre	Cu	24 heures	1er maximum	2.5	0.54	Jason	1.50E-02	1.12E-02	6.80E-03	1.08E-02	2.17E-02	2.17E-02	5.57E-01	4	22
Manganèse	Mn	1 an	1er maximum	0.025	0.005	PN	4.11E-04	2.73E-04	3.39E-04	1.62E-04	4.11E-04	4.11E-04	5.41E-03	8	22
Mercure	Hg	1 an	1er maximum	0.005	0.002	PN	3.35E-08	1.81E-08	2.47E-08	1.20E-08	2.84E-08	3.35E-08	2.00E-03	< 1	40
Nickel	Ni	24 heures	1er maximum	0.014	0.0022	Jason	2.38E-03	1.53E-03	1.24E-03	1.25E-03	2.43E-03	2.43E-03	4.68E-03	52	33
Plomb	Pb	1 an	1er maximum	0.1	0.009	Jason	1.27E-04	6.70E-05	9.17E-05	4.47E-05	1.05E-04	1.27E-04	9.19E-03	1	9
Sélénium	Se	1 heure	1er maximum	2	0.15	NCQQA v6	1.08E-02	1.27E-02	1.24E-02	1.24E-02	1.26E-02	1.27E-02	1.63E-01	8	8
Silice cristalline	SiO_2	1 heure	1er maximum	23	6	NCQQA v6	54.5	59.1	53.8	55.3	57.6	59.1	65.1	91	283
			99.9e percentile				31.7	25.2	36.6	45.1	46.3	46.3	52.3	89	227
			99e percentile				12.4	9.4	10.4	0.0	11.1	12.4	18.4	67	80
		1 an	1er maximum	0.07	0.04	NCQQA v6	0.097	0.065	0.081	0.038	0.101	0.101	0.141	72	201
Thallium	Tl	1 an	1er maximum	0.25	0.005	PN	3.71E-06	2.48E-06	3.03E-06	1.35E-06	3.70E-06	3.71E-06	5.00E-03	< 1	2
Titane	Ti	24 heures	1er maximum	2.5	0.009	Jason	7.89E-06	5.13E-06	4.21E-06	4.28E-06	7.14E-06	7.89E-06	8.98E-03	< 1	< 1
Vanadium	V	1 an	1er maximum	1	0.01	PN	4.31E-05	2.89E-05	3.52E-05	1.56E-05	4.27E-05	4.31E-05	1.00E-02	< 1	1
Zinc	Zn	24 heures	1er maximum	2.5	0.1	PN	3.35E-02	2.50E-02	1.54E-02	2.44E-02	4.89E-02	4.89E-02	1.49E-01	33	6

[1] La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.
[2] La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.
[3] Le pourcentage de la valeur limite est la concentration totale modélisée divisée par la valeur limite, en pourcentage.

A-5-12 Résultats de la modélisation : scénario d'érosion éolienne – récepteurs sensibles – site des IGRM

Description de la norme ou du critère					Concentrations modélisées aux récepteurs sensibles (µg/m³)										
					Concentration initiale		Maximum par catégorie								
Substance	Acronyme	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	(µg/m³)	Référence	Résidences chemin Jason	Résidences rue Saguenay	Fins de villégiature	Fins d'abri sommaire en forêt	Belvédère	Maximum	Concentration totale modélisée[1] (µg/m³)	Contribution du projet[2] (%)	Pourcentage de la valeur limite[3] (%)
Particules totales	PMT	24 heures	1er maximum	120	40	PN	22	13	5	28	26	28	68	41	56
					28.3	Saguenay							56	50	47
Particules fines	$PM_{2,5}$	24 heures	1er maximum	30	15	PN	2.7	1.6	0.7	3.1	2.5	3.1	18.1	17	60
					9.4	Saguenay							12.5	25	42
Antimoine	Sb	1 an	1er maximum	0.17	0.001	PN	4.57E-07	3.38E-07	3.73E-08	5.26E-07	1.00E-06	1.00E-06	1.00E-03	< 1	< 1
Argent	Ag	1 an	1er maximum	0.23	0.005	PN	2.24E-07	2.36E-07	3.29E-08	6.86E-07	6.51E-07	6.86E-07	5.00E-03	< 1	2
Arsenic	As	1 an	1er maximum	0.003	0.0023	Jason	4.10E-06	5.04E-06	7.62E-07	1.60E-05	1.29E-05	1.60E-05	2.29E-03	< 1	76
Baryum	Ba	1 an	1er maximum	0.05	0.02	PN	5.77E-05	3.89E-05	3.93E-06	4.23E-05	1.17E-04	1.17E-04	2.01E-02	< 1	40
Béryllium	Be	1 an	1er maximum	0.0004	0.00017	Saguenay	6.86E-07	4.87E-07	5.19E-08	6.59E-07	1.45E-06	1.45E-06	1.70E-04	< 1	42
Cadmium	Cd	1 an	1er maximum	0.0036	0.0005	PN	2.83E-07	2.30E-07	2.72E-08	4.66E-07	6.74E-07	6.74E-07	5.01E-04	< 1	14
Chrome (composés de chrome trivalent)	Cr(III)	1 an	1er maximum	0.1	0.015	Jason	1.52E-04	1.07E-04	1.13E-05	1.39E-04	3.19E-04	3.19E-04	1.52E-02	2	15
Cobalt	Co	1 an	1er maximum	0.1	0.00020	Jason	2.15E-06	2.32E-06	3.28E-07	6.85E-06	6.34E-06	6.85E-06	2.02E-04	3	< 1
Cuivre	Cu	24 heures	1er maximum	2.5	0.54	Jason	3.18E-03	1.91E-03	7.37E-04	5.38E-03	3.15E-03	5.38E-03	5.41E-01	< 1	22
Manganèse	Mn	1 an	1er maximum	0.025	0.005	PN	1.25E-04	8.56E-05	9.08E-06	8.92E-05	2.34E-04	2.34E-04	5.23E-03	4	21
Mercure	Hg	1 an	1er maximum	0.005	0.002	PN	2.08E-09	2.07E-09	2.82E-10	5.85E-09	5.85E-09	5.85E-09	2.00E-03	< 1	40
Nickel	Ni	24 heures	1er maximum	0.014	0.0022	Jason	9.07E-04	5.20E-04	2.01E-04	1.11E-03	1.00E-03	1.11E-03	3.36E-03	33	24
Plomb	Pb	1 an	1er maximum	0.1	0.009	Jason	2.09E-05	1.59E-05	1.80E-06	2.74E-05	4.71E-05	4.71E-05	9.11E-03	< 1	9
Sélénium	Se	1 heure	1er maximum	2	0.15	NCQQA v6	1.26E-03	9.69E-04	6.56E-04	4.44E-03	2.11E-03	4.44E-03	1.54E-01	3	8
Silice cristalline	SiO_2	1 heure	1er maximum	23	6	NCQQA v6	14.9	15.6	7.7	25.5	17.6	25.5	31.5	81	137
			99.9e percentile				12.4	8.8	1.4	17.1	13.9	17.1	23.1	74	100
			99e percentile				3.4	2.0	0.0	2.1	6.3	6.3	12.3	51	54
		1 an	1er maximum	0.07	0.04	NCQQA v6	0.031	0.021	0.002	0.020	0.054	0.054	0.094	58	135
Thallium	Tl	1 an	1er maximum	0.25	0.005	PN	1.08E-06	7.33E-07	7.46E-08	8.23E-07	2.20E-06	2.20E-06	5.00E-03	< 1	2
Titane	Ti	24 heures	1er maximum	2.5	0.009	Jason	2.96E-06	1.67E-06	6.38E-07	3.27E-06	3.39E-06	3.39E-06	8.98E-03	< 1	< 1
Vanadium	V	1 an	1er maximum	1	0.01	PN	1.24E-05	8.48E-06	8.67E-07	9.72E-06	2.54E-05	2.54E-05	1.00E-02	< 1	1
Zinc	Zn	24 heures	1er maximum	2.5	0.1	PN	8.19E-03	4.85E-03	1.86E-03	1.30E-02	8.46E-03	1.30E-02	1.13E-01	12	5

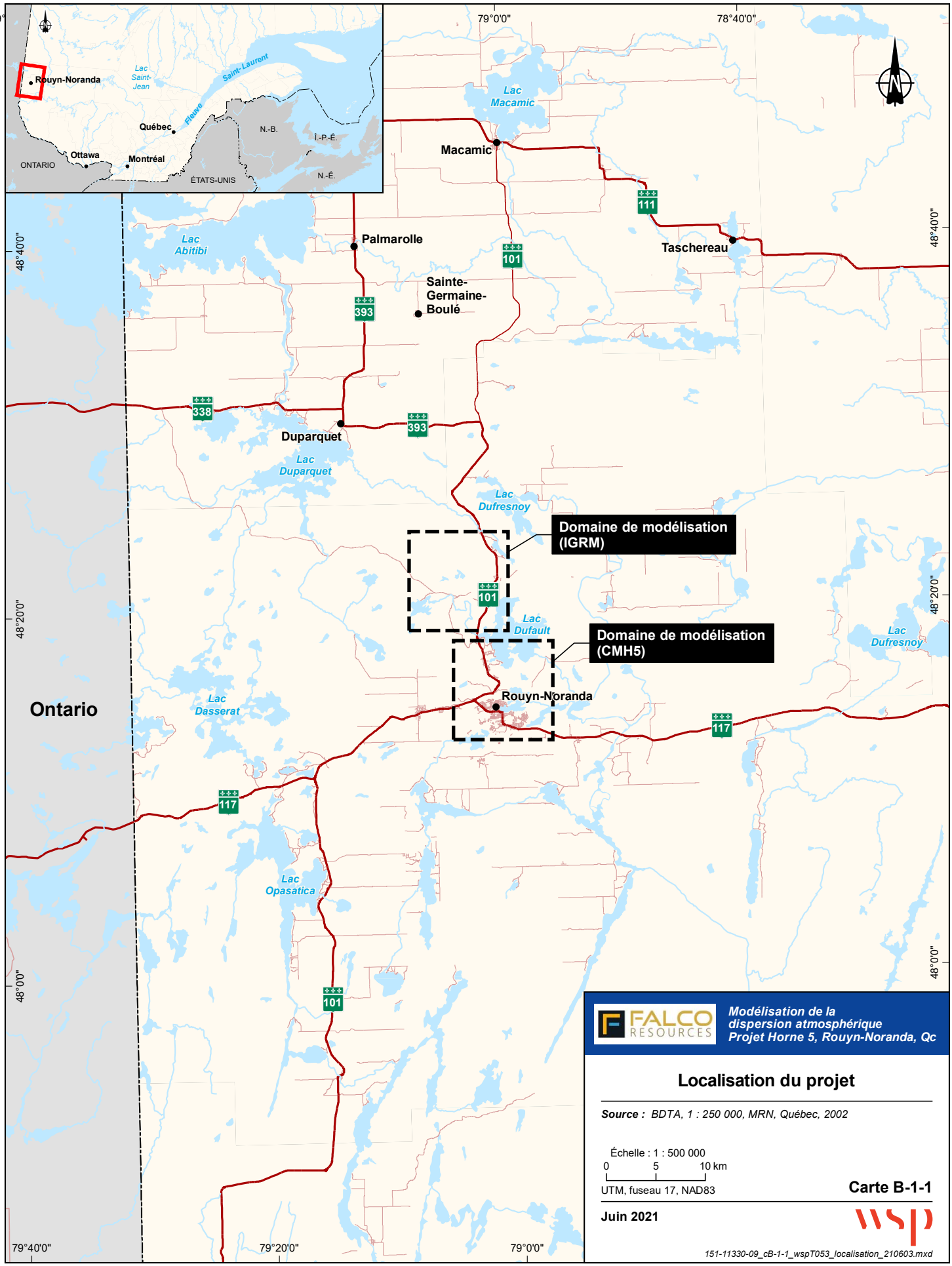
[1] La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.
[2] La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.
[3] Le pourcentage de la valeur limite est la concentration totale modélisée divisée par la valeur limite, en pourcentage.

ANNEXE

B CARTES

ANNEXE

B-1 *CARTES GÉNÉRALES*



FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Localisation du projet

Source : *BDTA, 1 : 250 000, MRN, Québec, 2002*

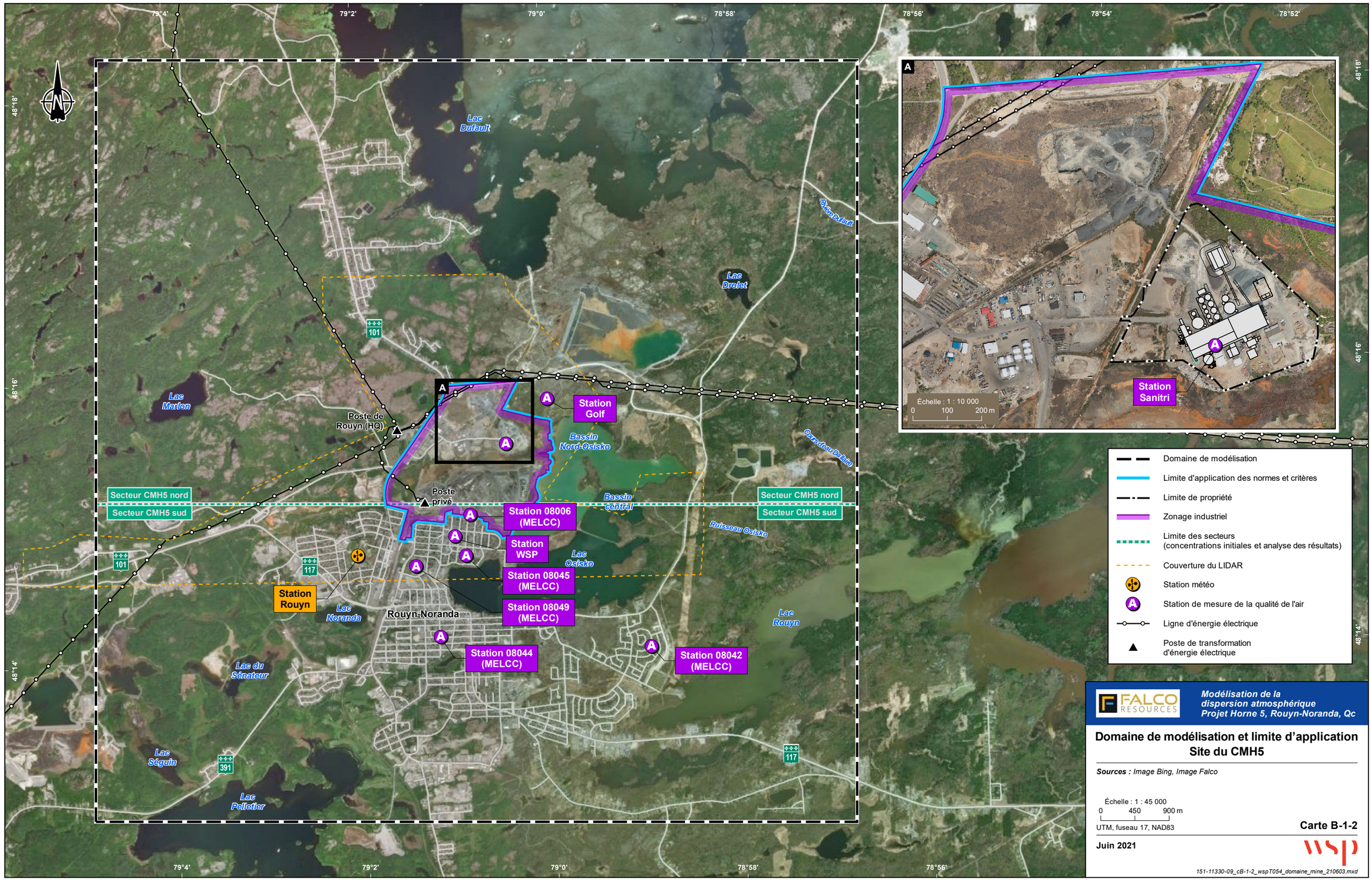
Échelle : 1 : 500 000
0 5 10 km
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-1-1

Juin 2021

wsp

151-11330-09_cB-1-1_wspT053_localisation_210603.mxd



FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Domaine de modélisation et limite d'application
Site du CMH5

Sources : *Image Bing, Image Falco*

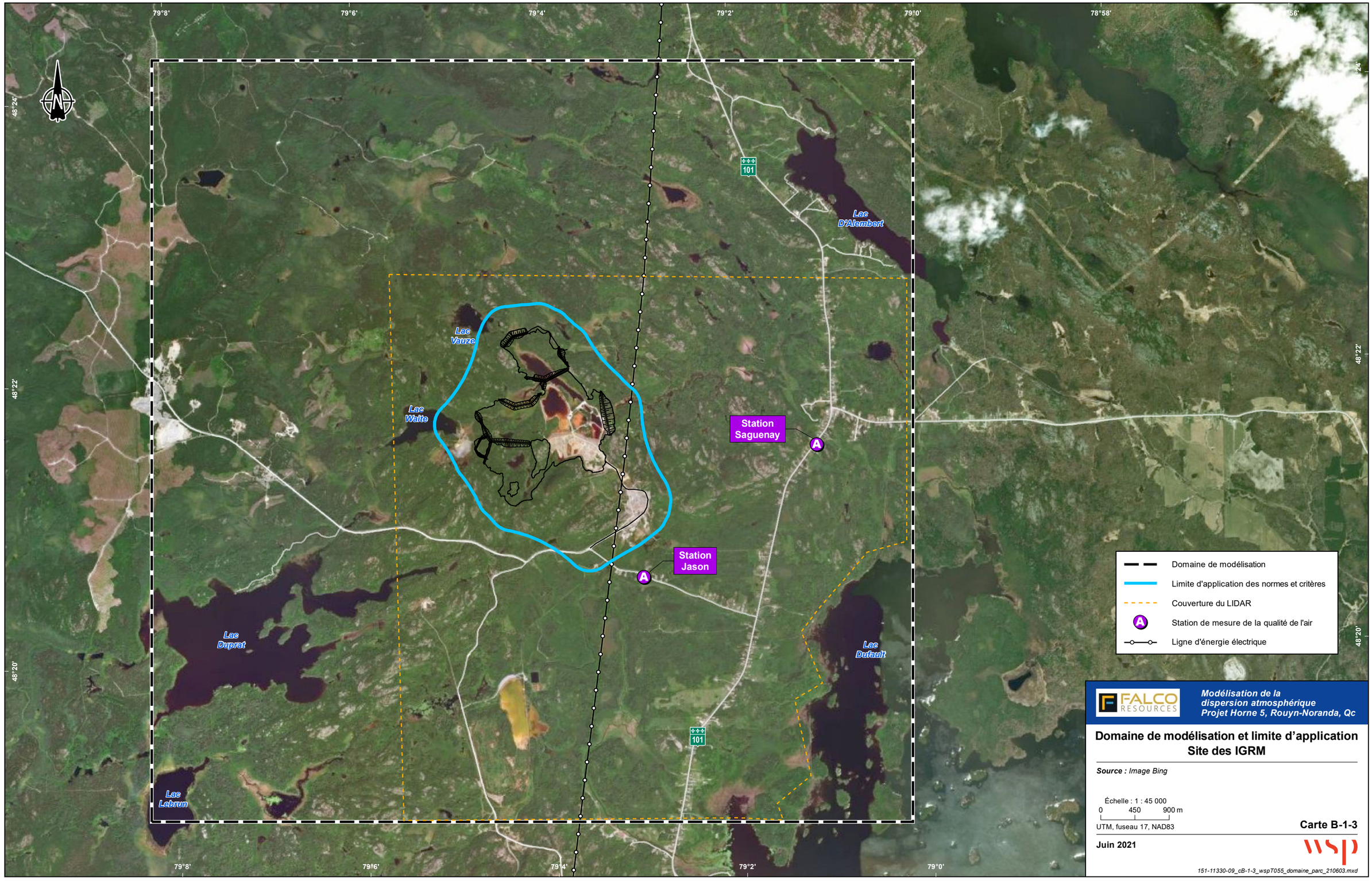
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-1-2

Juin 2021

wsp

151-11330-09_cB-1-2_wspT054_domaine_mine_210603.mxd



FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Domaine de modélisation et limite d'application
Site des IGRM

Source : *Image Bing*

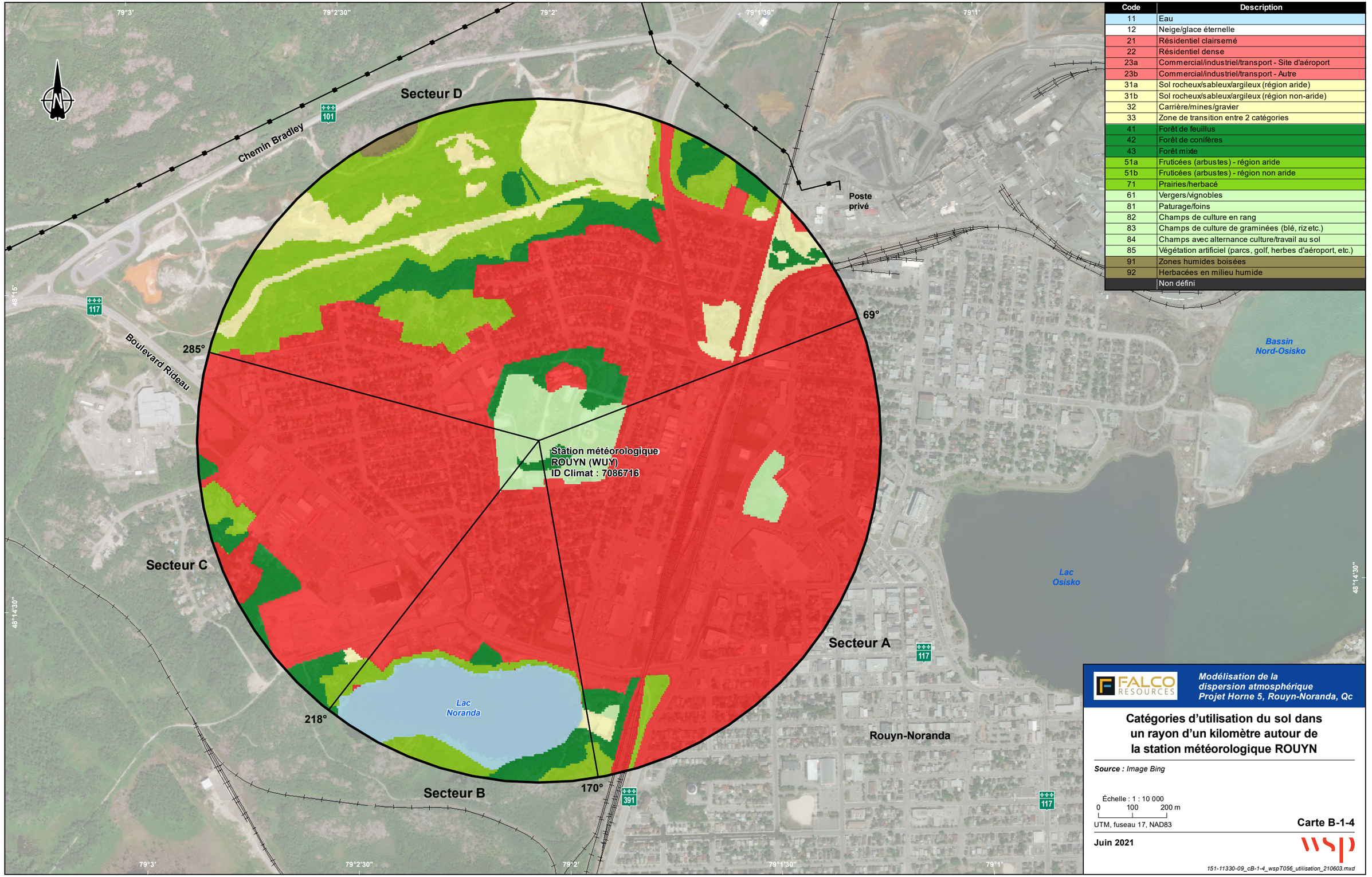
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-1-3

Juin 2021

wsp

151-11330-09_cB-1-3_wspT055_domaine_parc_210603.mxd



Code	Description
11	Eau
12	Neige/glace éternelle
21	Résidentiel clairsemé
22	Résidentiel dense
23a	Commercial/industriel/transport - Site d'aéroport
23b	Commercial/industriel/transport - Autre
31a	Sol rocheux/sableux/argileux (région aride)
31b	Sol rocheux/sableux/argileux (région non-aride)
32	Carrière/mines/gravier
33	Zone de transition entre 2 catégories
41	Forêt de feuillus
42	Forêt de conifères
43	Forêt mixte
51a	Fruticées (arbustes) - région aride
51b	Fruticées (arbustes) - région non aride
71	Prairies/herbacé
61	Vergers/vignobles
81	Paturage/foins
82	Champs de culture en rang
83	Champs de culture de graminées (blé, riz etc.)
84	Champs avec alternance culture/travail au sol
85	Végétation artificiel (parcs, golf, herbes d'aéroport, etc.)
91	Zones humides boisées
92	Herbacées en milieu humide
	Non défini

FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Catégories d'utilisation du sol dans un rayon d'un kilomètre autour de la station météorologique ROUYN

Source : *Image Bing*

Échelle : 1 : 10 000
0 100 200 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-1-4

Juin 2021

wsp

151-11330-09_cB-1-4_wspT056_utilisation_210603.mxd

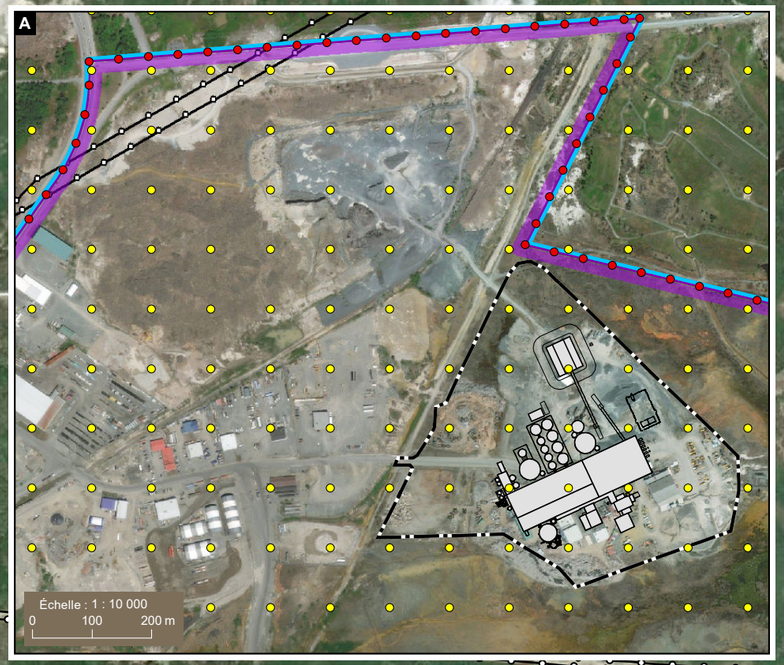
79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'

Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Bassin Nord-Osisko
Cours d'eau Dallaire
Poste privé
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Lac Rouyn
Rouyn-Noranda
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier

101
117
391

A

Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud



- Grille de récepteurs
- Récepteur sur la limite d'application des normes et critères
- Domaine de modélisation
- Limite d'application des normes et critères
- Limite de propriété
- Zonage industriel
- Limite des secteurs (concentrations initiales et analyse des résultats)
- Ligne d'énergie électrique
- Poste de transformation d'énergie électrique

FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Grille de récepteurs
Site du CMH5

Sources : *Image Bing, Image Falco*

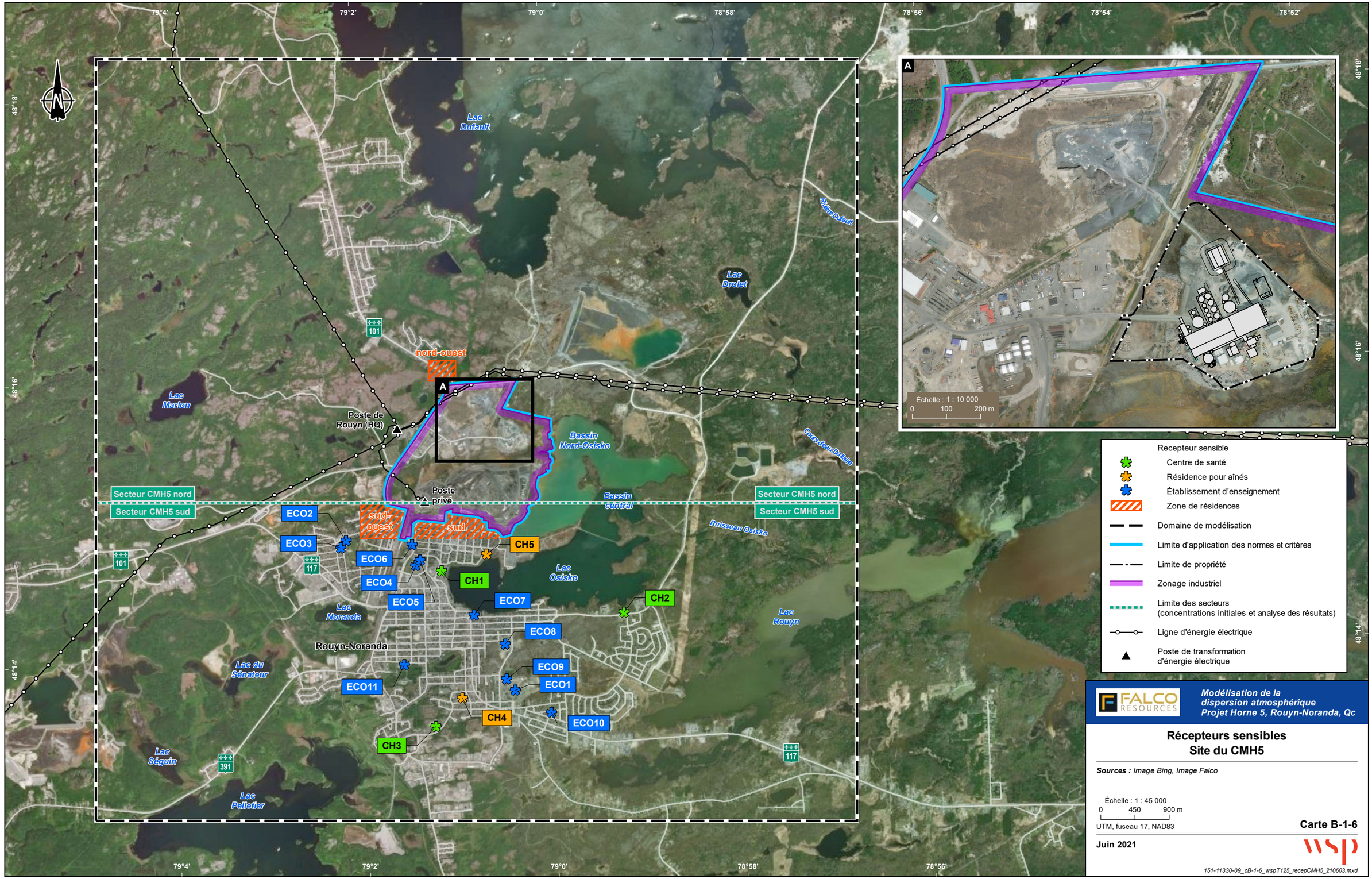
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-1-5

Juin 2021

wsp

151-11330-09_cB-1-5_wspT115_grilleCMH5_210603.mxd



79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Lac Drolet
Rivière Dufault
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
nord-ouest
A
Bassin Nord-Osisko
Cours d'eau Dallaire
Poste privé
Bassin central
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
sud-ouest
sud
Ruisseau Osisko
ECO1
ECO2
ECO3
ECO4
ECO5
ECO6
ECO7
ECO8
ECO9
ECO10
ECO11
CH1
CH2
CH3
CH4
CH5
Lac Osisko
Lac Noranda
Lac Rouyn
Rouyn-Noranda
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
Échelle : 1 : 10 000
0 100 200 m
Recepteur sensible
Centre de santé
Résidence pour aînés
Établissement d'enseignement
Zone de résidences
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite de propriété
Zonage industriel
Limite des secteurs (concentrations initiales et analyse des résultats)
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation d'énergie électrique
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Récepteurs sensibles
Site du CMH5
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-1-6
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-1-6_wspT125_recepCMH5_210603.mxd

79°8'
79°6'
79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
56'
48°24'
48°22'
48°20'
101
Lac D'Alembert
Lac Vauze
Lac Waite
Lac Dupras
Lac Dufault
Lac Lebrun

Grille de récepteurs
Récepteur sur la limite d'application des normes et critères
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Ligne d'énergie électrique

FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Grille de récepteurs
Site des IGRM

Source : *Image Bing*

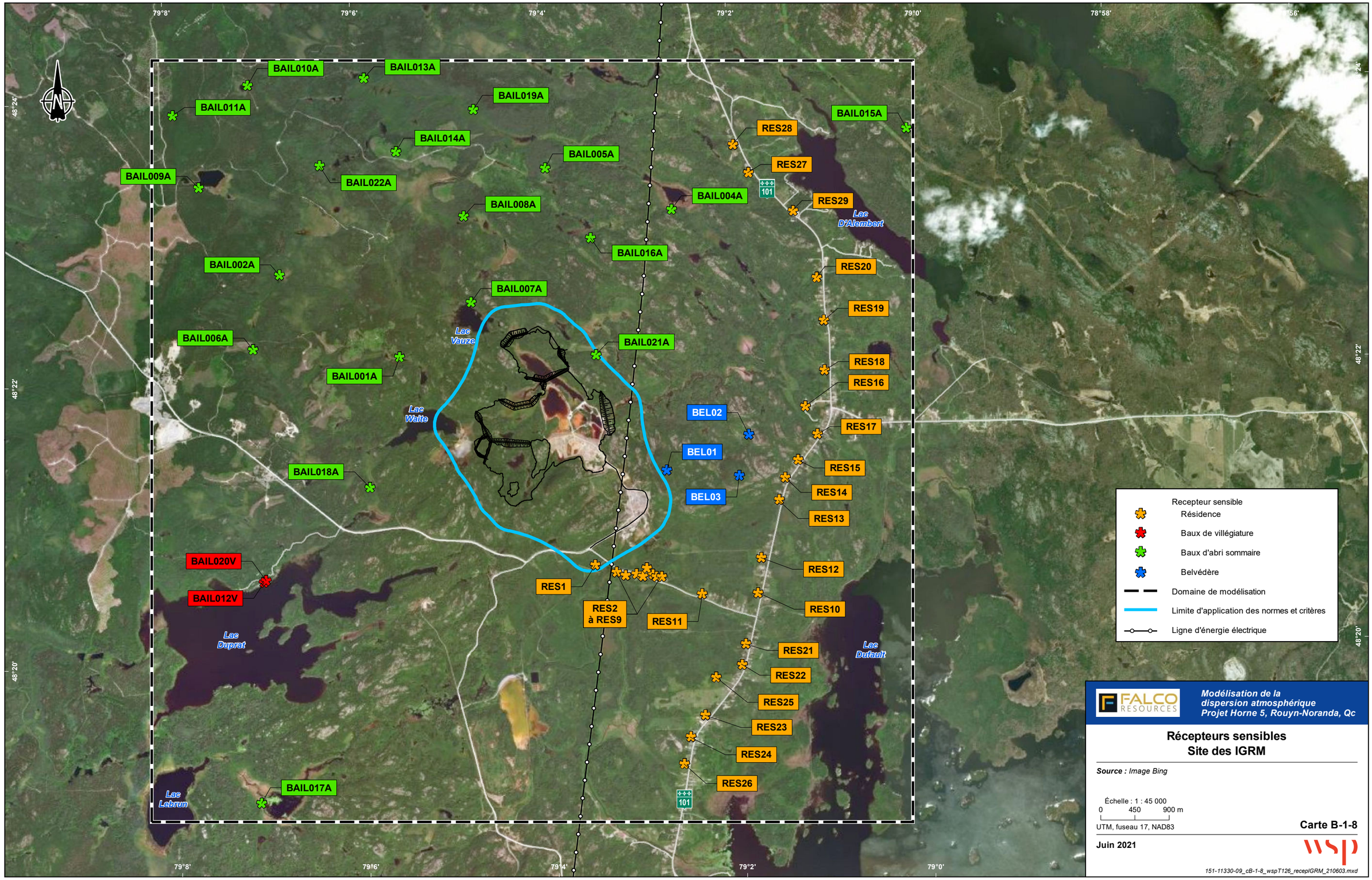
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-1-7

Juin 2021

wsp

151-11330-09_cB-1-7_wspT116_grilleIGRM_210603.mxd



FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Récepteurs sensibles
Site des IGRM

Source : *Image Bing*

Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-1-8

Juin 2021

wsp

151-11330-09_cB-1-8_wspT126_receplGRM_210603.mxd

ANNEXE

B-2 *SITE DU CMH5 – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION*

FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site du CMH5 - Scénario de construction
Sources d'émissions utilisées pour la modélisation de la dispersion atmosphérique

Source : *Image Falco*

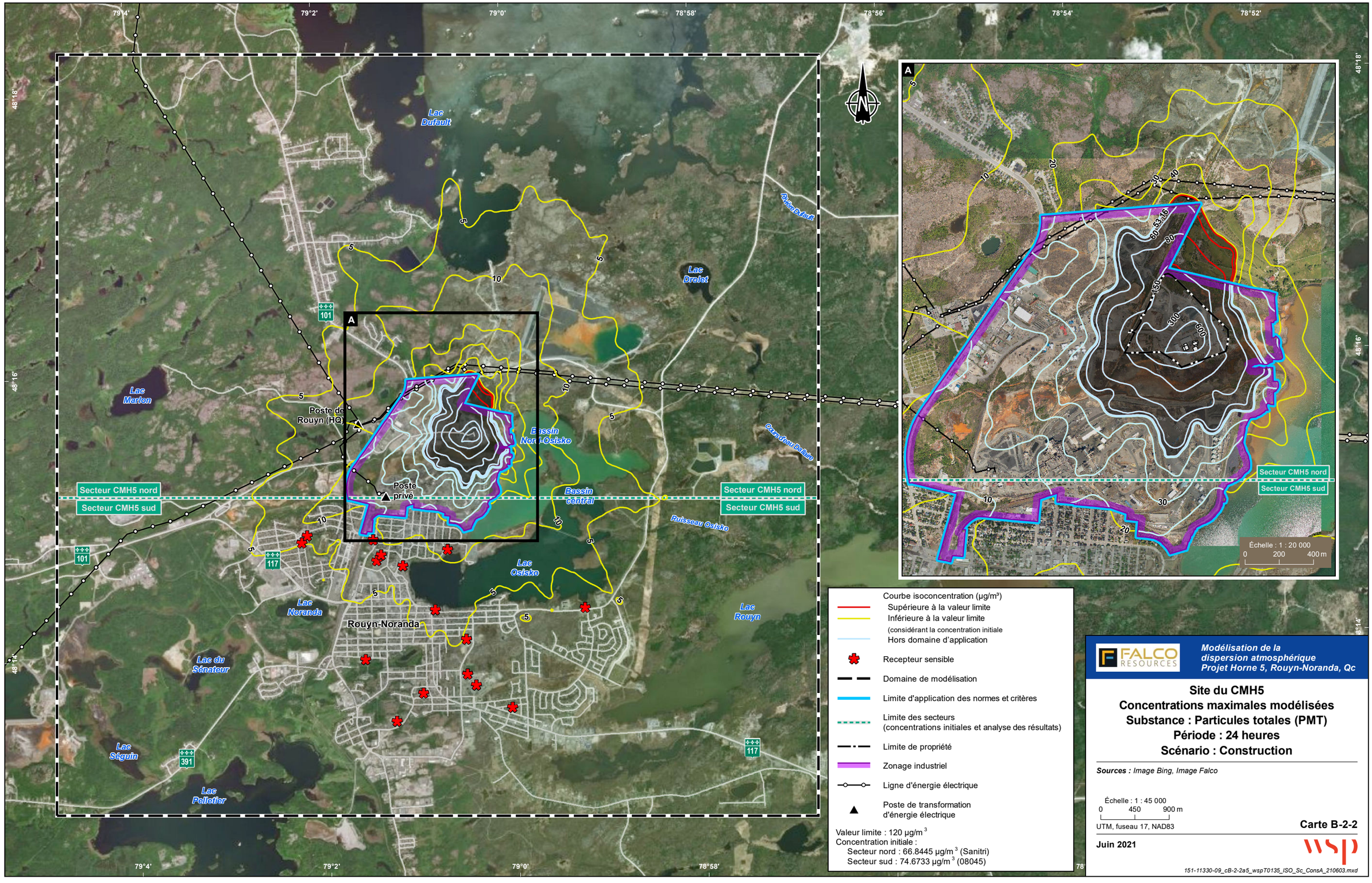
Échelle : 1 : 2 500
0 25 50 m
UTM, fuseau 17, NAD83

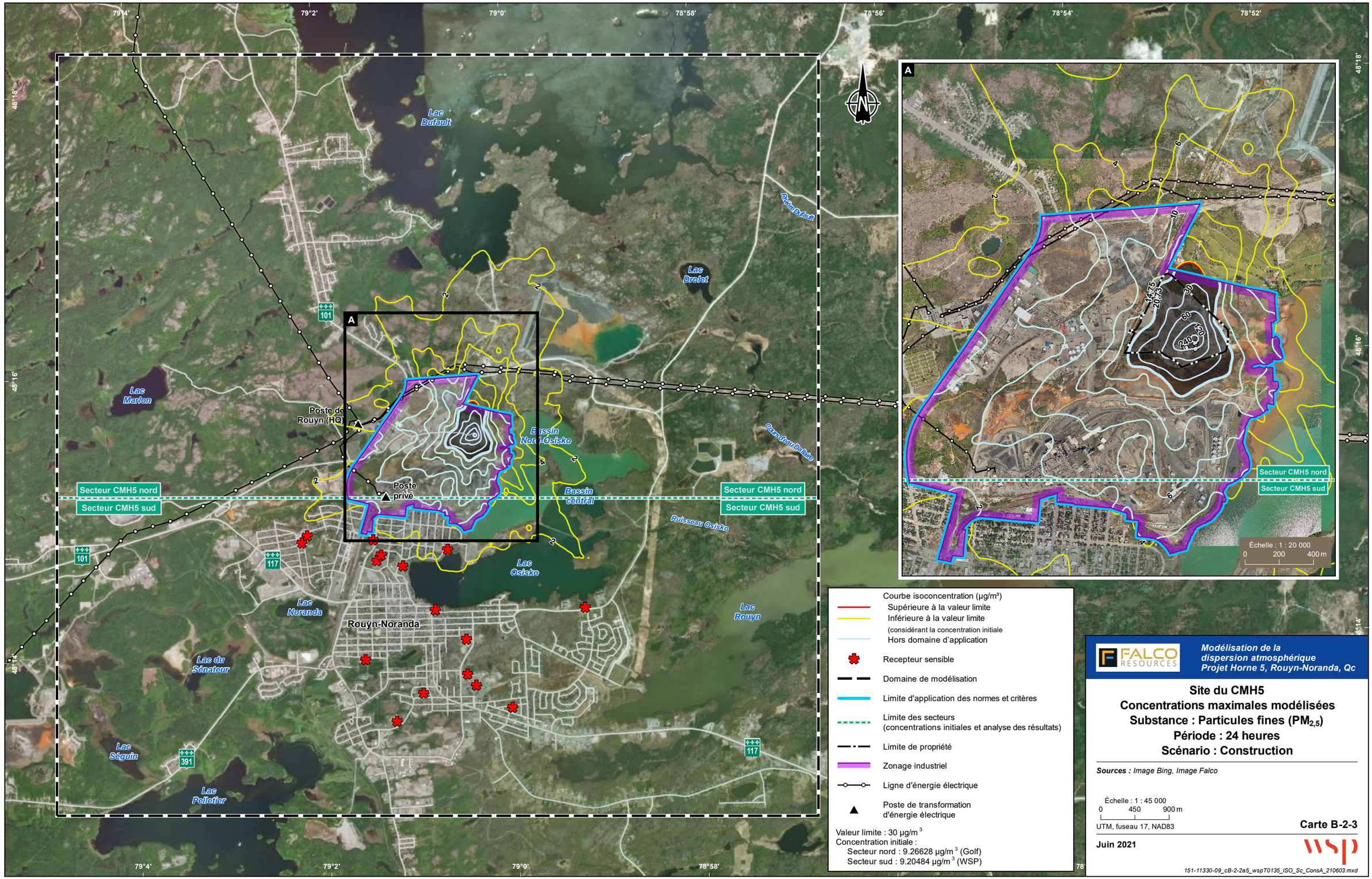
Carte B-2-1

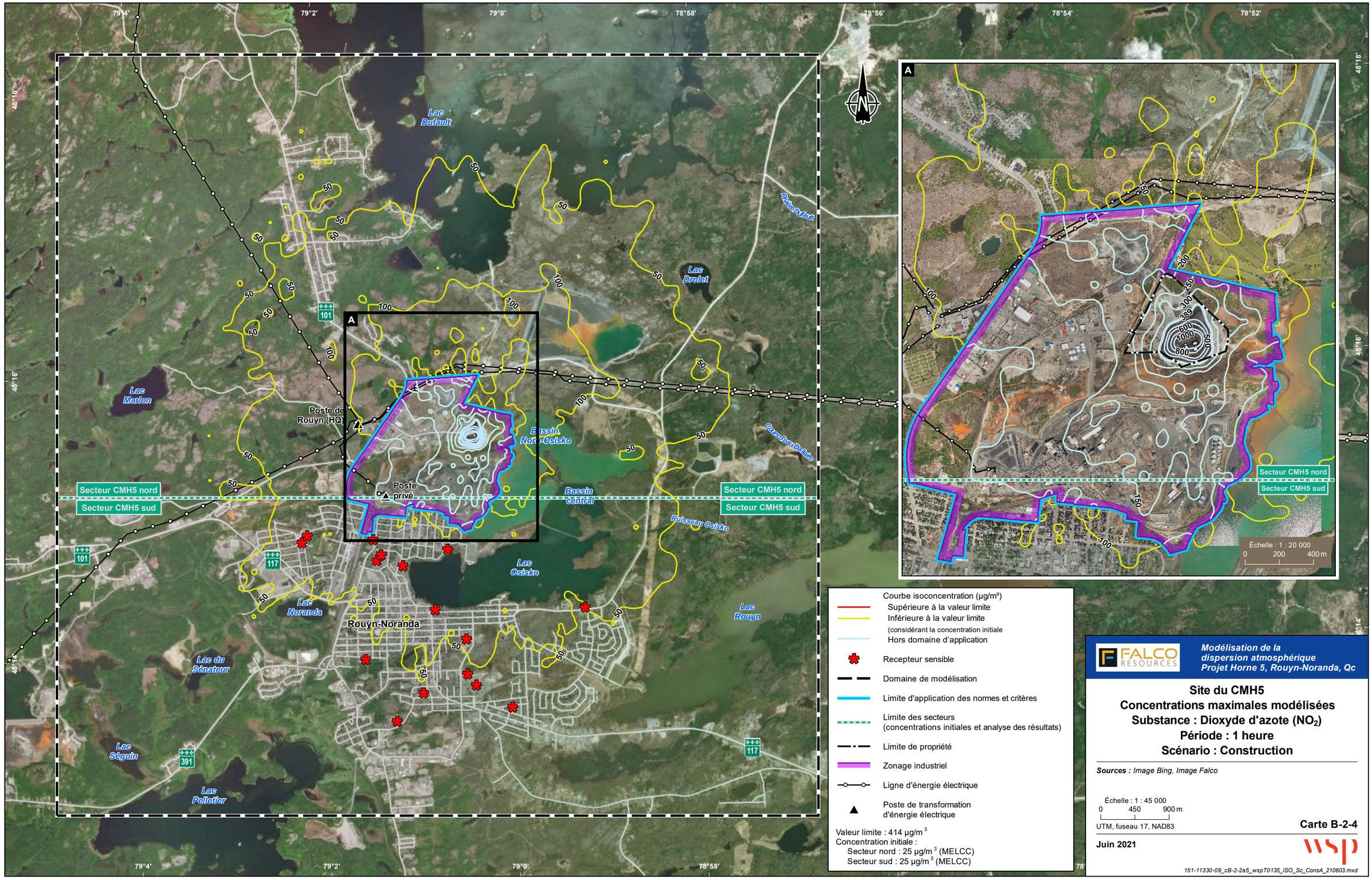
Juin 2021

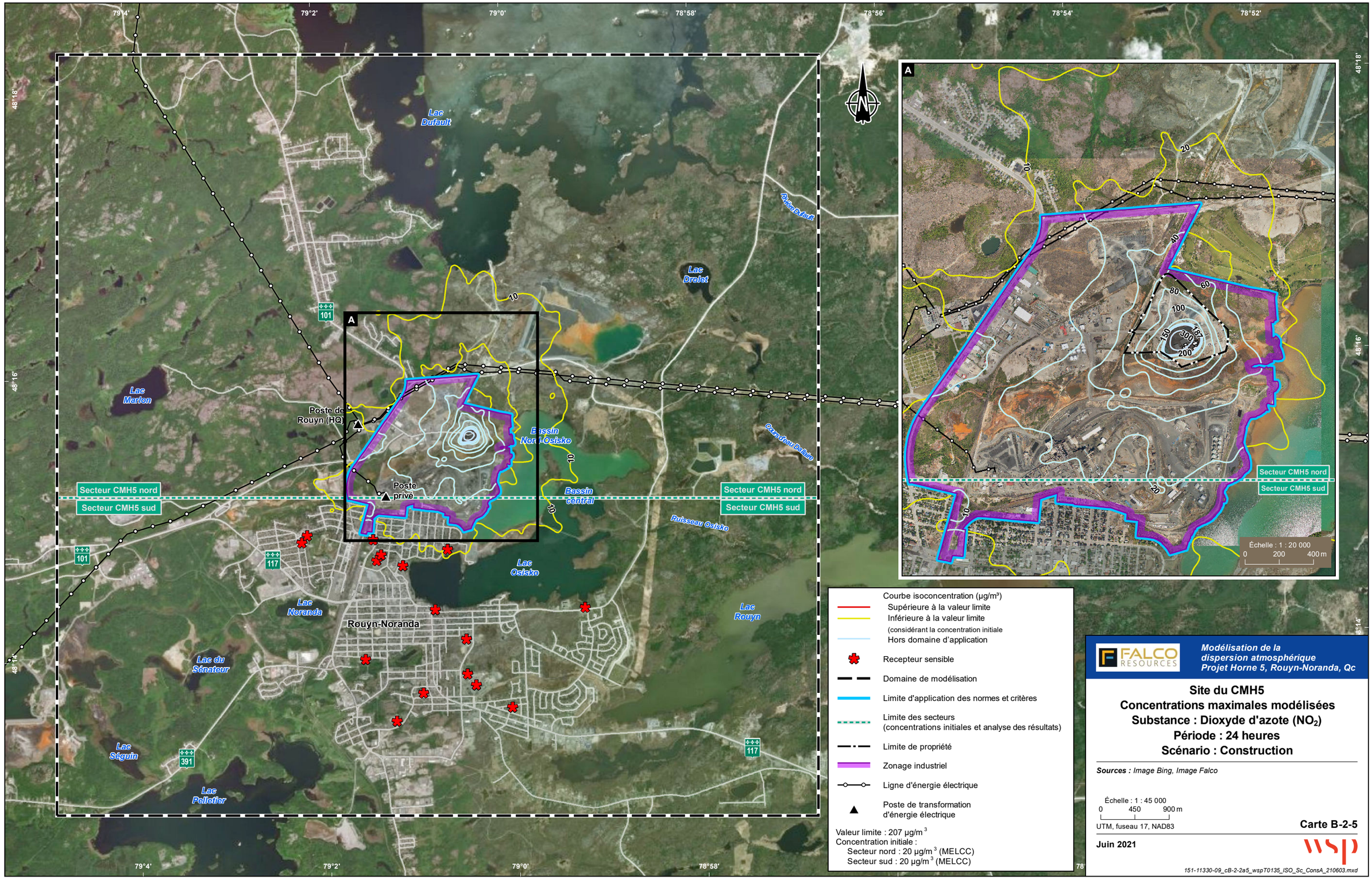
wsp

151-11330-09_cB-2-1_wspT117_sourceMCons_210603.mxd


79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Lac Drolet
Rivière Dufault
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord-Osisko
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
A
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 120 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 66.8445 µg/m 3 (Sanitri)
Secteur sud : 74.6733 µg/m 3 (08045)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Particules totales (PMT)
Période : 24 heures
Scénario : Construction
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-2-2
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-2-2a5_wspT0135_ISO_Sc_ConsA_210603.mxd


79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Lac Drolet
Rivière Dufault
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord-Osisko
Cours d'eau Dufault
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
A
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
2
4
6
10
14,75
20,73
30
60
120
240
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 30 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 9.26628 µg/m 3 (Golf)
Secteur sud : 9.20484 µg/m 3 (WSP)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Particules fines (PM2,5)
Période : 24 heures
Scénario : Construction
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-2-3
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-2-2a5_wspT0135_ISO_Sc_ConsA_210603.mxd


79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Droiet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Bassin Nord Osisko
Cours d'eau Dallaire
Poste privé
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
A
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
50
100
150
200
250
300
389
500
600
800
1000
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 414 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 25 µg/m 3 (MELCC)
Secteur sud : 25 µg/m 3 (MELCC)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Dioxyde d'azote (NO_2)
Période : 1 heure
Scénario : Construction
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-2-4
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-2-2a5_wspT0135_ISO_Sc_ConsA_210603.mxd



Lac Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord-Osisko
Bassin central
Cours d'eau Dallaire
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation d'énergie électrique
Valeur limite : 207 µg/m³
Concentration initiale :
Secteur nord : 20 µg/m³ (MELCC)
Secteur sud : 20 µg/m³ (MELCC)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Dioxyde d'azote (NO_2)
Période : 24 heures
Scénario : Construction
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-2-5
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-2-2a5_wspT0135_ISO_Sc_ConsA_210603.mxd

ANNEXE

B-3 *SITE DU CMH5 – SCÉNARIO D'EXPLOITATION*

FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site du CMH5 - Scénario d'exploitation
Sources d'émissions utilisées pour la modélisation de la dispersion atmosphérique

Source : *Image Falco*

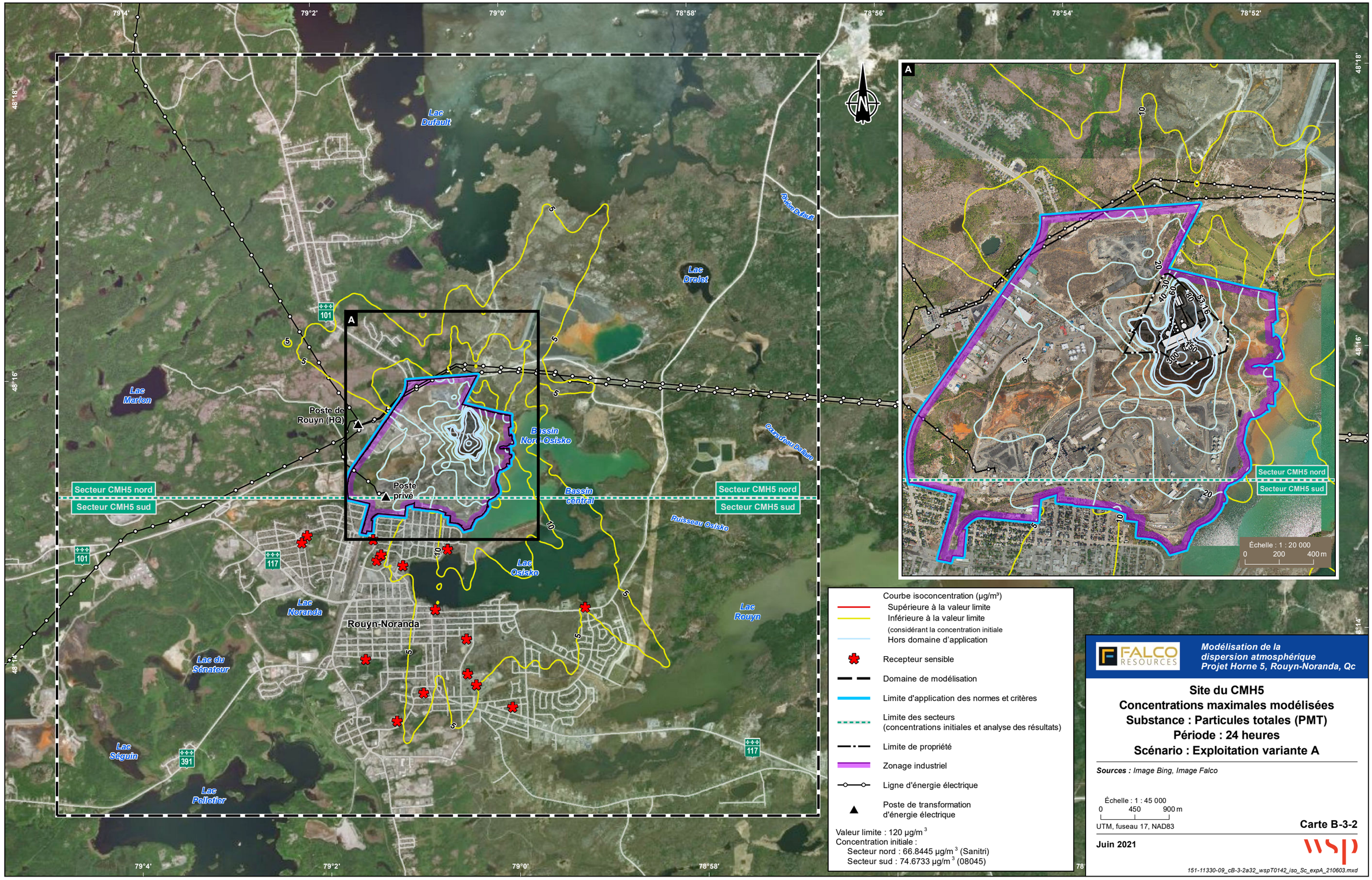
Échelle : 1 : 2 500
0 25 50 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-3-1

Juin 2021

wsp

151-11330-09_cB-3-1_wspT118_sourceMexpl_210603.mxd


79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord-Osisko
Bassin central
Cours d'eau Dallaire
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
A
5
10
20
30
40
50
60
80
100
125
300
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 120 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 66.8445 µg/m 3 (Sanitri)
Secteur sud : 74.6733 µg/m 3 (08045)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Particules totales (PMT)
Période : 24 heures
Scénario : Exploitation variante A
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-2
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd

79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'

Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Drolet
Lac Marlon
Poste de Rouyn (HQ)
Bassin Nord-Osisko
Cours d'eau Dufault
Poste privé
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier

101
117
391

Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud

A

5
10
20
30
40
60
53.16

Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m

Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation d'énergie électrique

Valeur limite : 120 µg/m ^{3}
Concentration initiale :
Secteur nord : 66.8445 µg/m ^{3} (Sanitri)
Secteur sud : 74.6733 µg/m ^{3} (08045)

FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Particules totales (PMT)
Période : 24 heures
Scénario : Exploitation variante B

Sources : *Image Bing, Image Falco*

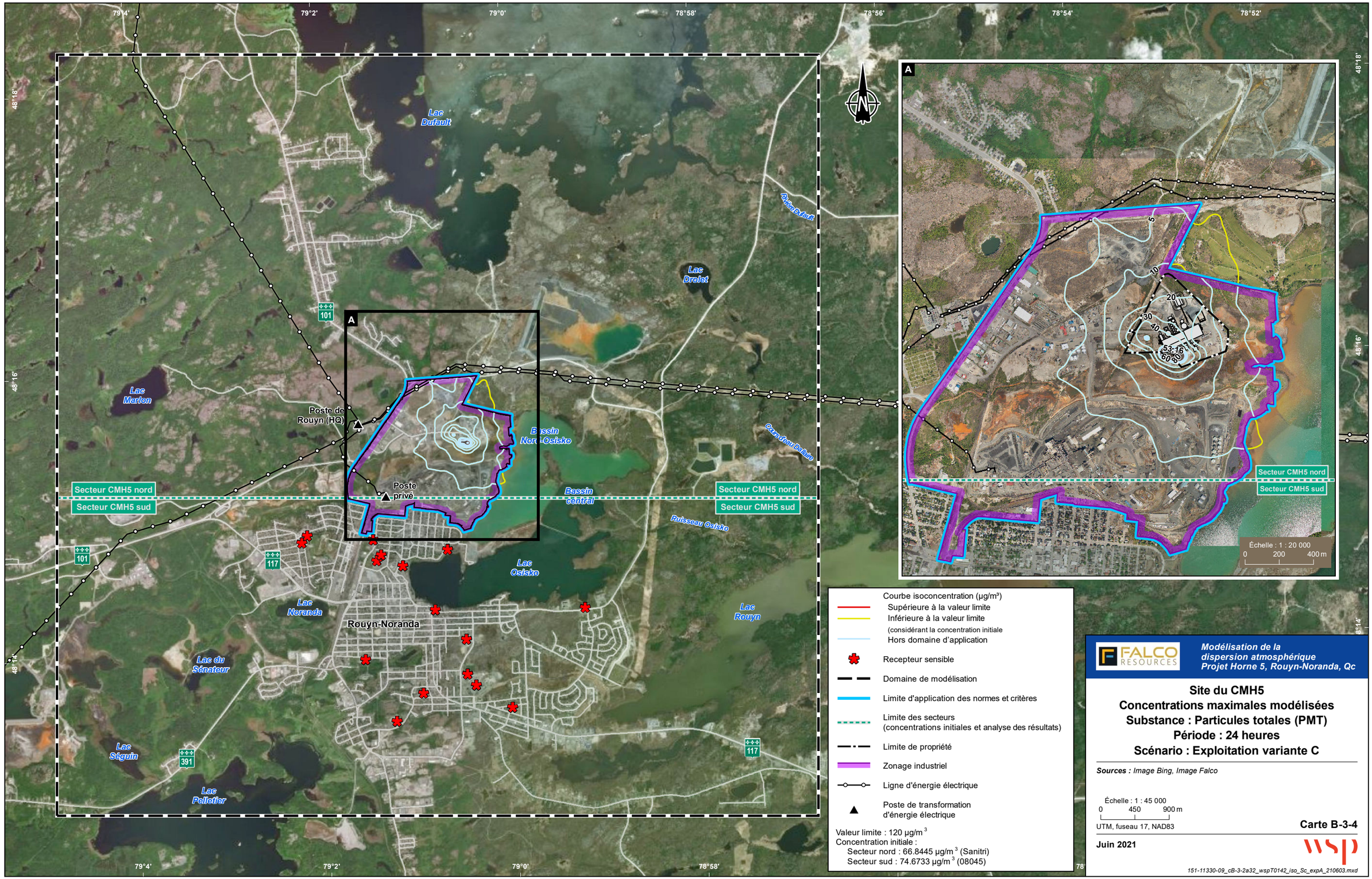
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-3-3

Juin 2021

wsp

151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd


79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord-Osisko
Cours d'eau Dufault
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
A
5
10
20
30
40
53.16
60.30
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 120 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 66.8445 µg/m 3 (Sanitri)
Secteur sud : 74.6733 µg/m 3 (08045)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Particules totales (PMT)
Période : 24 heures
Scénario : Exploitation variante C
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-4
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd

79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'

Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord Osisko
Cours d'eau Dallaire
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier

101
117
391

Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud

A

Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m

Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation d'énergie électrique

Valeur limite : 30 µg/m ^{3}
Concentration initiale :
Secteur nord : 9.26628 µg/m ^{3} (Golf)
Secteur sud : 9.20484 µg/m ^{3} (WSP)

FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Particules fines ($PM_{2,5}$)
Période : 24 heures
Scénario : Exploitation variante A

Sources : *Image Bing, Image Falco*

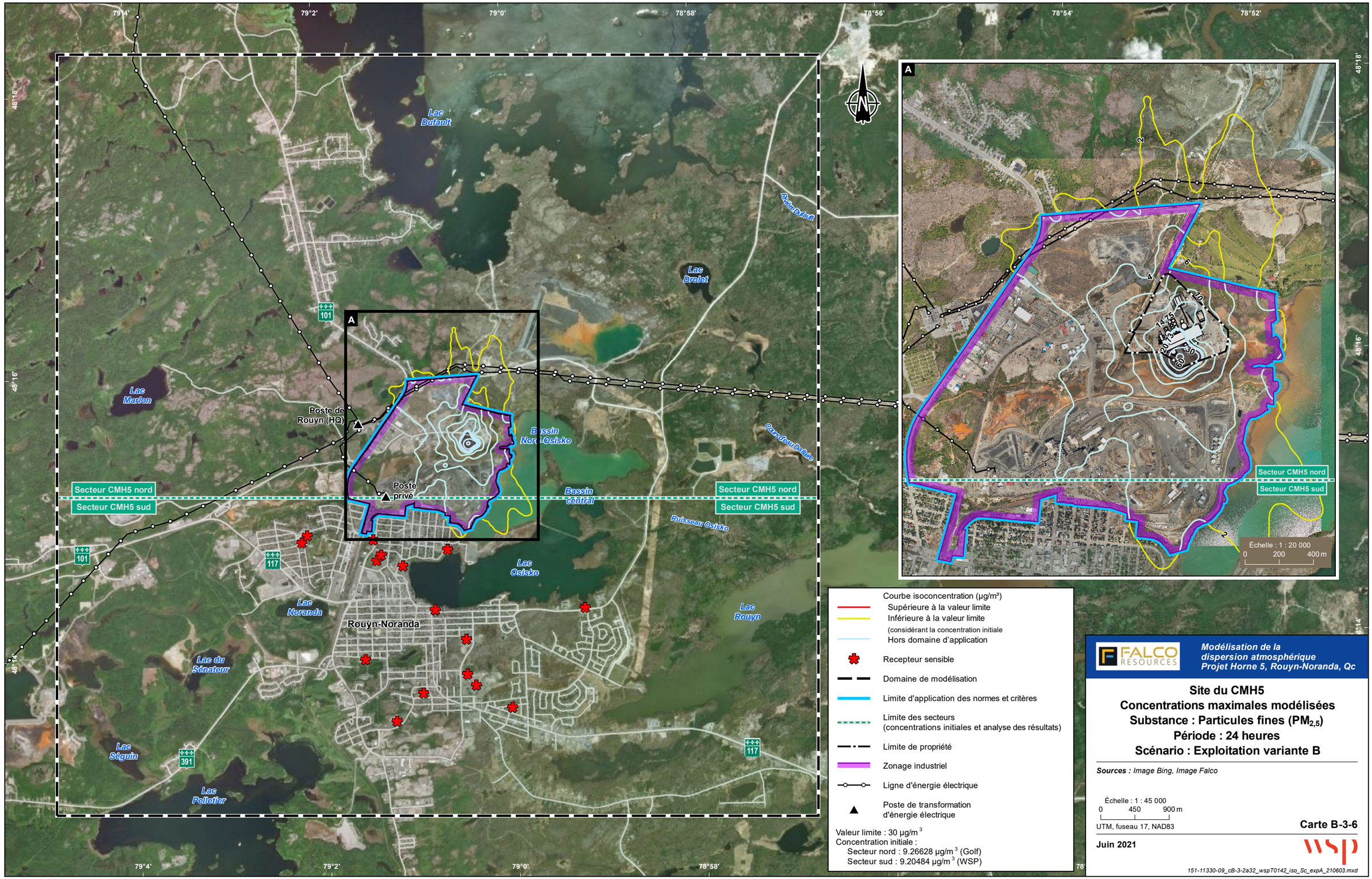
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-3-5

Juin 2021

wsp

151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd



Courbe isoconcentration (µg/m³)
- Supérieure à la valeur limite
- Inférieure à la valeur limite
- (considérant la concentration initiale)
- Hors domaine d'application

Recepteur sensible

Domaine de modélisation

Limite d'application des normes et critères

Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)

Limite de propriété

Zonage industriel

Ligne d'énergie électrique

Poste de transformation d'énergie électrique

Valeur limite : 30 µg/m ^{3}
Concentration initiale :
Secteur nord : 9.26628 µg/m ^{3} (Golf)
Secteur sud : 9.20484 µg/m ^{3} (WSP)

FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Particules fines ($PM_{2,5}$)
Période : 24 heures
Scénario : Exploitation variante B

Sources : *Image Bing, Image Falco*

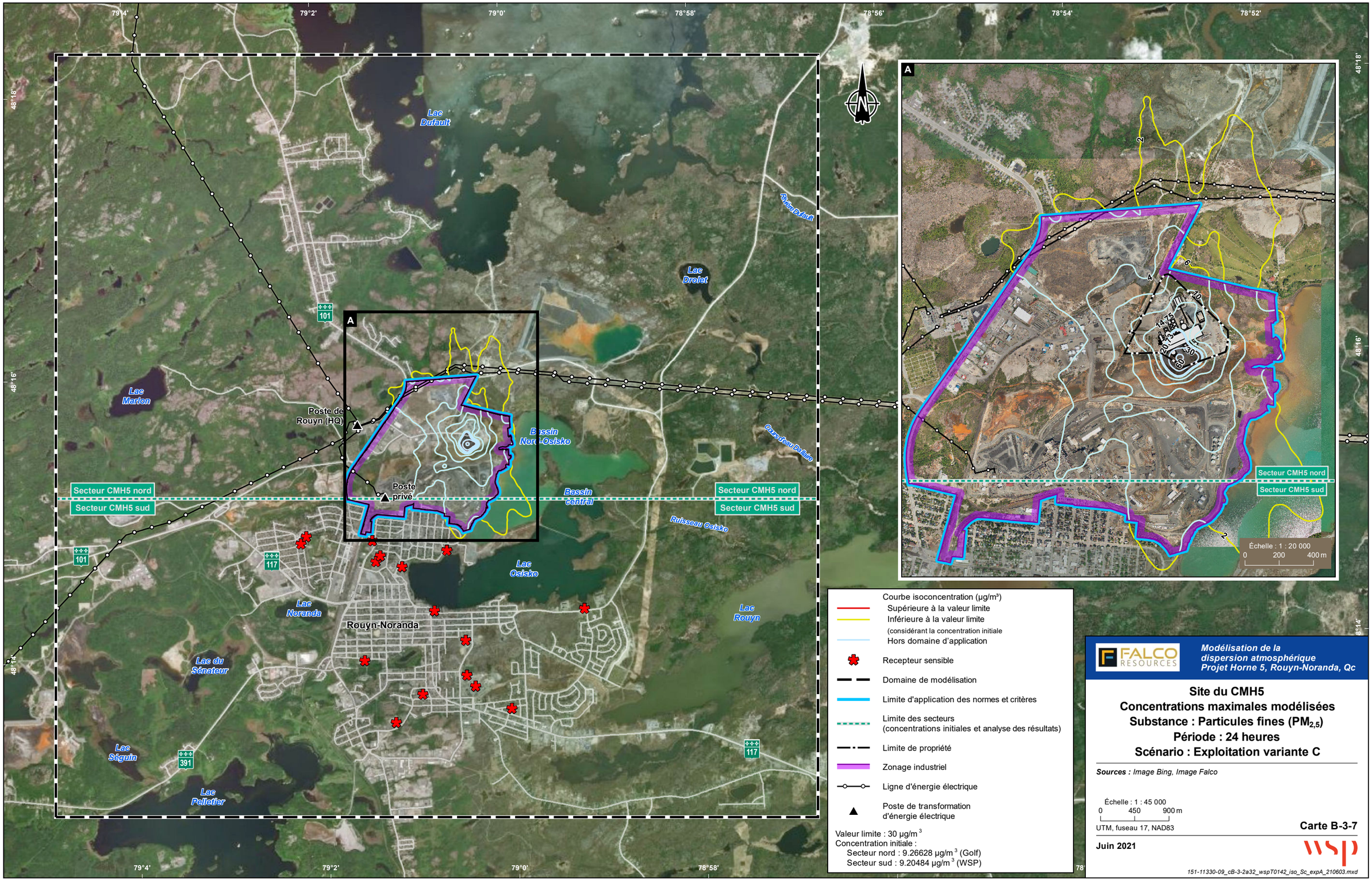
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-3-6

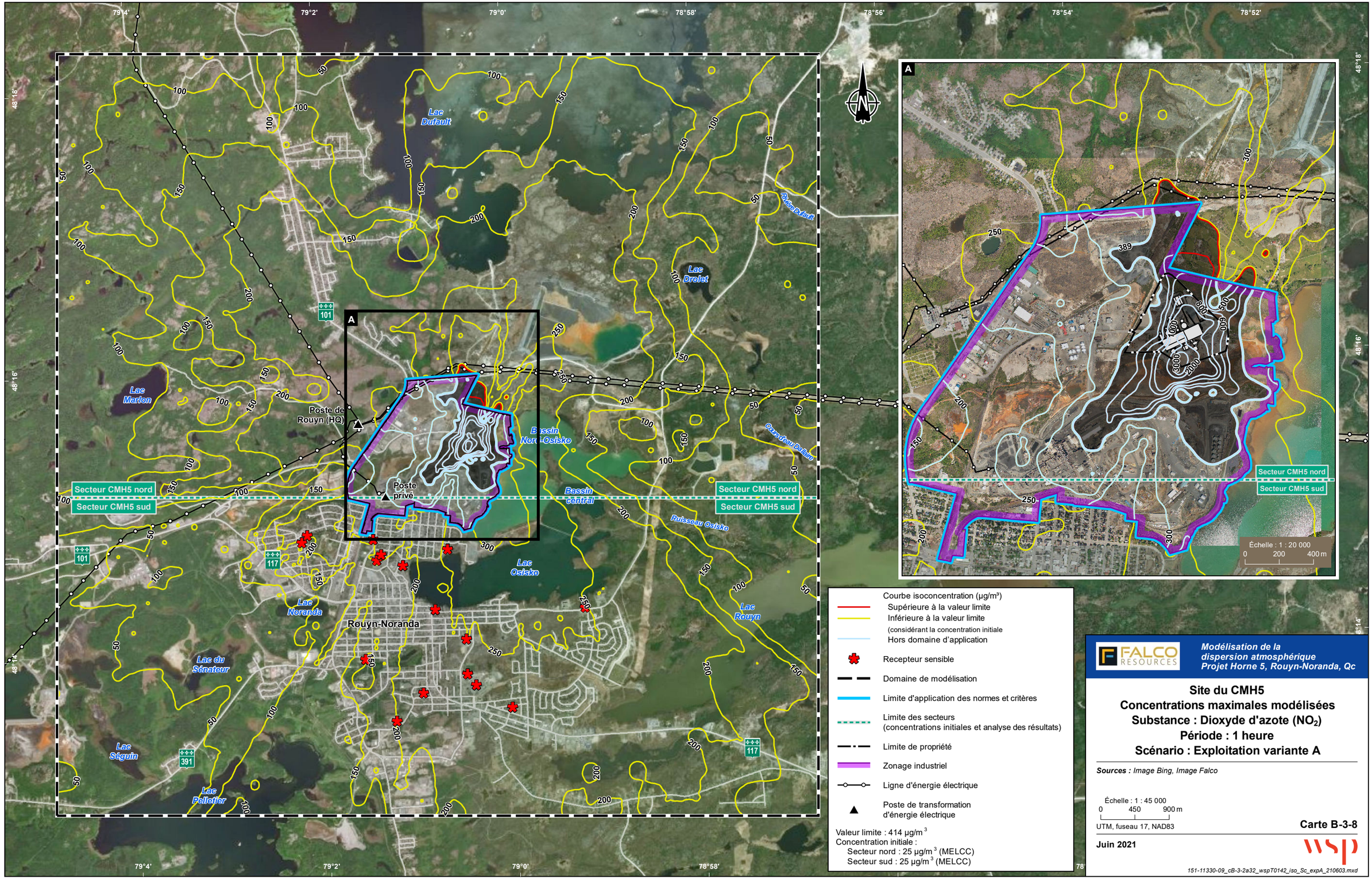
Juin 2021

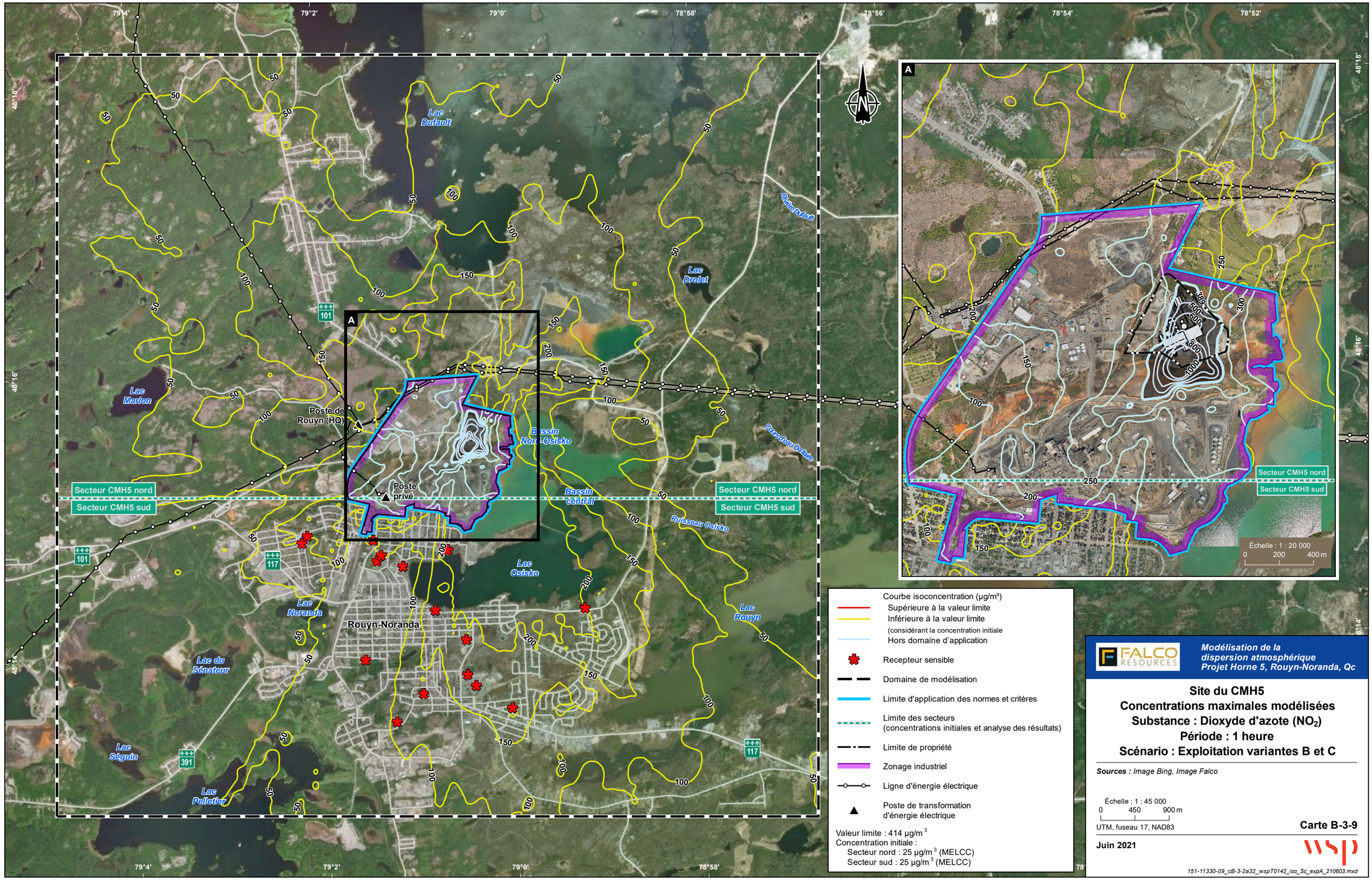
wsp

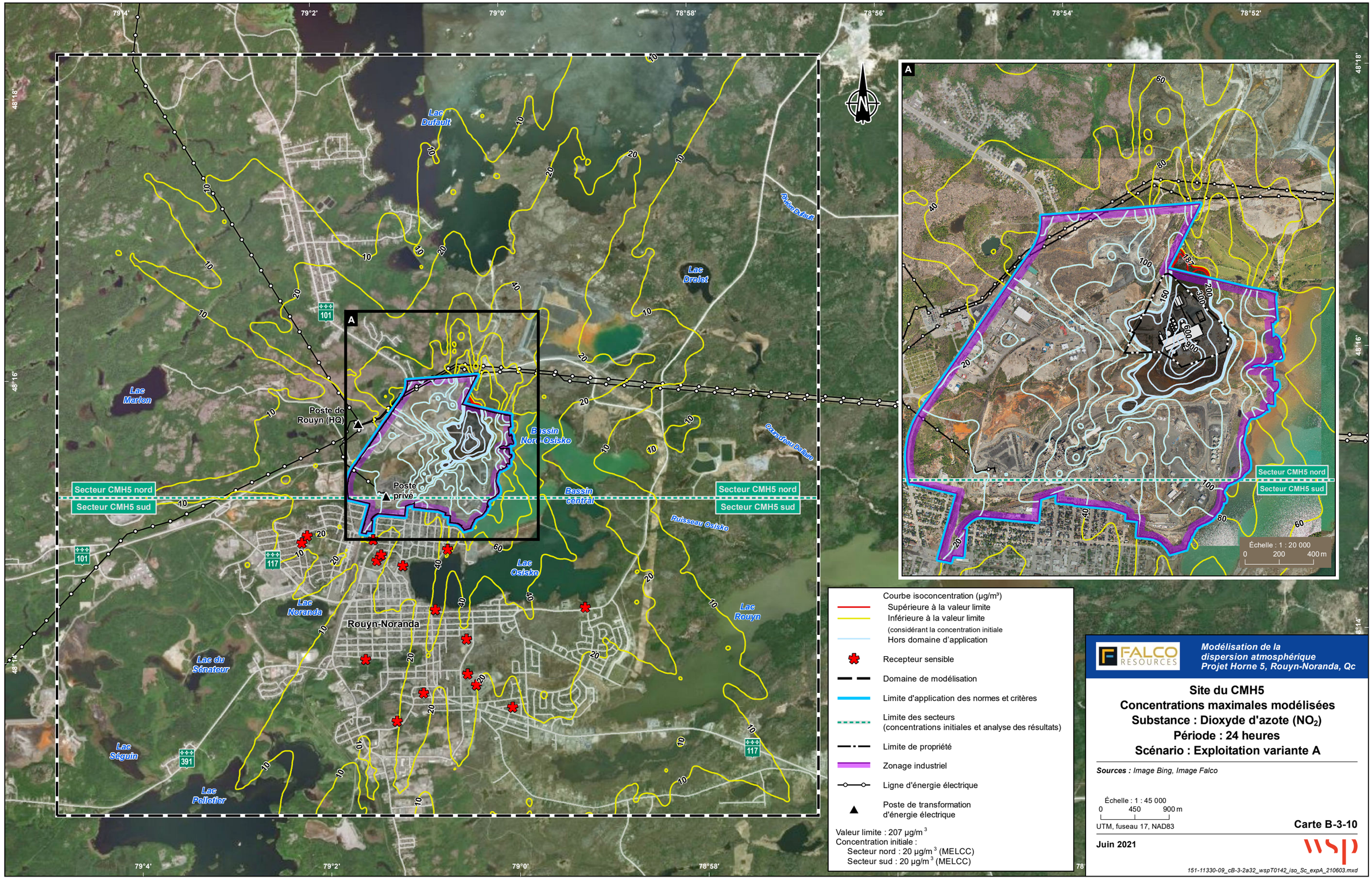
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd



Lac Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Bassin Nord-Osisko
Poste privé
Bassin central
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation d'énergie électrique
Valeur limite : 30 µg/m³
Concentration initiale :
Secteur nord : 9.26628 µg/m³ (Golf)
Secteur sud : 9.20484 µg/m³ (WSP)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Particules fines (PM2,5)
Période : 24 heures
Scénario : Exploitation variante C
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-7
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd


79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
A
Lac Dufault
Lac Drolet
Rivière Dufault
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord-Osisko
Cours d'eau Osisko
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 414 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 25 µg/m 3 (MELCC)
Secteur sud : 25 µg/m 3 (MELCC)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Dioxyde d'azote (NO_2)
Période : 1 heure
Scénario : Exploitation variante A
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-8
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd


79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord-Osisko
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
101
117
391
A
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 414 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 25 µg/m 3 (MELCC)
Secteur sud : 25 µg/m 3 (MELCC)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Dioxyde d'azote (NO_2)
Période : 1 heure
Scénario : Exploitation variantes B et C
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-9
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd


79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord Osisko
Bassin central
Cours d'eau Dallaire
Ruisseau Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Osisko
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
A
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 207 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 20 µg/m 3 (MELCC)
Secteur sud : 20 µg/m 3 (MELCC)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Dioxyde d'azote (NO2)
Période : 24 heures
Scénario : Exploitation variante A
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-10
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd

79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'

Lac Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Lac Noranda
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
Lac Osisko
Lac Rouyn
Rouyn-Noranda
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord-Osisko
Bassin central
Ruisseau Osisko
Cours d'eau Dufault

101
117
391

Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud

A

Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m

Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation d'énergie électrique

Valeur limite : 207 µg/m³
Concentration initiale :
Secteur nord : 20 µg/m³ (MELCC)
Secteur sud : 20 µg/m³ (MELCC)

FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Dioxyde d'azote (NO_2)
Période : 24 heures
Scénario : Exploitation variantes B et C

Sources : *Image Bing, Image Falco*

Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83

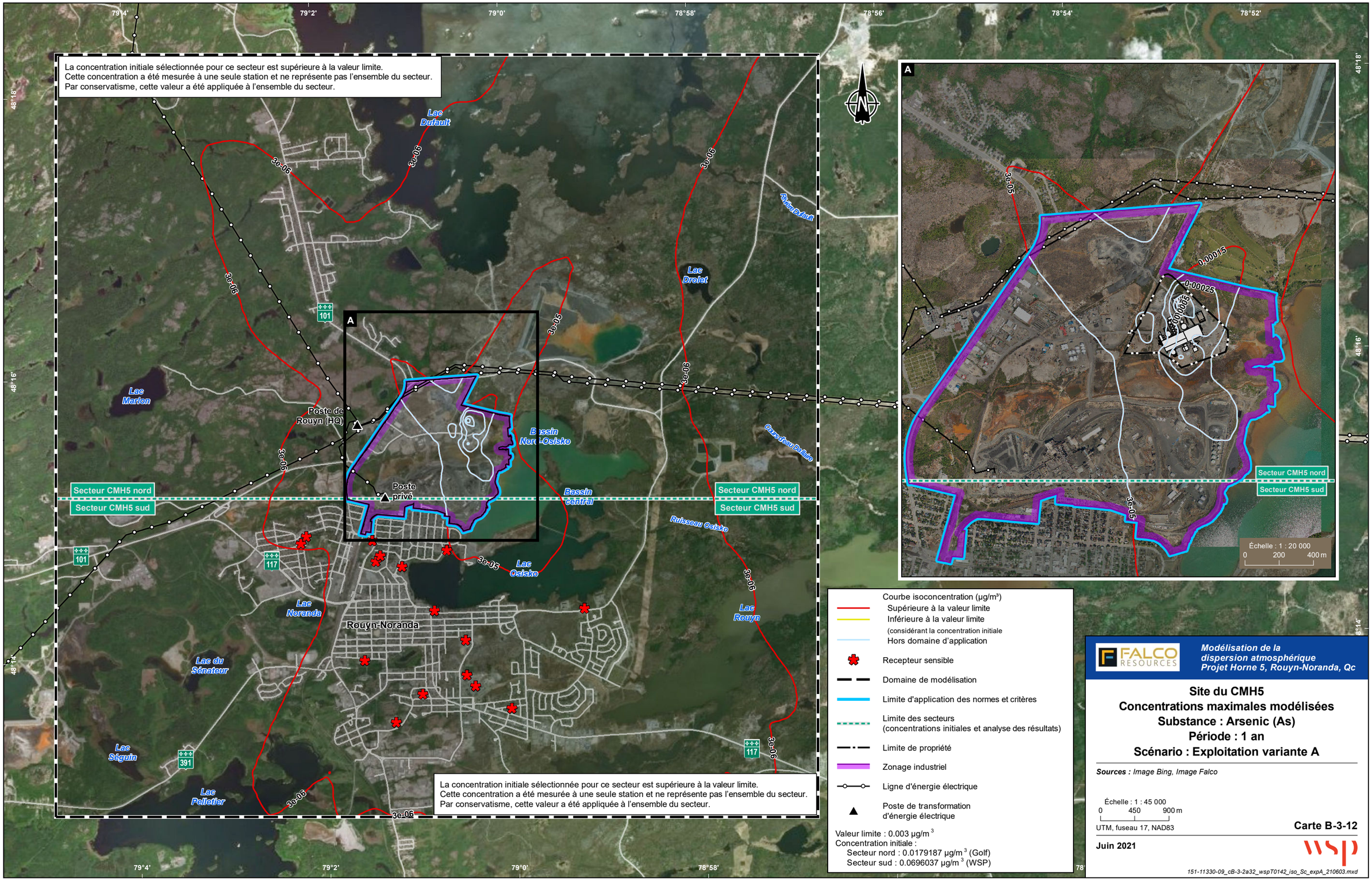
Carte B-3-11

Juin 2021

wsp

151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd

La concentration initiale sélectionnée pour ce secteur est supérieure à la valeur limite.
Cette concentration a été mesurée à une seule station et ne représente pas l'ensemble du secteur.
Par conservatisme, cette valeur a été appliquée à l'ensemble du secteur.



La concentration initiale sélectionnée pour ce secteur est supérieure à la valeur limite.
Cette concentration a été mesurée à une seule station et ne représente pas l'ensemble du secteur.
Par conservatisme, cette valeur a été appliquée à l'ensemble du secteur.

Courbe isoconcentration (µg/m³)
- Supérieure à la valeur limite
- Inférieure à la valeur limite (considérant la concentration initiale
- Hors domaine d'application

Recepteur sensible

Domaine de modélisation

Limite d'application des normes et critères

Limite des secteurs (concentrations initiales et analyse des résultats)

Limite de propriété

Zonage industriel

Ligne d'énergie électrique

Poste de transformation d'énergie électrique

Valeur limite : 0.003 µg/m ^{3}
Concentration initiale :
Secteur nord : 0.0179187 µg/m ^{3} (Golf)
Secteur sud : 0.0696037 µg/m ^{3} (WSP)

FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Arsenic (As)
Période : 1 an
Scénario : Exploitation variante A

Sources : *Image Bing, Image Falco*

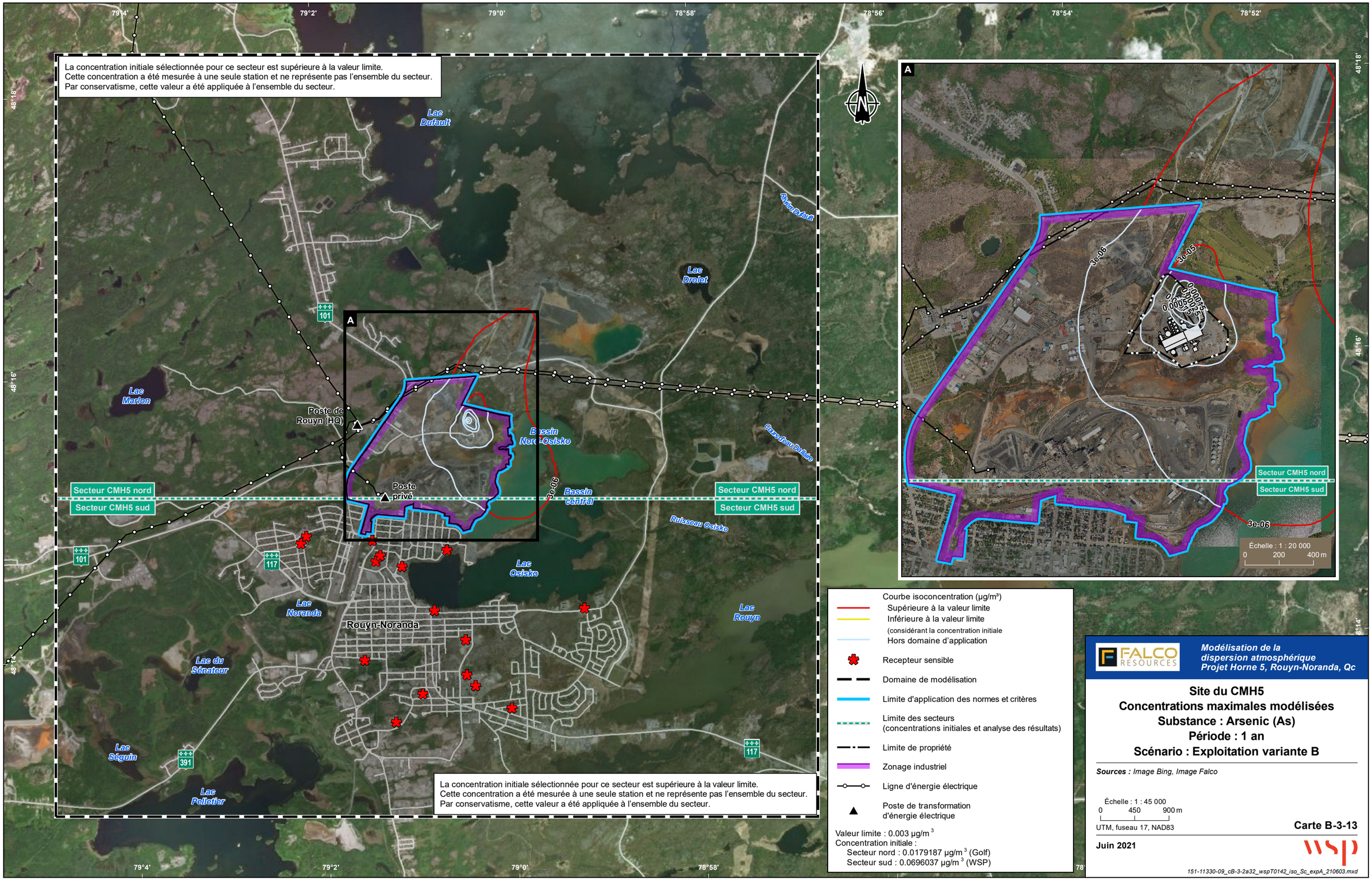
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-3-12

Juin 2021

wsp

151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd



La concentration initiale sélectionnée pour ce secteur est supérieure à la valeur limite.
Cette concentration a été mesurée à une seule station et ne représente pas l'ensemble du secteur.
Par conservatisme, cette valeur a été appliquée à l'ensemble du secteur.
Lac Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Bassin Nord-Osisko
Poste privé
Bassin central
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
3e-06
3e-05
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 0.003 µg/m³
Concentration initiale :
Secteur nord : 0.0179187 µg/m³ (Golf)
Secteur sud : 0.0696037 µg/m³ (WSP)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Arsenic (As)
Période : 1 an
Scénario : Exploitation variante B
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-13
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd

La concentration initiale sélectionnée pour ce secteur est supérieure à la valeur limite.
Cette concentration a été mesurée à une seule station et ne représente pas l'ensemble du secteur.
Par conservatisme, cette valeur a été appliquée à l'ensemble du secteur.

79°4' 79°2' 79°0' 78°58' 78°56' 78°54' 78°52'

48°18' 48°16' 48°14'

Lac Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Lac Osisko
Lac Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
Rouyn-Noranda
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin central
Bassin Nord-Osisko
Ruisseau Osisko
Cours d'eau Dufault

101 117 391

Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud

A

3s-06
3s-05

Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m

Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation d'énergie électrique

Valeur limite : 0.003 µg/m ^{3}
Concentration initiale :
Secteur nord : 0.0179187 µg/m ^{3} (Golf)
Secteur sud : 0.0696037 µg/m ^{3} (WSP)

FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Arsenic (As)
Période : 1 an
Scénario : Exploitation variante C

Sources : *Image Bing, Image Falco*

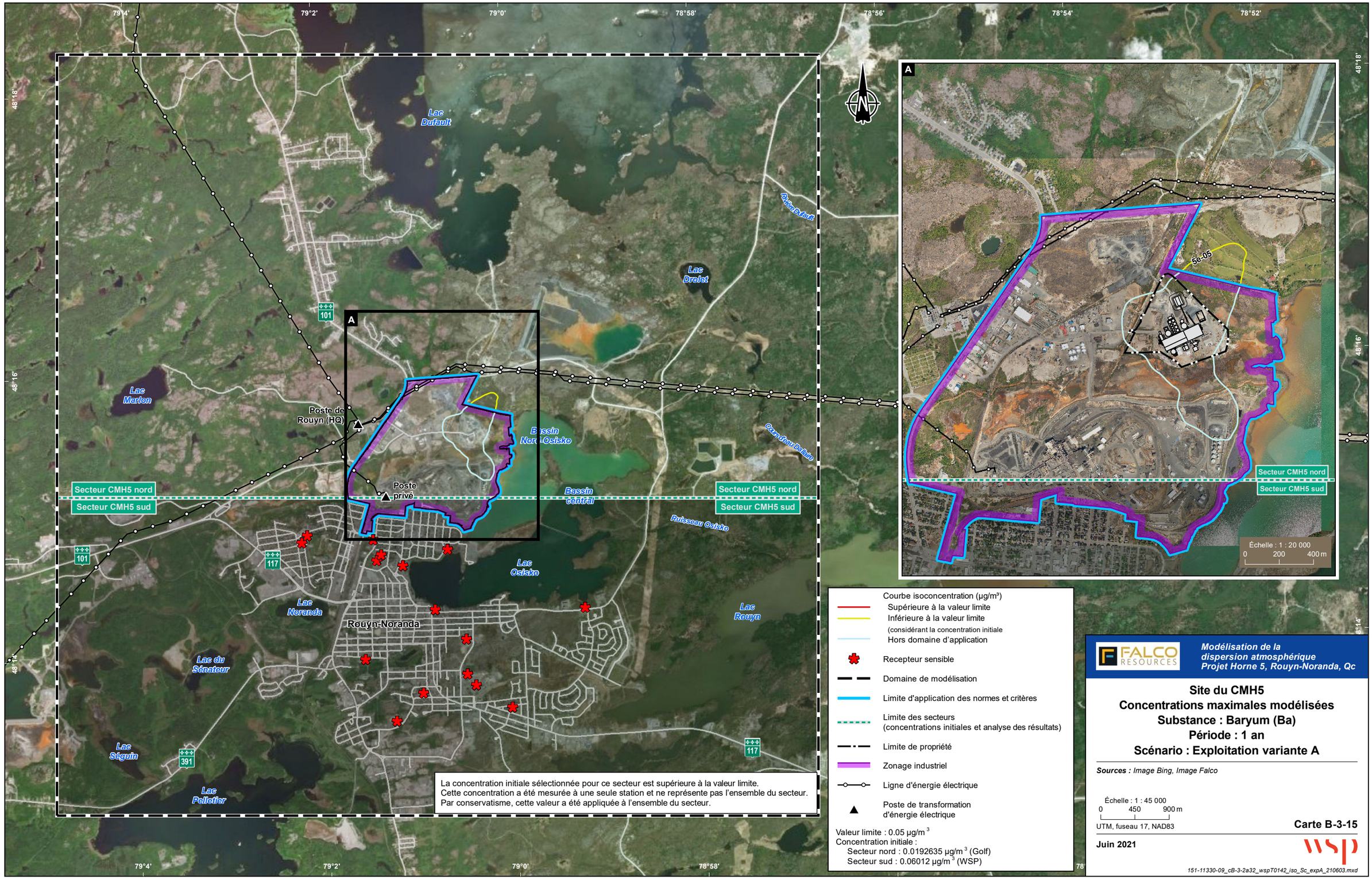
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83

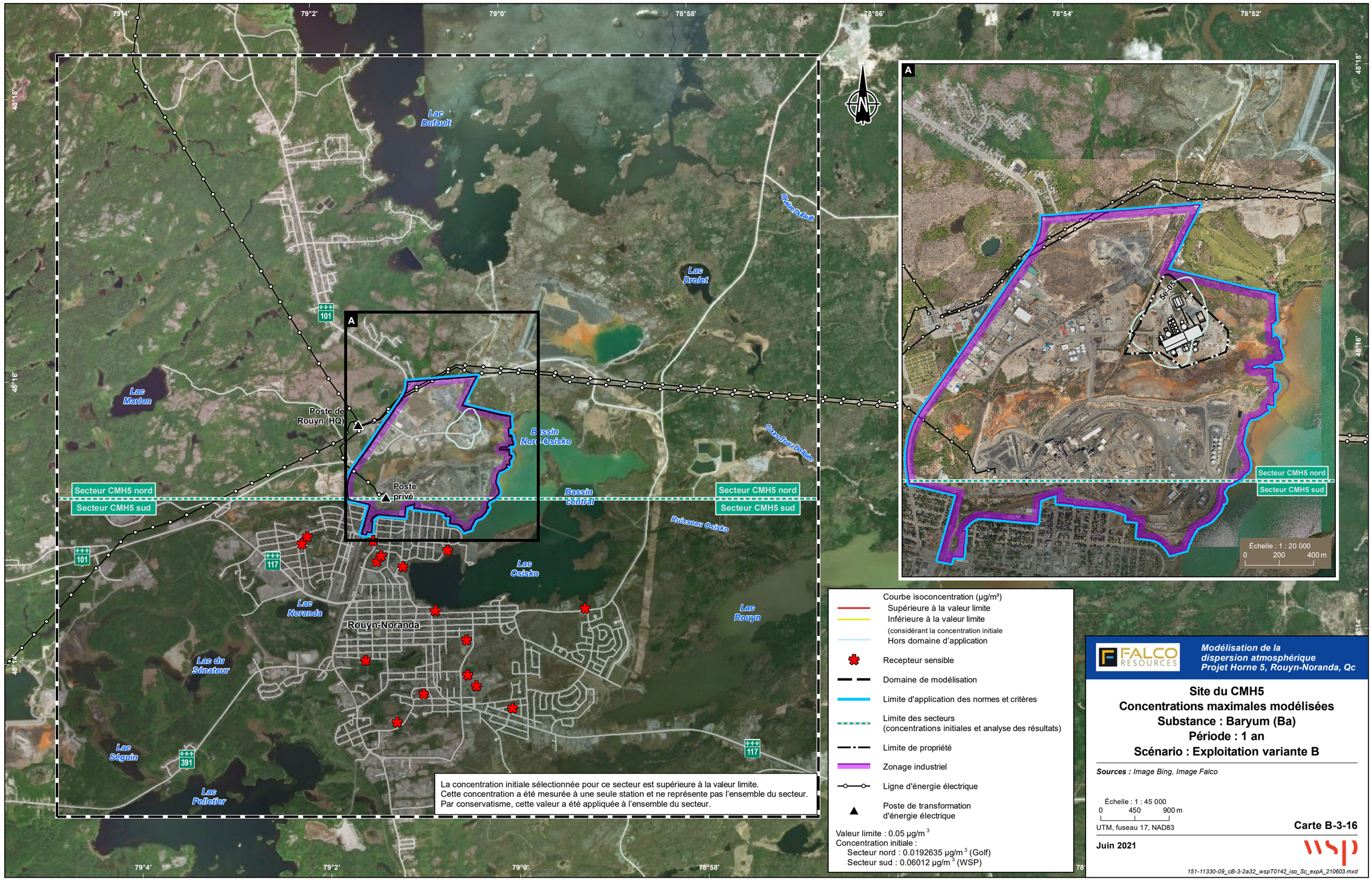
Carte B-3-14

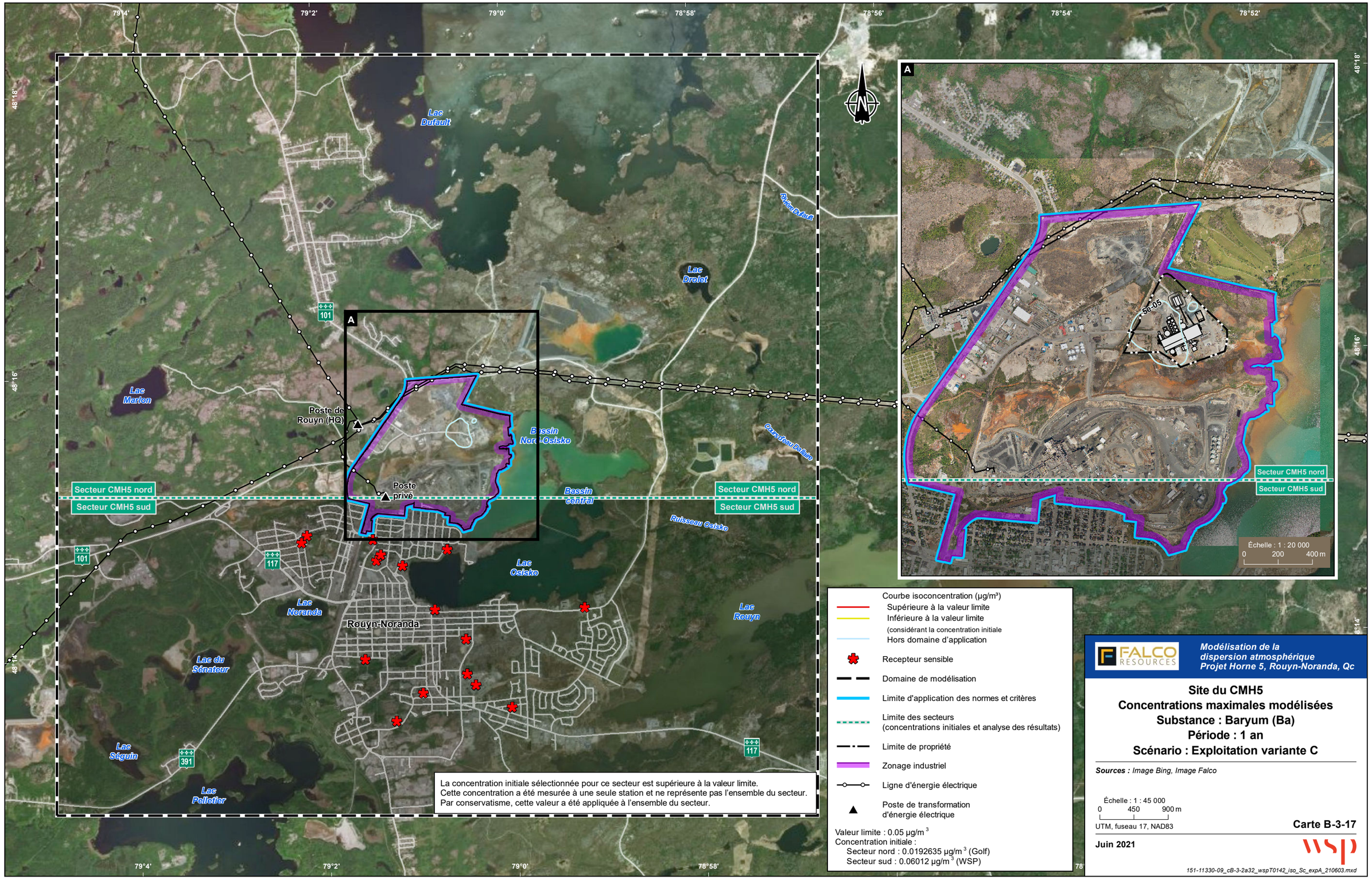
Juin 2021

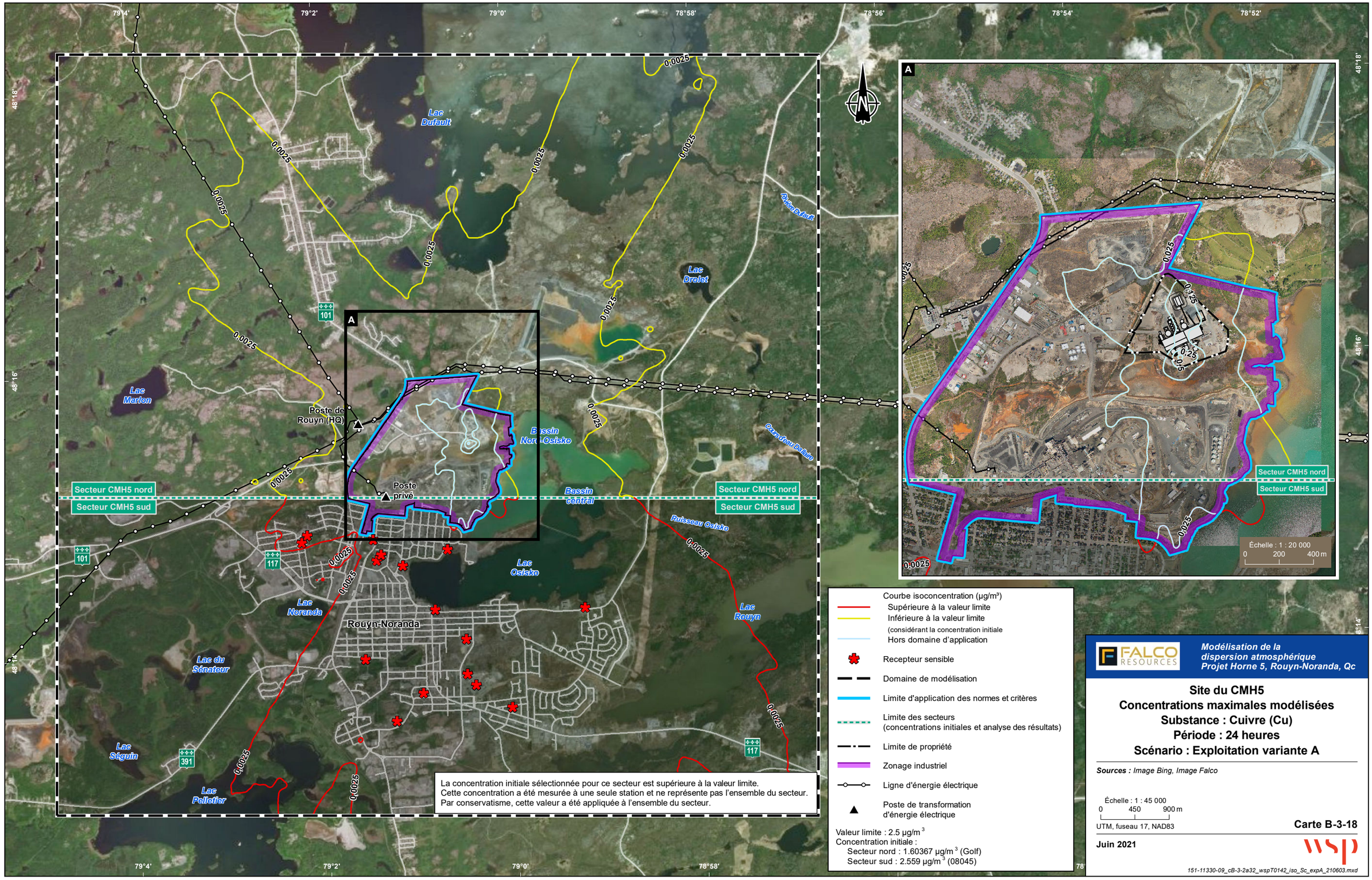
wsp

151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd


79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Droliet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord Osisko
Bassin central
Cours d'eau Dallaire
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
A
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
56-05
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
La concentration initiale sélectionnée pour ce secteur est supérieure à la valeur limite.
Cette concentration a été mesurée à une seule station et ne représente pas l'ensemble du secteur.
Par conservatisme, cette valeur a été appliquée à l'ensemble du secteur.
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 0.05 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 0.0192635 µg/m 3 (Golf)
Secteur sud : 0.06012 µg/m 3 (WSP)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la
dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Baryum (Ba)
Période : 1 an
Scénario : Exploitation variante A
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-15
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd


79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord Osisko
Bassin central
Cours d'eau Dallaire
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
A
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
5e-05
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
La concentration initiale sélectionnée pour ce secteur est supérieure à la valeur limite.
Cette concentration a été mesurée à une seule station et ne représente pas l'ensemble du secteur.
Par conservatisme, cette valeur a été appliquée à l'ensemble du secteur.
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 0.05 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 0.0192635 µg/m 3 (Golf)
Secteur sud : 0.06012 µg/m 3 (WSP)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Baryum (Ba)
Période : 1 an
Scénario : Exploitation variante B
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-16
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd


79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Droliet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord Osisko
Bassin central
Cours d'eau Dallaire
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
A
SS-05
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
La concentration initiale sélectionnée pour ce secteur est supérieure à la valeur limite.
Cette concentration a été mesurée à une seule station et ne représente pas l'ensemble du secteur.
Par conservatisme, cette valeur a été appliquée à l'ensemble du secteur.
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation d'énergie électrique
Valeur limite : 0.05 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 0.0192635 µg/m 3 (Golf)
Secteur sud : 0.06012 µg/m 3 (WSP)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Baryum (Ba)
Période : 1 an
Scénario : Exploitation variante C
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-17
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd


79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Lac Drolet
Rivière Dufault
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord Osisko
Bassin central
Cours d'eau Dallaire
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
A
0,0025
0,125
0,25
0,5
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
La concentration initiale sélectionnée pour ce secteur est supérieure à la valeur limite.
Cette concentration a été mesurée à une seule station et ne représente pas l'ensemble du secteur.
Par conservatisme, cette valeur a été appliquée à l'ensemble du secteur.
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 2.5 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 1.60367 µg/m 3 (Golf)
Secteur sud : 2.559 µg/m 3 (08045)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Cuivre (Cu)
Période : 24 heures
Scénario : Exploitation variante A
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-18
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd

79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'

Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord Osisko
Bassin central
Cours d'eau Dufault
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier

101
117
391

Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud

A

0.0025
0.125

Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m

La concentration initiale sélectionnée pour ce secteur est supérieure à la valeur limite.
Cette concentration a été mesurée à une seule station et ne représente pas l'ensemble du secteur.
Par conservatisme, cette valeur a été appliquée à l'ensemble du secteur.

Courbe isoconcentration (µg/m³)
- Supérieure à la valeur limite
- Inférieure à la valeur limite
- (considérant la concentration initiale
- Hors domaine d'application

Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation d'énergie électrique

Valeur limite : 2.5 µg/m ^{3}
Concentration initiale :
Secteur nord : 1.60367 µg/m ^{3} (Golf)
Secteur sud : 2.559 µg/m ^{3} (08045)

FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Cuivre (Cu)
Période : 24 heures
Scénario : Exploitation variante B

Sources : *Image Bing, Image Falco*

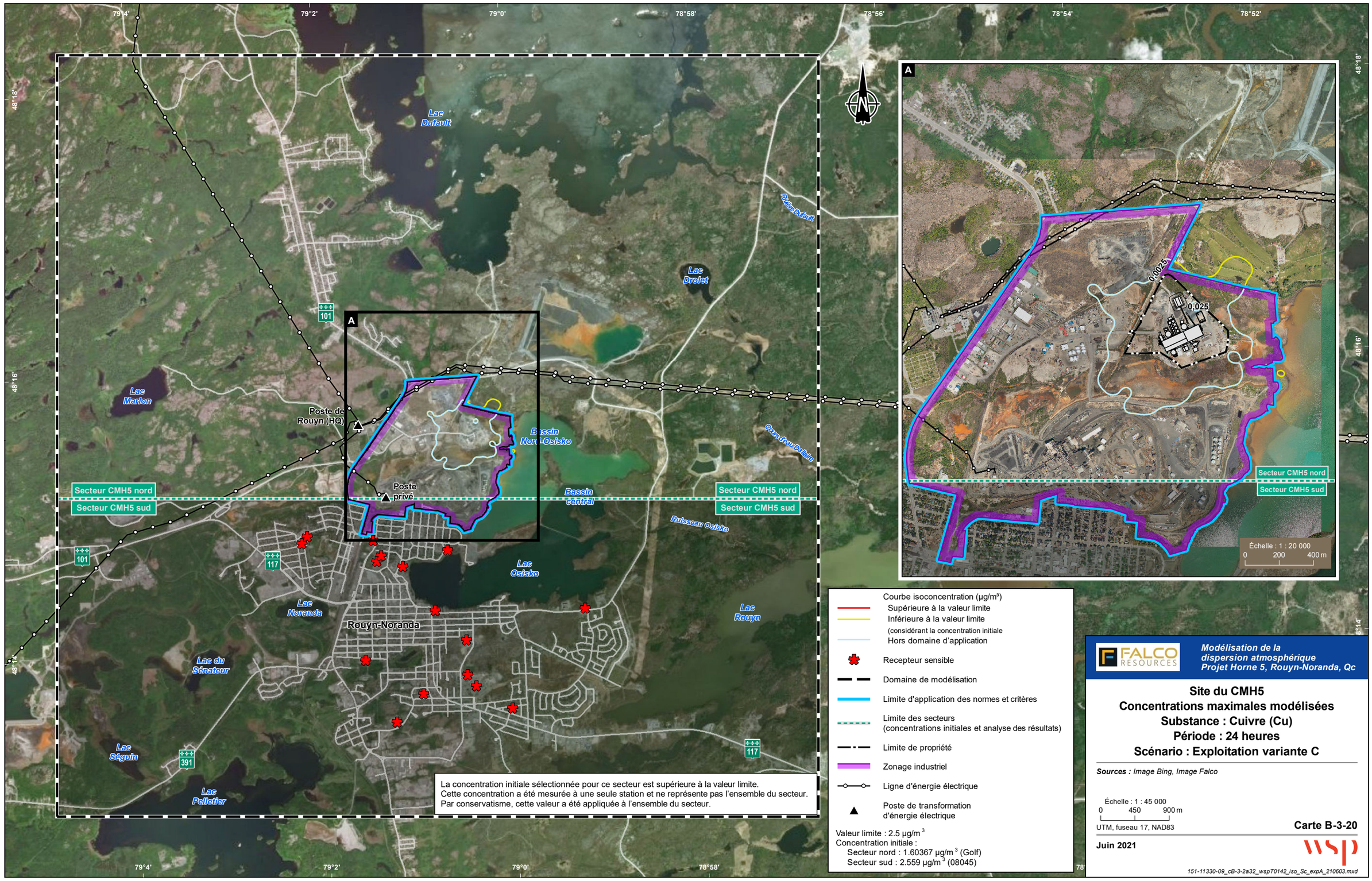
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83

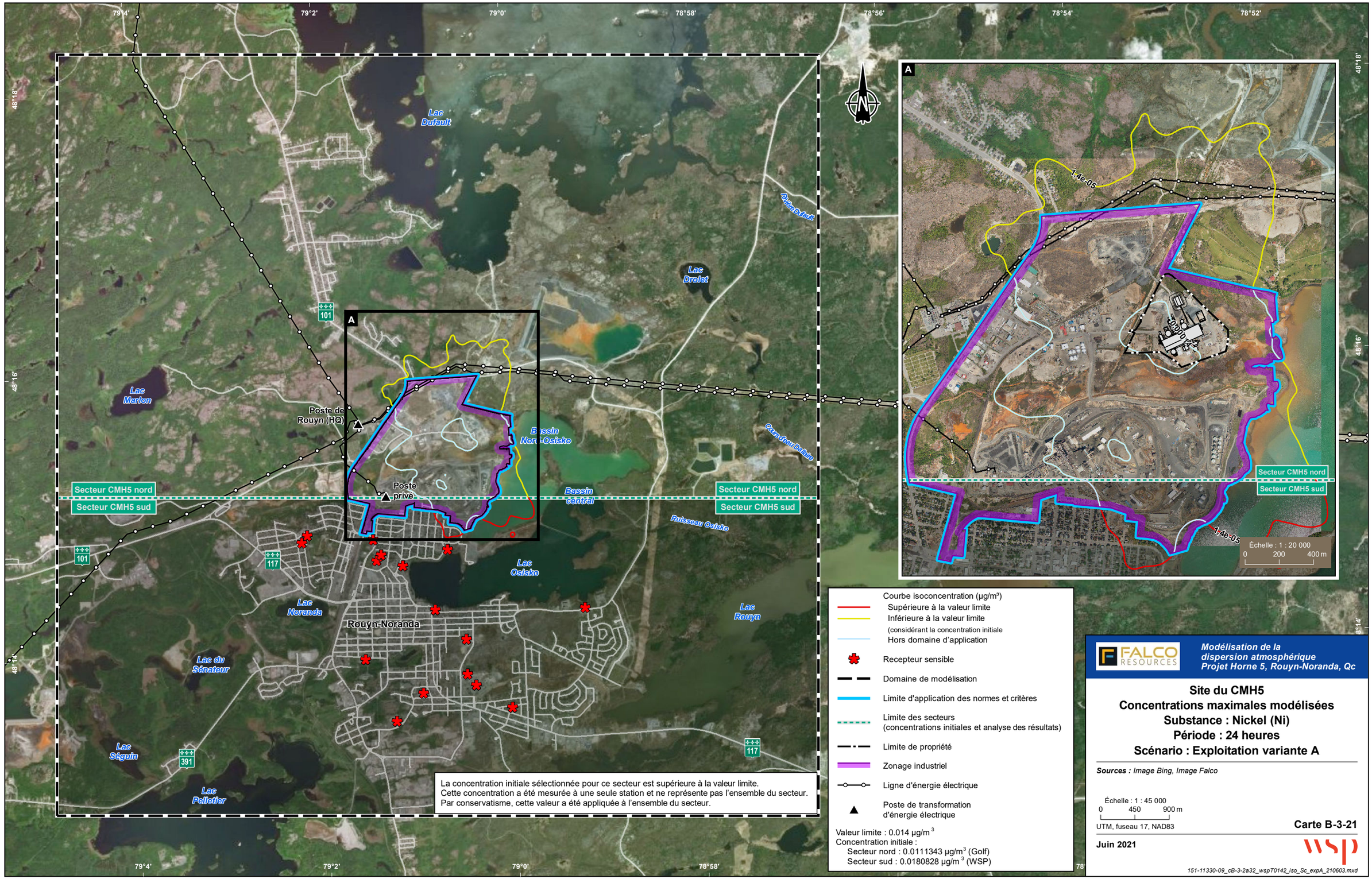
Carte B-3-19

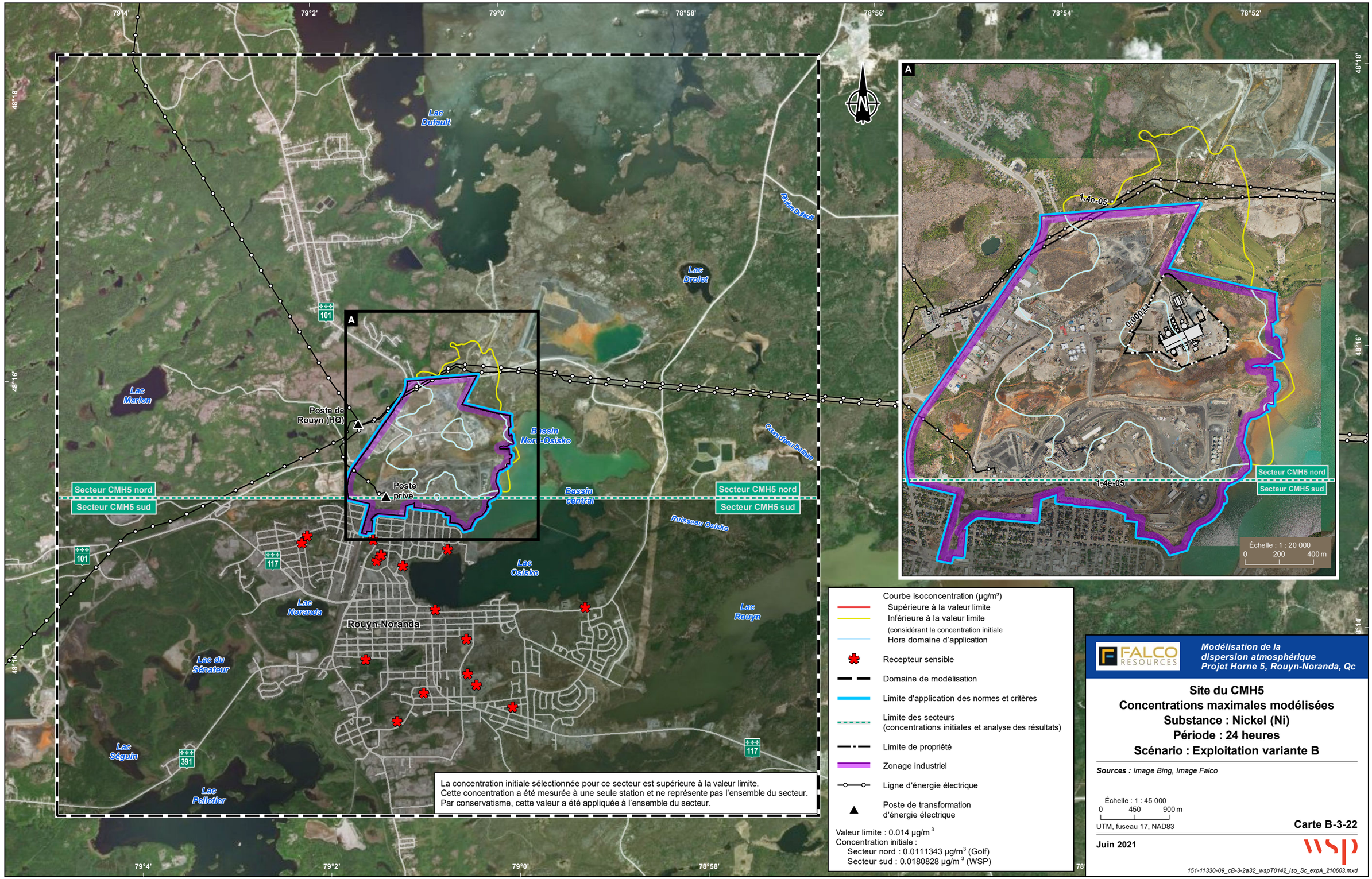
Juin 2021

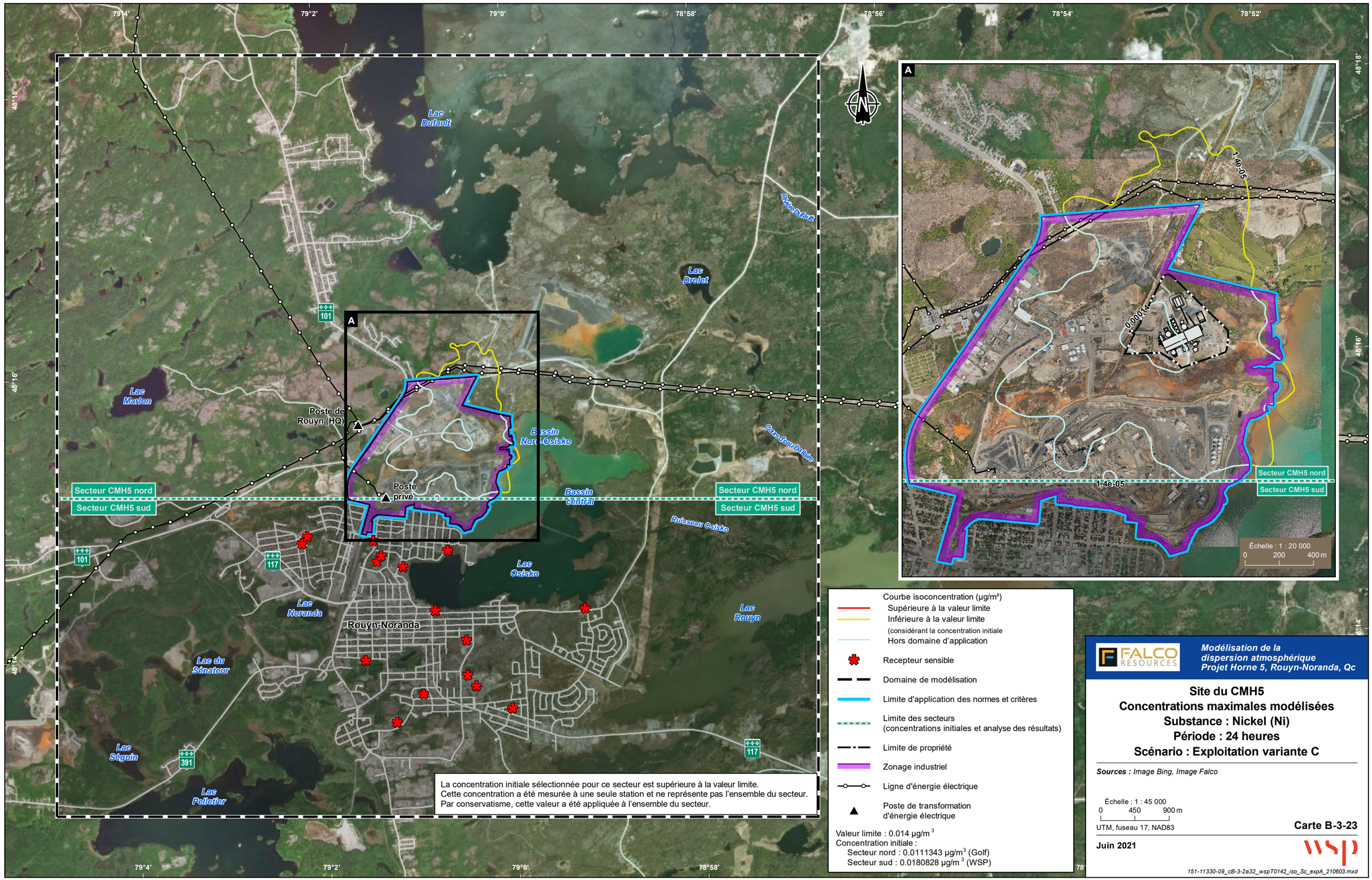
wsp

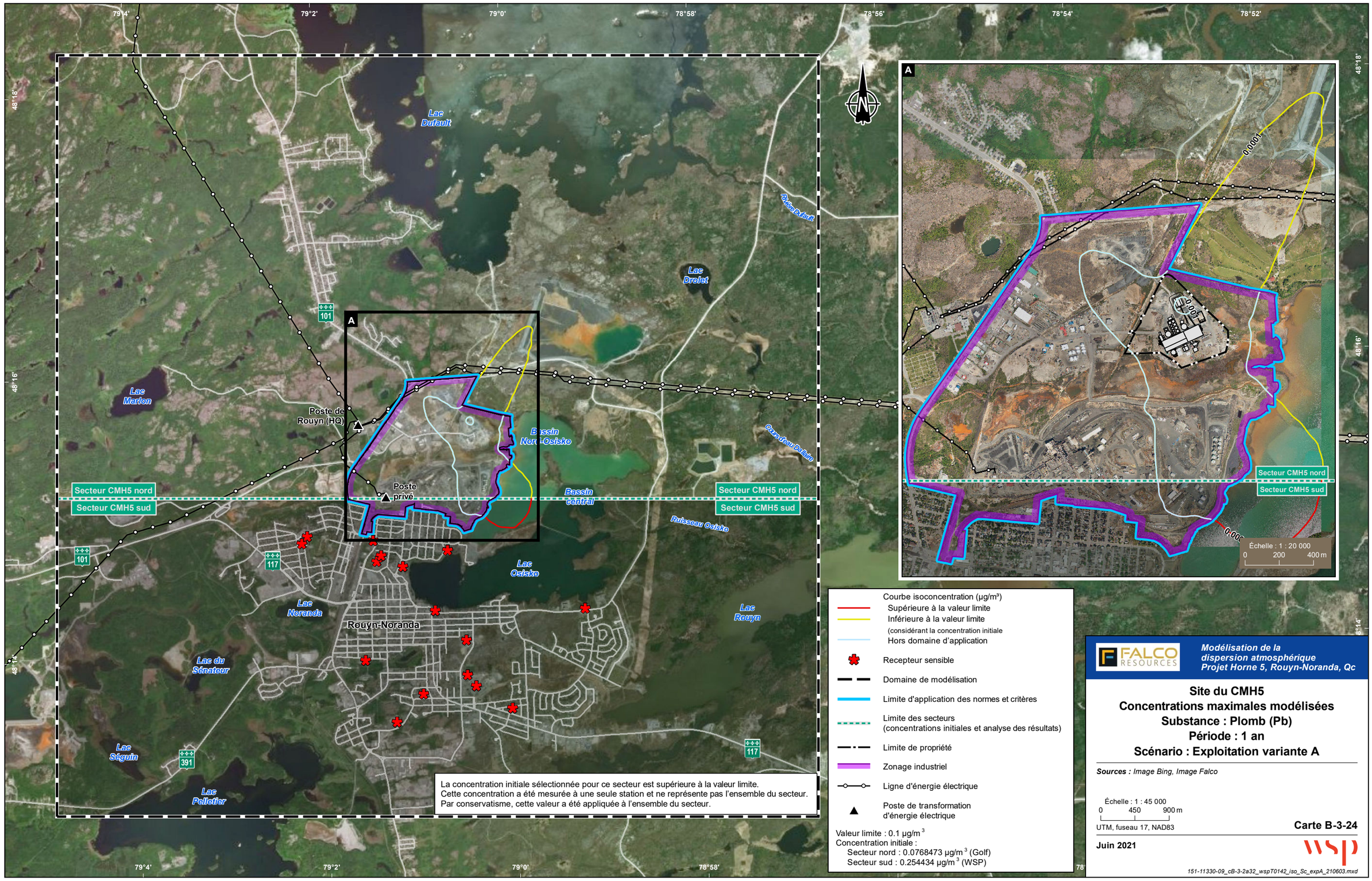
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd

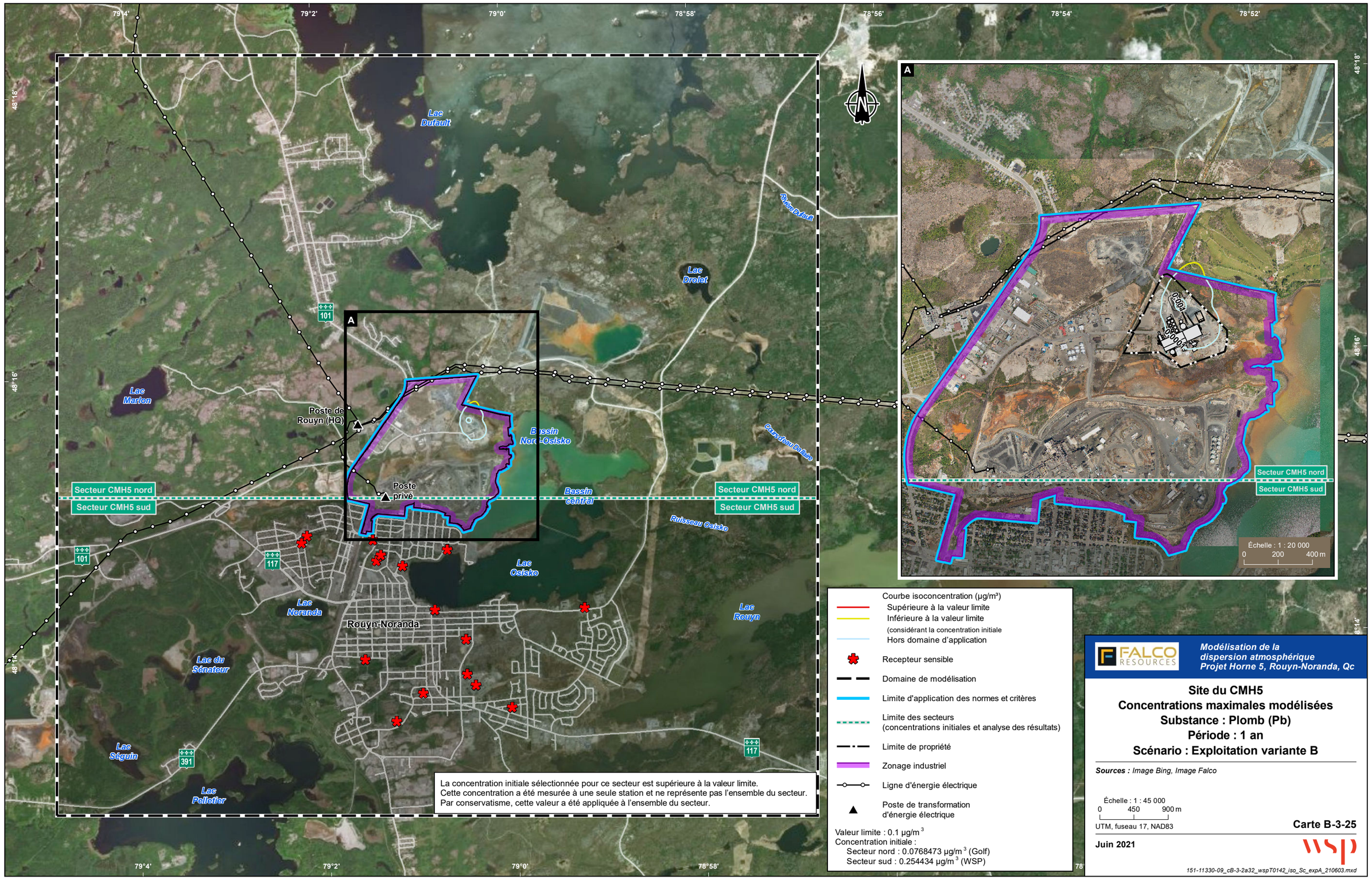

79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord Osisko
Bassin central
Cours d'eau Dallaire
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
A
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
0.0025
0.025
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
La concentration initiale sélectionnée pour ce secteur est supérieure à la valeur limite.
Cette concentration a été mesurée à une seule station et ne représente pas l'ensemble du secteur.
Par conservatisme, cette valeur a été appliquée à l'ensemble du secteur.
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 2.5 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 1.60367 µg/m 3 (Golf)
Secteur sud : 2.559 µg/m 3 (08045)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la
dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Cuivre (Cu)
Période : 24 heures
Scénario : Exploitation variante C
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-20
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd

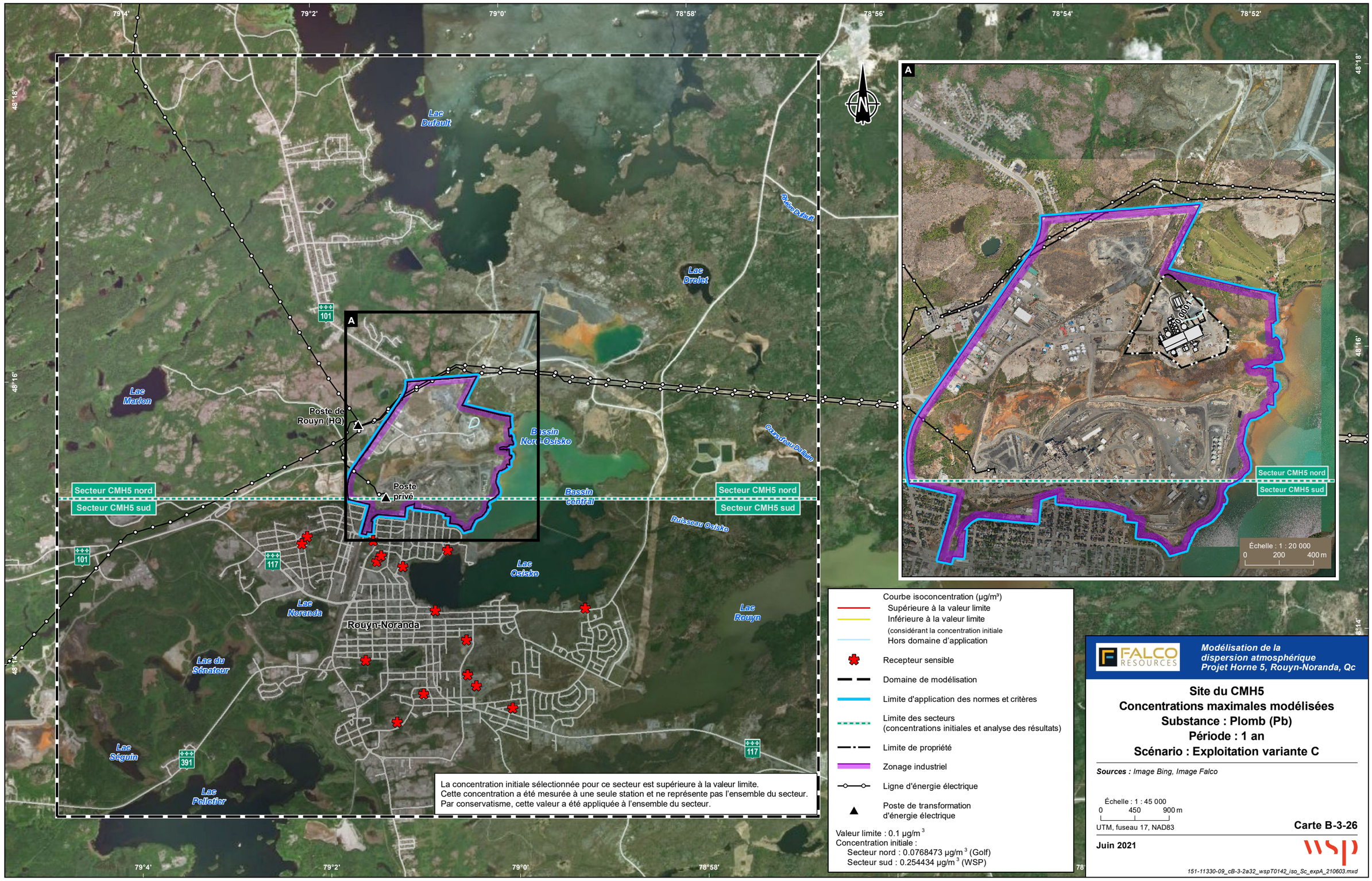

79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord-Osisko
Cours d'eau Dufault
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
A
1.4e-05
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
La concentration initiale sélectionnée pour ce secteur est supérieure à la valeur limite.
Cette concentration a été mesurée à une seule station et ne représente pas l'ensemble du secteur.
Par conservatisme, cette valeur a été appliquée à l'ensemble du secteur.
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 0.014 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 0.0111343 µg/m3 (Golf)
Secteur sud : 0.0180828 µg/m 3 (WSP)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Nickel (Ni)
Période : 24 heures
Scénario : Exploitation variante A
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-21
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd

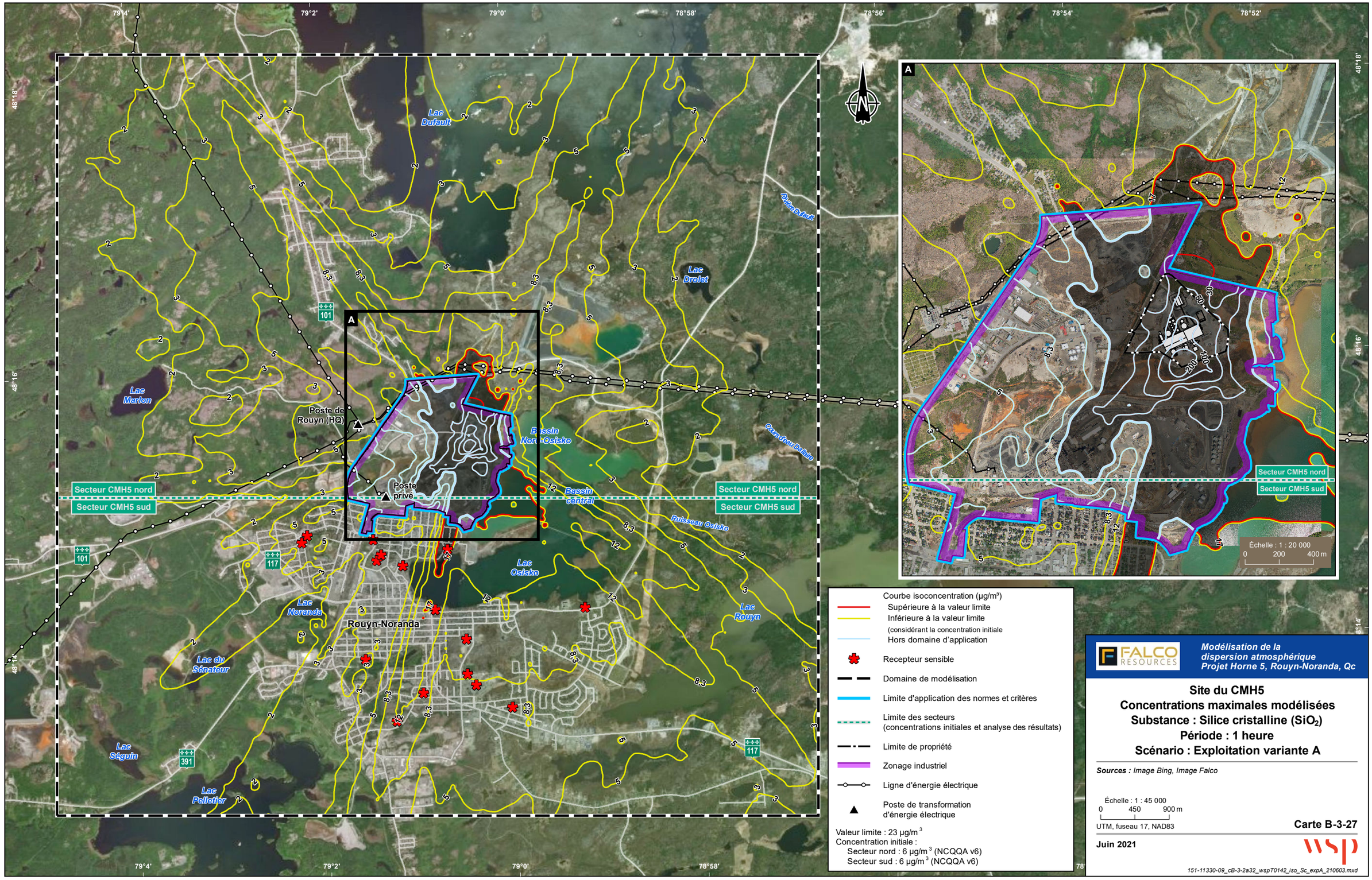

79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord-Osisko
Cours d'eau Dufault
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
A
1,4e-05
0,00014
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
La concentration initiale sélectionnée pour ce secteur est supérieure à la valeur limite.
Cette concentration a été mesurée à une seule station et ne représente pas l'ensemble du secteur.
Par conservatisme, cette valeur a été appliquée à l'ensemble du secteur.
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 0.014 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 0.0111343 µg/m3 (Golf)
Secteur sud : 0.0180828 µg/m 3 (WSP)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Nickel (Ni)
Période : 24 heures
Scénario : Exploitation variante B
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-22
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd

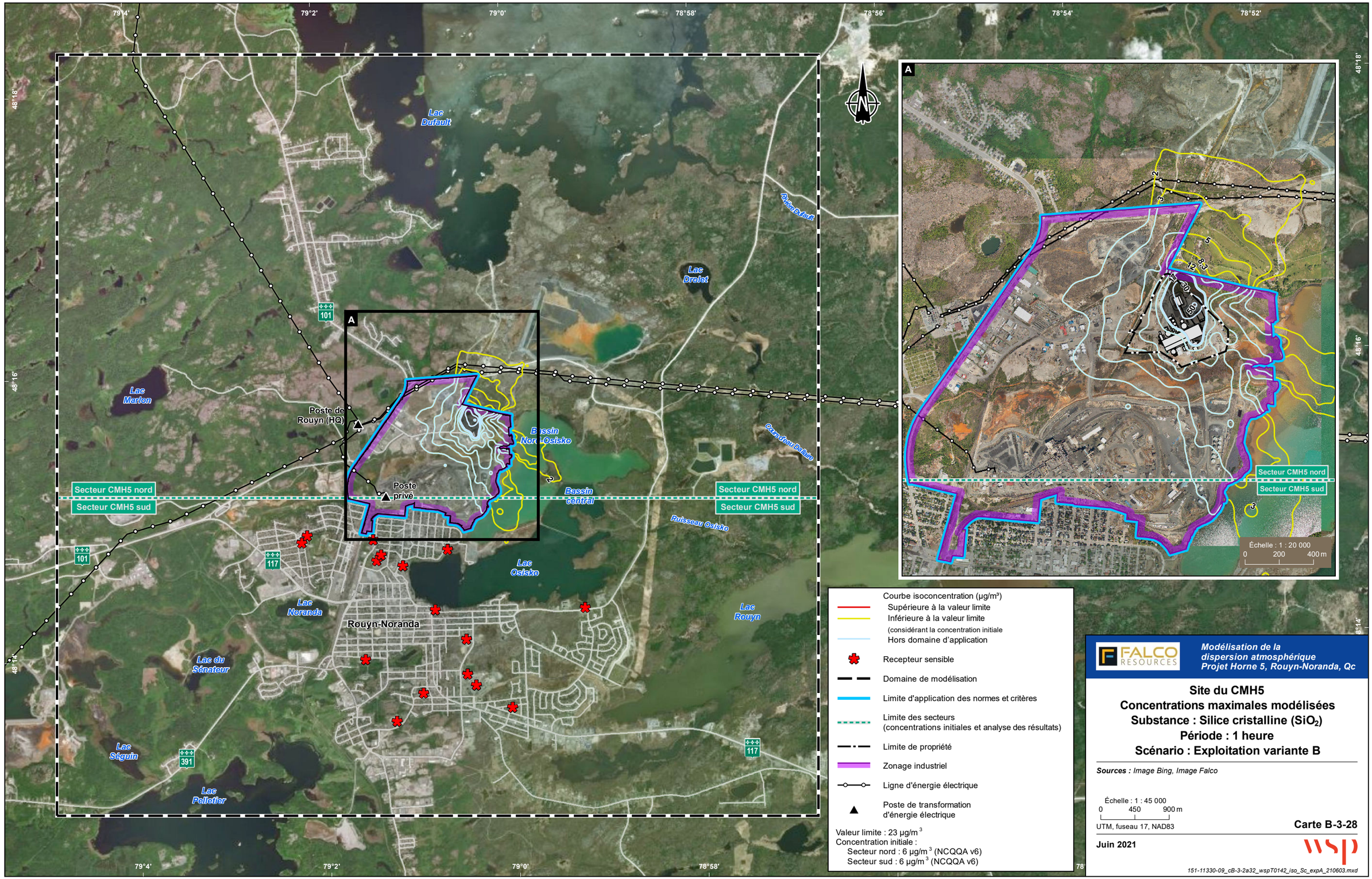

79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord-Osisko
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
A
1,4E-05
1,0E-05
1,4e-05
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
La concentration initiale sélectionnée pour ce secteur est supérieure à la valeur limite.
Cette concentration a été mesurée à une seule station et ne représente pas l'ensemble du secteur.
Par conservatisme, cette valeur a été appliquée à l'ensemble du secteur.
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 0.014 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 0.0111343 µg/m3 (Golf)
Secteur sud : 0.0180828 µg/m 3 (WSP)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Nickel (Ni)
Période : 24 heures
Scénario : Exploitation variante C
Sources : Image Bing, Image Falco
Carte B-3-23
Juin 2021
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd

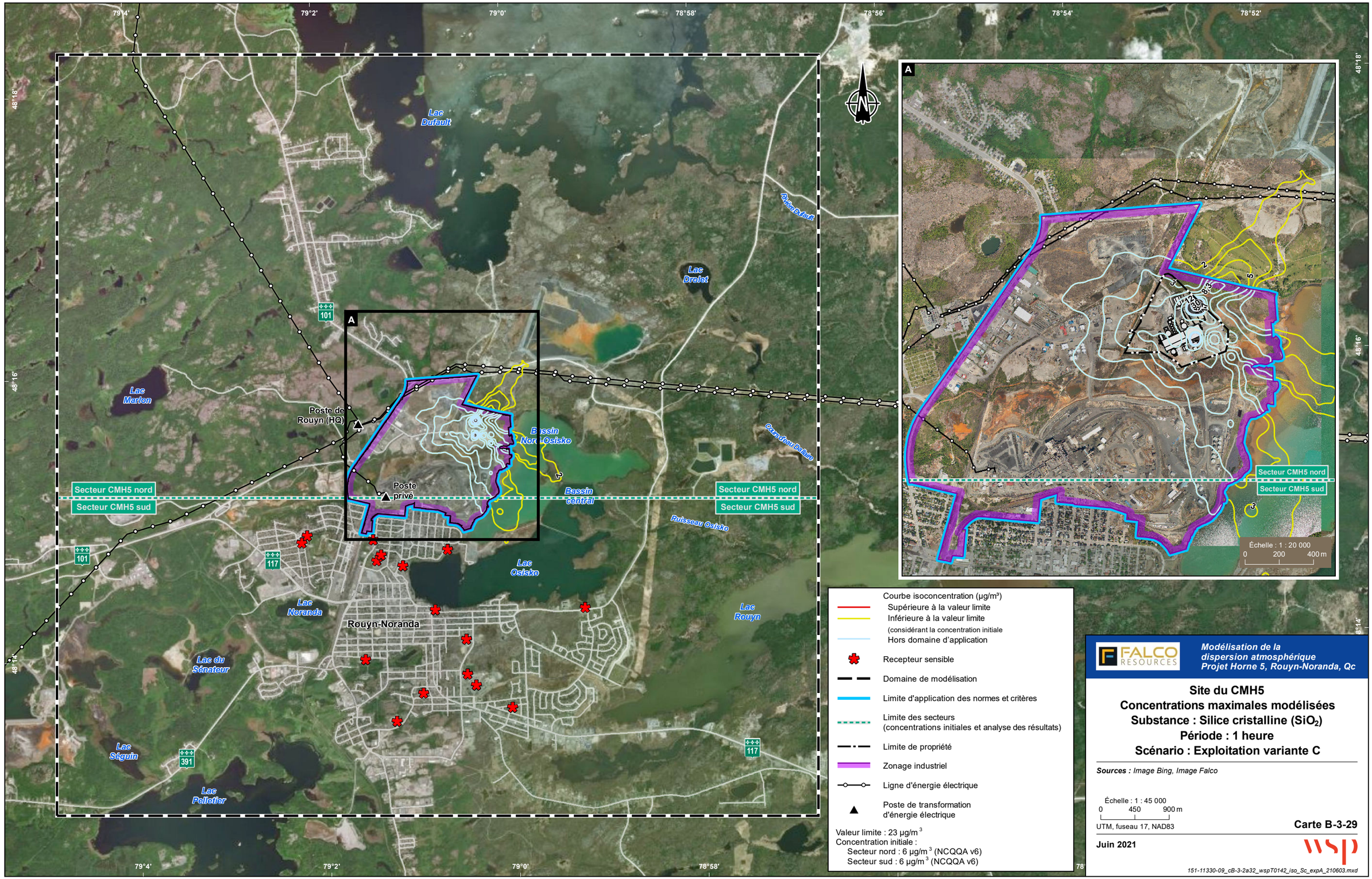

79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord Osisko
Cours d'eau Dallaire
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
A
1000 m
500 m
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
La concentration initiale sélectionnée pour ce secteur est supérieure à la valeur limite.
Cette concentration a été mesurée à une seule station et ne représente pas l'ensemble du secteur.
Par conservatisme, cette valeur a été appliquée à l'ensemble du secteur.
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 0.1 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 0.0768473 µg/m 3 (Golf)
Secteur sud : 0.254434 µg/m 3 (WSP)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la
dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Plomb (Pb)
Période : 1 an
Scénario : Exploitation variante A
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-24
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd

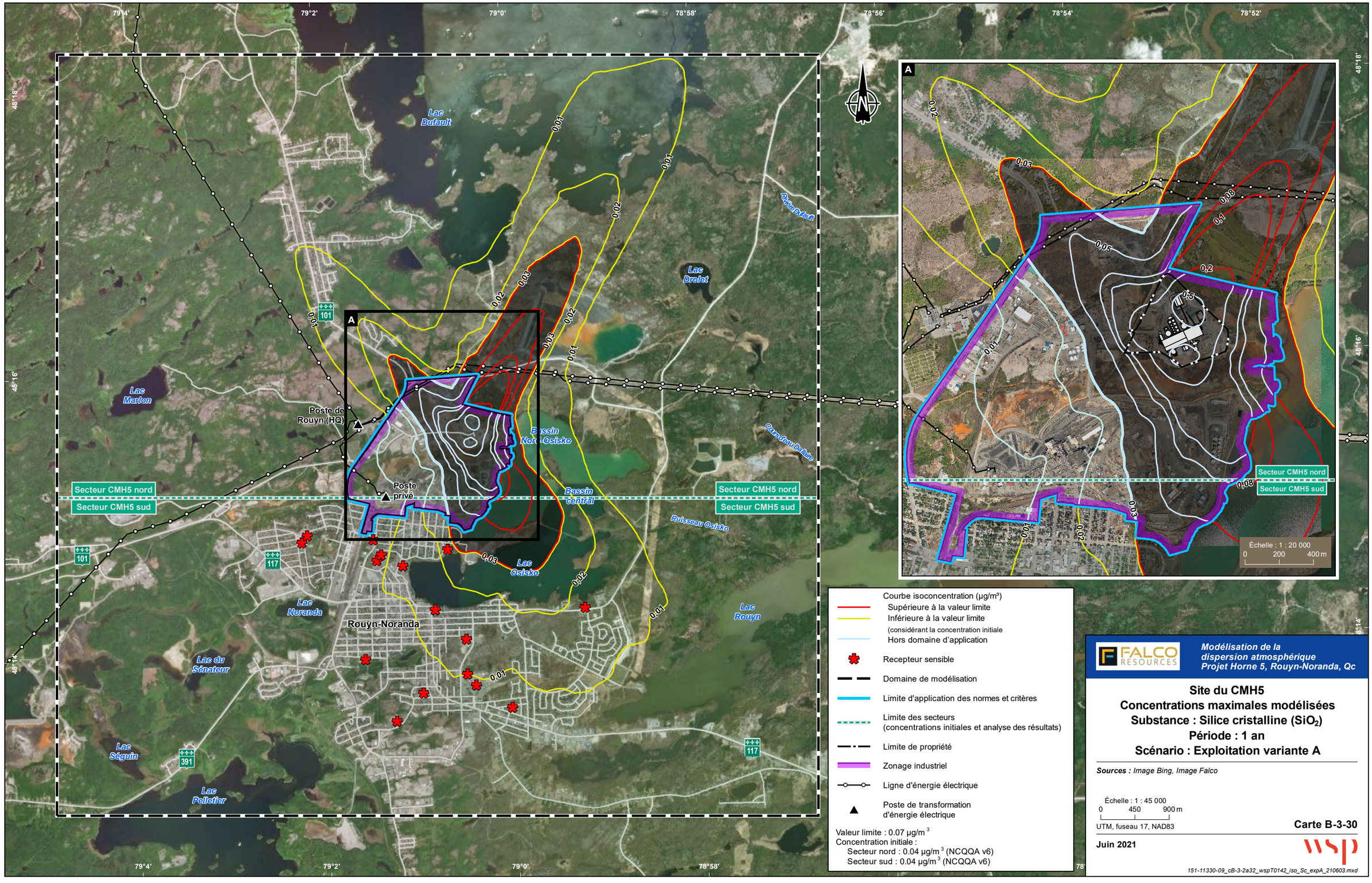

79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord Osisko
Bassin central
Cours d'eau Dallaire
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
A
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
La concentration initiale sélectionnée pour ce secteur est supérieure à la valeur limite.
Cette concentration a été mesurée à une seule station et ne représente pas l'ensemble du secteur.
Par conservatisme, cette valeur a été appliquée à l'ensemble du secteur.
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 0.1 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 0.0768473 µg/m 3 (Golf)
Secteur sud : 0.254434 µg/m 3 (WSP)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la
dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Plomb (Pb)
Période : 1 an
Scénario : Exploitation variante B
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-25
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd

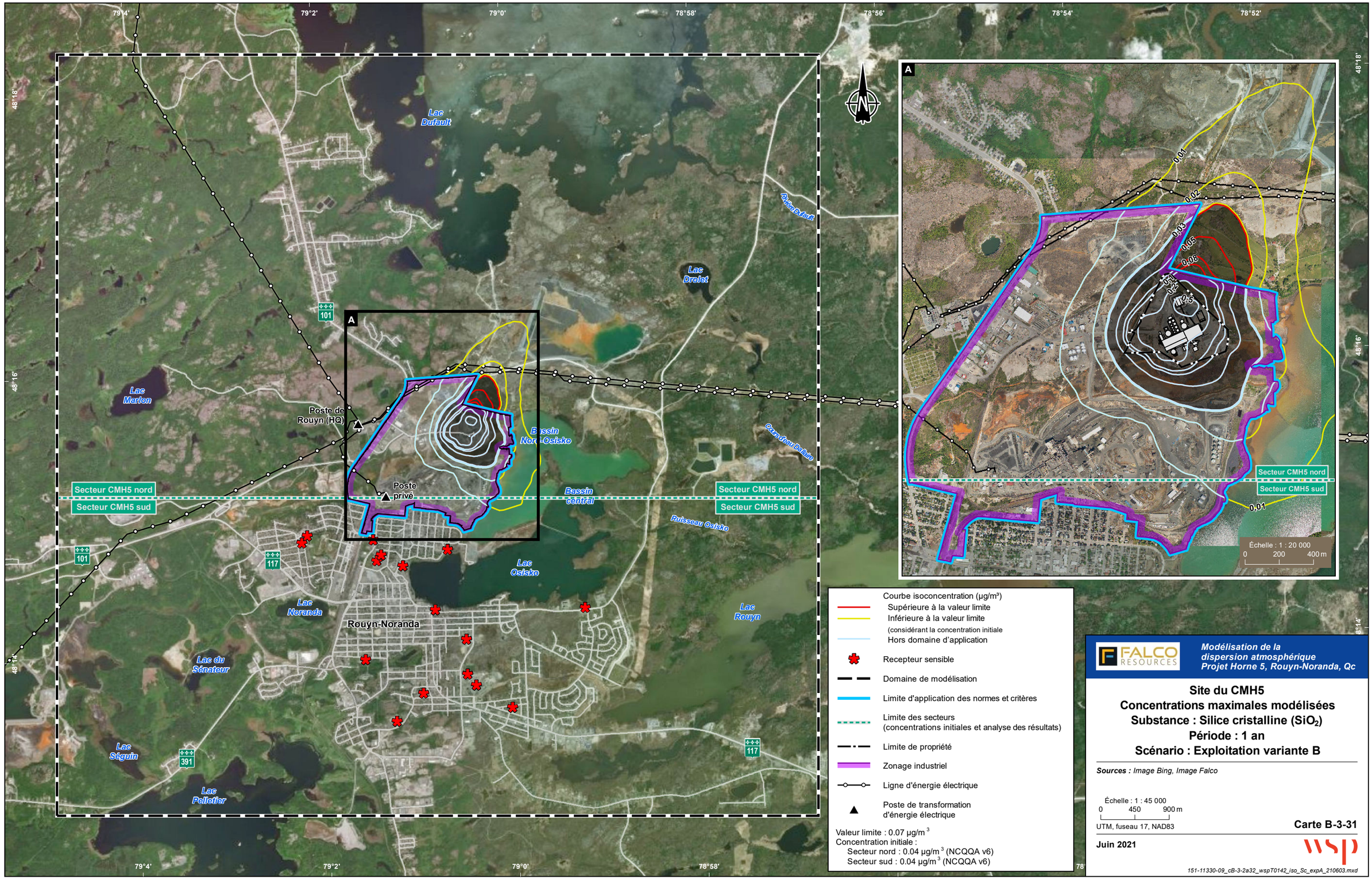

79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Droliet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord Osisko
Bassin central
Cours d'eau Dallaire
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
A
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
La concentration initiale sélectionnée pour ce secteur est supérieure à la valeur limite.
Cette concentration a été mesurée à une seule station et ne représente pas l'ensemble du secteur.
Par conservatisme, cette valeur a été appliquée à l'ensemble du secteur.
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 0.1 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 0.0768473 µg/m 3 (Golf)
Secteur sud : 0.254434 µg/m 3 (WSP)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la
dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Plomb (Pb)
Période : 1 an
Scénario : Exploitation variante C
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-26
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd


79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord Osisko
Bassin central
Cours d'eau Dallaire
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac du Sénateur
Lac Rouyn
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
A
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 23 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 6 µg/m 3 (NCQQA v6)
Secteur sud : 6 µg/m 3 (NCQQA v6)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la
dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Silice cristalline (SiO_2)
Période : 1 heure
Scénario : Exploitation variante A
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-27
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd


79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord-Osisko
Cours d'eau Dallaire
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
A
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 23 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 6 µg/m 3 (NCQQA v6)
Secteur sud : 6 µg/m 3 (NCQQA v6)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la
dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Silice cristalline (SiO_2)
Période : 1 heure
Scénario : Exploitation variante B
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-28
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd


79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Drolet
Lac Marlon
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord-Osisko
Cours d'eau Dallaire
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
A
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 23 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 6 µg/m 3 (NCQQA v6)
Secteur sud : 6 µg/m 3 (NCQQA v6)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Silice cristalline (SiO_2)
Période : 1 heure
Scénario : Exploitation variante C
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-29
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd


79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Lac Drolet
Rivière Dufault
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord Osisko
Bassin central
Cours d'eau Dufault
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
A
0,01
0,02
0,03
0,1
0,2
0,5
0,05
0,08
0,12
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 0.07 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 0.04 µg/m 3 (NCQQA v6)
Secteur sud : 0.04 µg/m 3 (NCQQA v6)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Silice cristalline (SiO_2)
Période : 1 an
Scénario : Exploitation variante A
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-30
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd


79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'
Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord-Osisko
Cours d'eau Dufault
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud
A
0,01
0,02
0,03
0,05
0,08
0,1
0,2
0,5
1
2
5
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation
d'énergie électrique
Valeur limite : 0.07 µg/m 3
Concentration initiale :
Secteur nord : 0.04 µg/m 3 (NCQQA v6)
Secteur sud : 0.04 µg/m 3 (NCQQA v6)
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Silice cristalline (SiO_2)
Période : 1 an
Scénario : Exploitation variante B
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-31
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd

79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°18'
48°16'
48°14'

Lac Dufault
Rivière Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord-Osisko
Cours d'eau Dallaire
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac du Sénateur
Lac Rouyn
Lac Séguin
Lac Pelletier

101
117
391

Secteur CMH5 nord
Secteur CMH5 sud

A

0,01
0,02
0,03
0,05
0,08
0,1
0,4

Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m

Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation d'énergie électrique

Valeur limite : 0.07 µg/m ^{3}
Concentration initiale :
Secteur nord : 0.04 µg/m ^{3} (NCQQA v6)
Secteur sud : 0.04 µg/m ^{3} (NCQQA v6)

FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site du CMH5
Concentrations maximales modélisées
Substance : Silice cristalline (SiO_2)
Période : 1 an
Scénario : Exploitation variante C

Sources : *Image Bing, Image Falco*

Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-3-32

Juin 2021

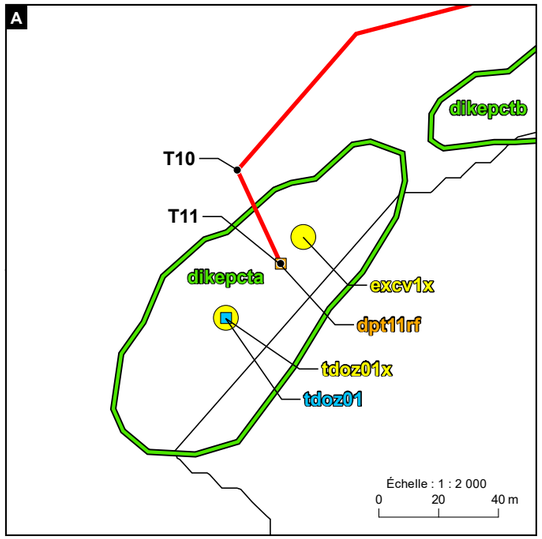
wsp

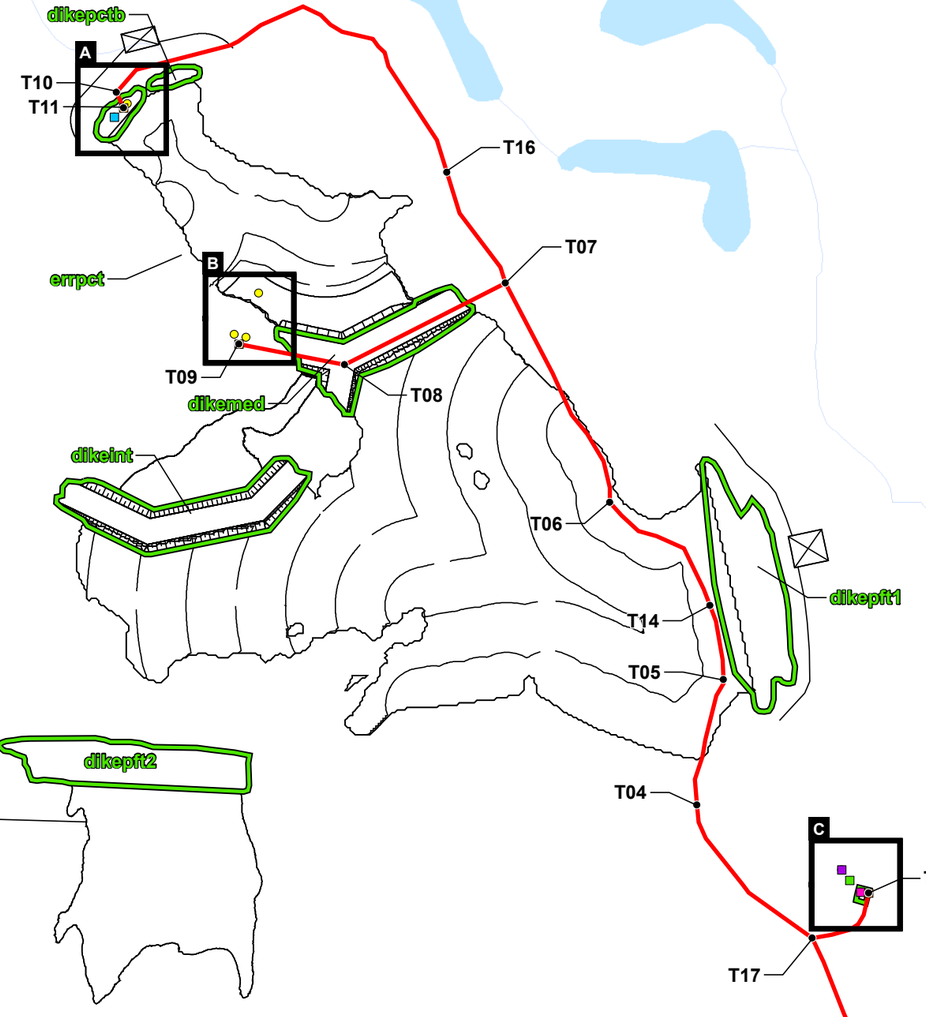
151-11330-09_cB-3-2a32_wspT0142_iso_Sc_expA_210603.mxd

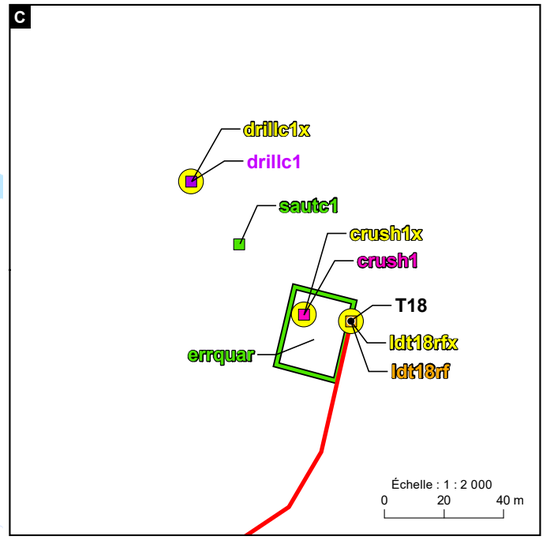
ANNEXE

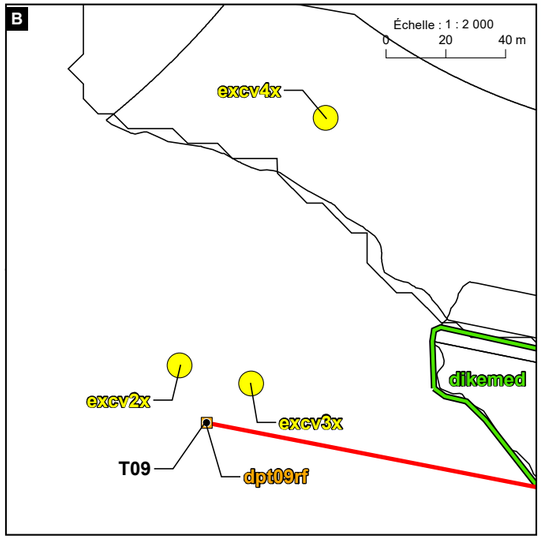
B-4 *SITE DES IGRM – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION*

79°5'
79°4'
79°3'
79°2'
48°22'
48°21'









Lac Waite

- Extrémité de segment de routage
- Routage

Source ponctuelle

- Gaz d'échappement

Source volumique

- Boutage
- Forage
- Sautage
- Concasseur
- Chargement/Dechargement

Source surfacique

- Érosion éolienne

FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site des IGRM - Scénario de construction
Sources d'émissions utilisées pour la modélisation de la dispersion atmosphérique

Source : *CanVec version 10, 1/50 000, RNCan*

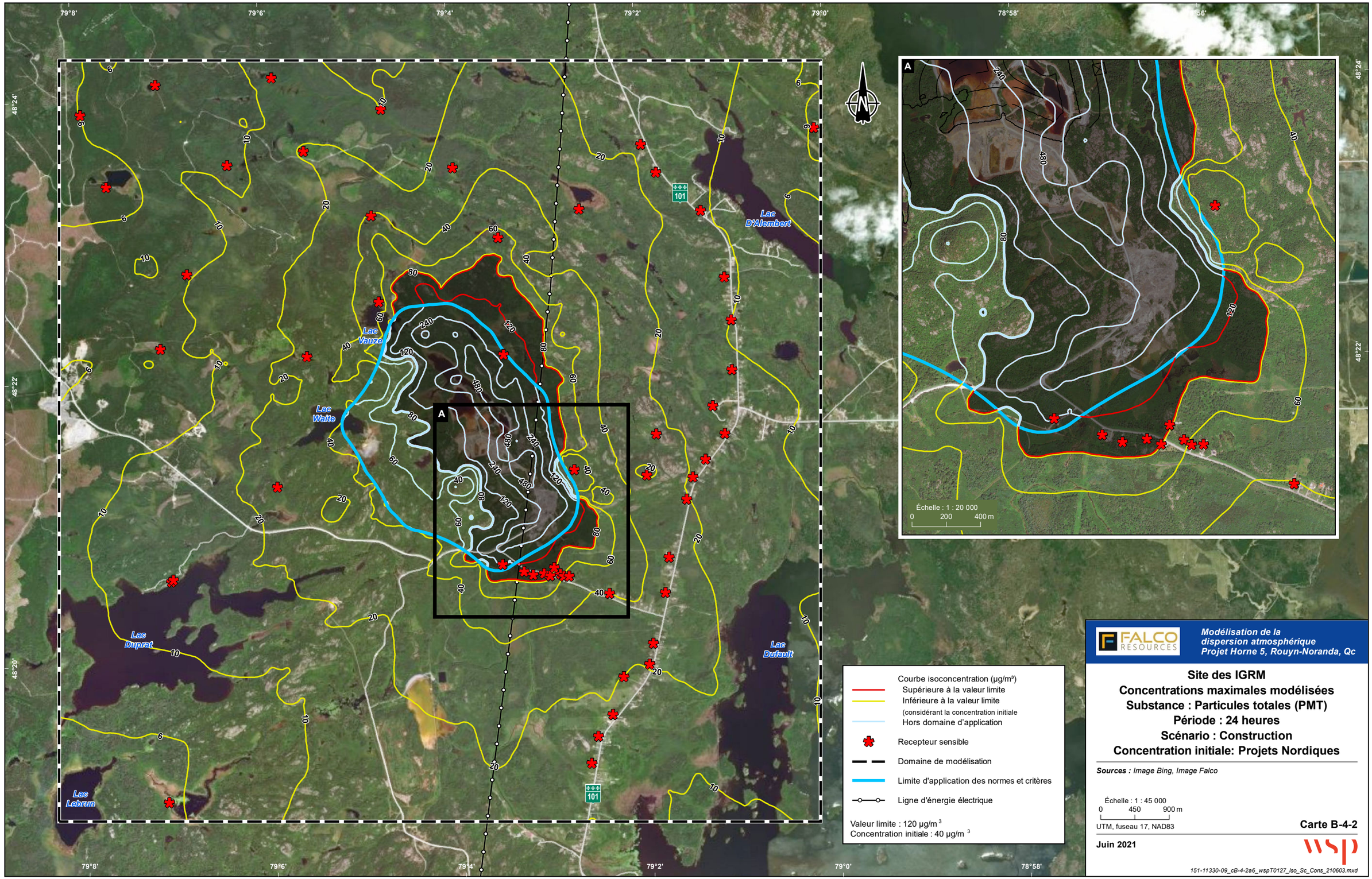
Échelle : 1 : 12 000
0 120 240 m
UTM, fuseau 17, NAD83

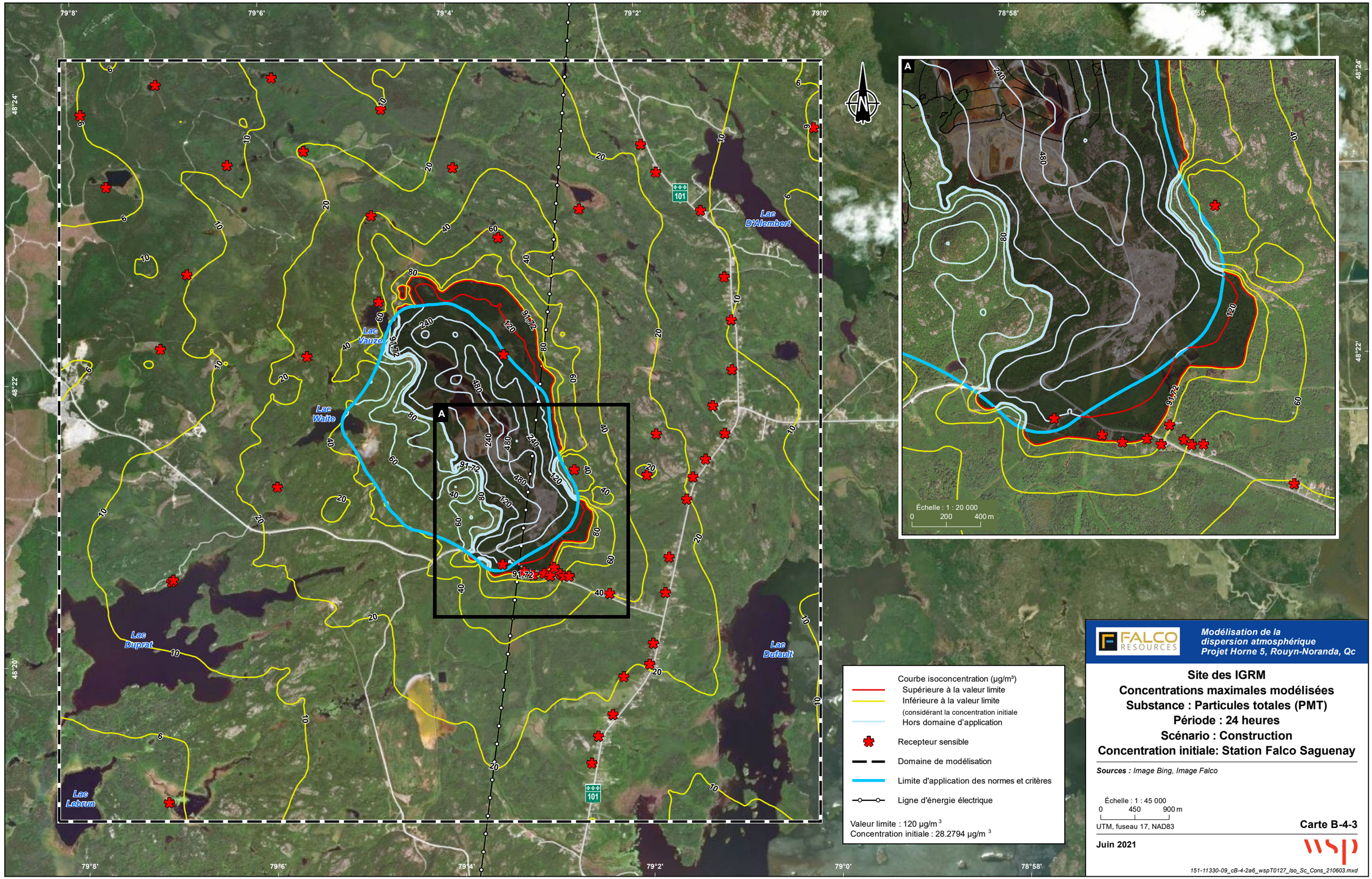
Carte B-4-1

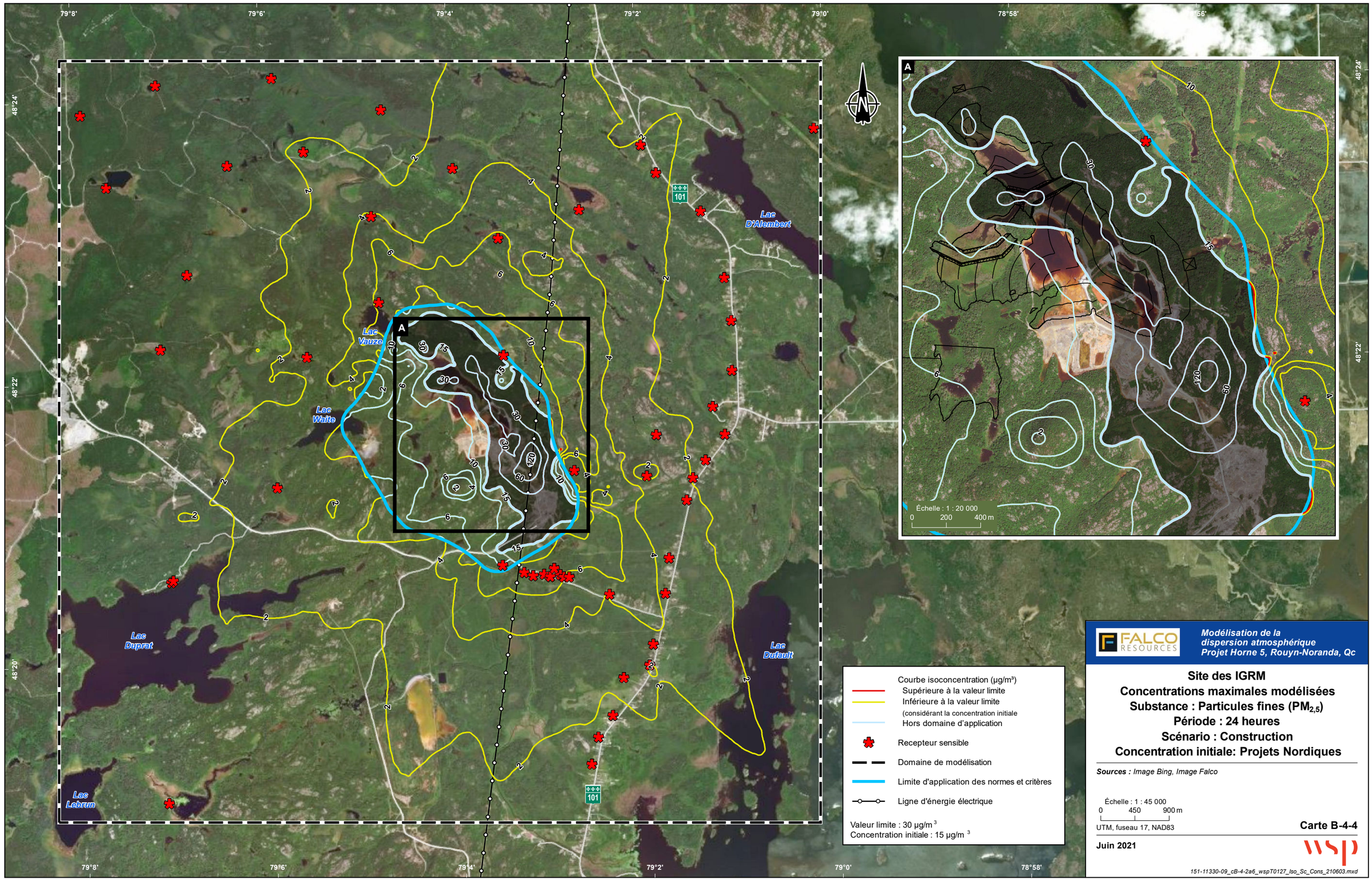
Juin 2021

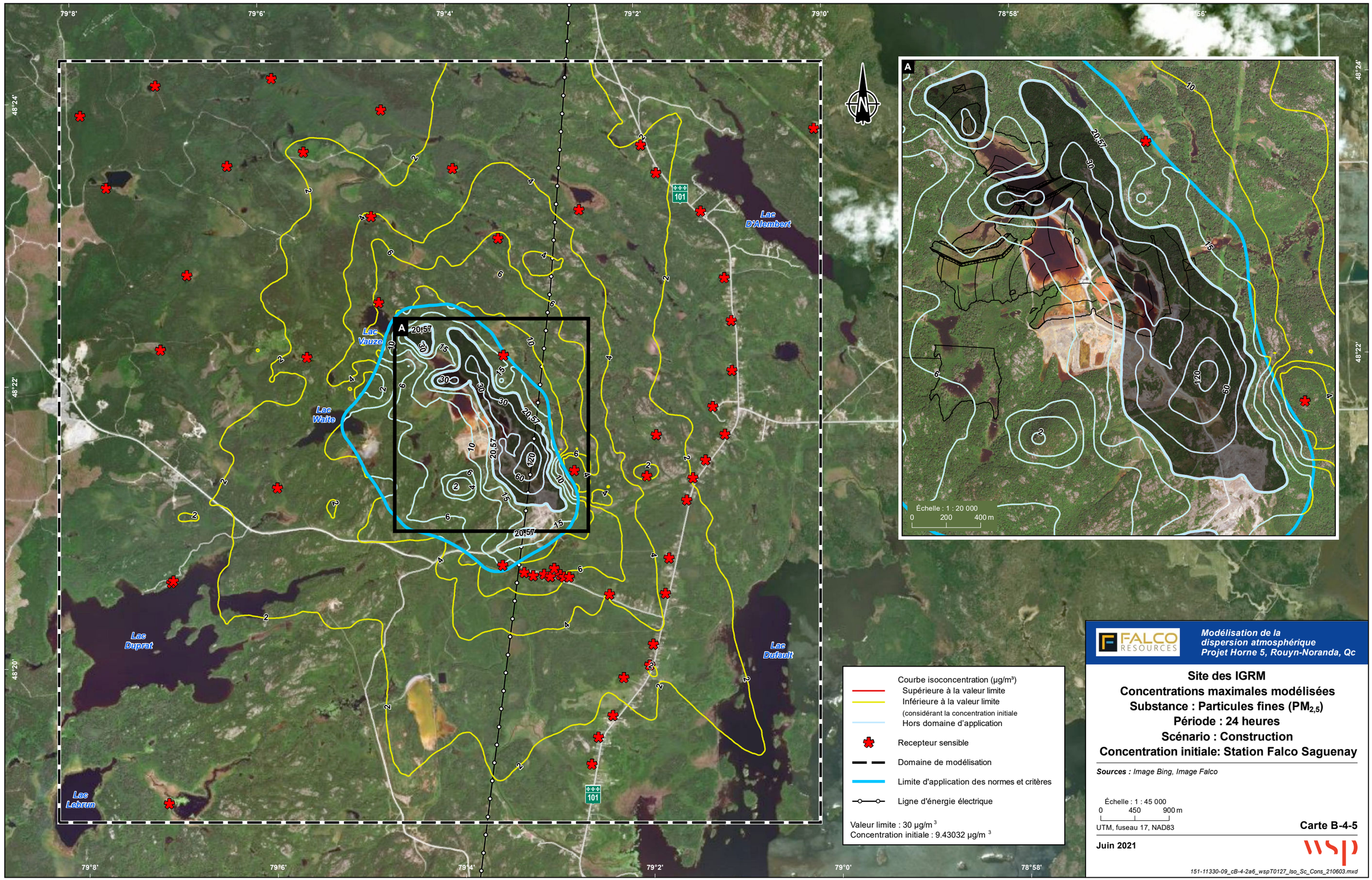
wsp

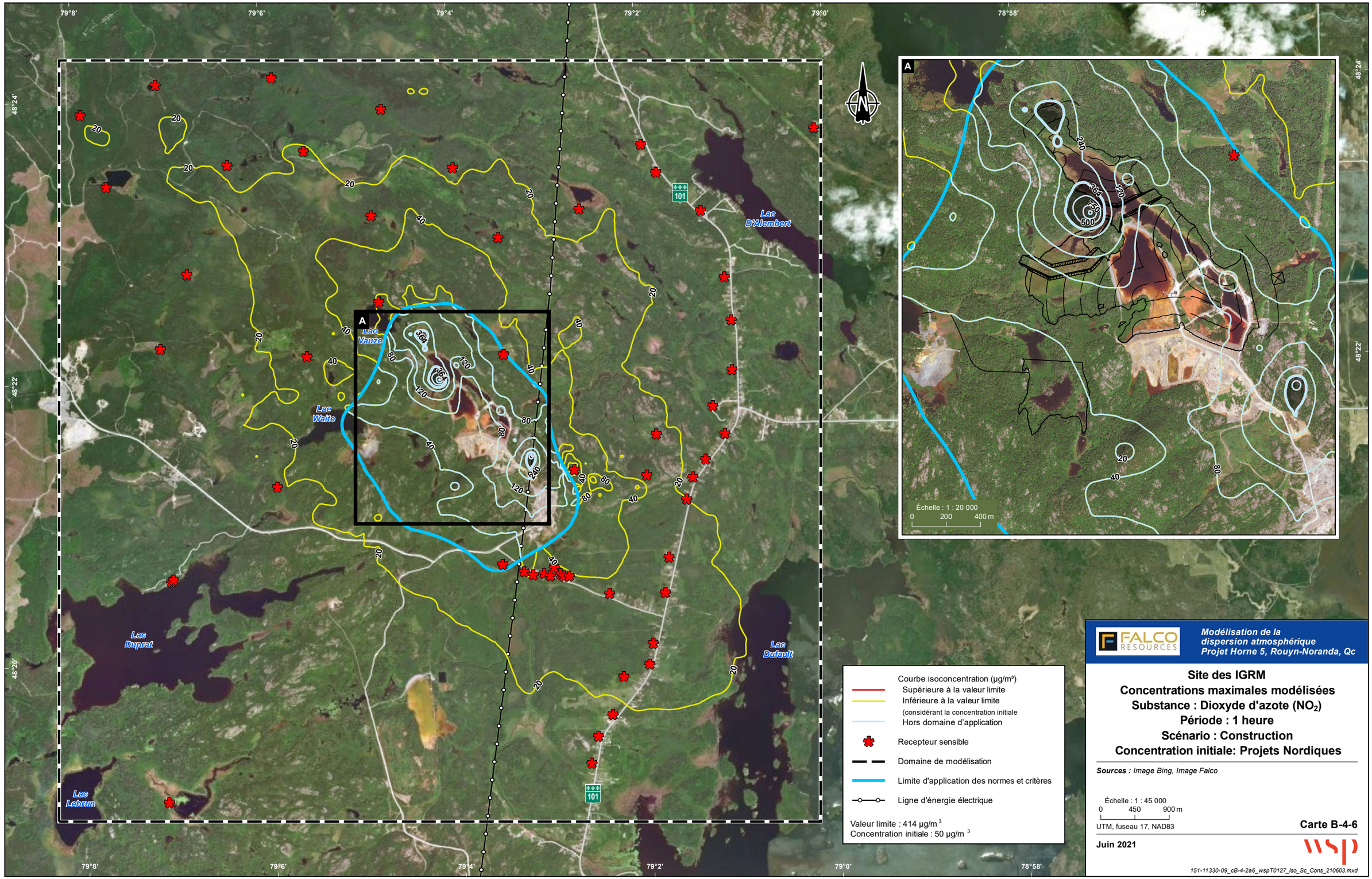
151-11330-09_cB-4-1_wspT119_sourceRCons_210603.mxd


79°8'
79°6'
79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
48°24'
48°22'
48°20'
Lac Vauze
Lac Waite
Lac D'Alembert
Lac Duprat
Lac Lebrun
Lac Dufault
101
A
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Ligne d'énergie électrique
Valeur limite : 120 µg/m 3
Concentration initiale : 40 µg/m 3
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site des IGRM
Concentrations maximales modélisées
Substance : Particules totales (PMT)
Période : 24 heures
Scénario : Construction
Concentration initiale: Projets Nordiques
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-4-2
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-4-2a6_wspT0127_Iso_Sc_Cons_210603.mxd


79°8'
79°6'
79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
56'
48°24'
48°22'
48°20'
Lac Vauze
Lac Waite
Lac Duprat
Lac Lebrun
Lac D'Alembert
Lac Dufault
101
A
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Ligne d'énergie électrique
Valeur limite : 120 µg/m 3
Concentration initiale : 28.2794 µg/m 3
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site des IGRM
Concentrations maximales modélisées
Substance : Particules totales (PMT)
Période : 24 heures
Scénario : Construction
Concentration initiale: Station Falco Saguenay
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-4-3
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-4-2a6_wspT0127_lsq_Sc_Cons_210603.mxd


79°8'
79°6'
79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
48°24'
48°22'
48°20'
A
Lac Vauze
Lac Waite
Lac D'Alembert
Lac Duprat
Lac Dufault
Lac Lebrun
101
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Ligne d'énergie électrique
Valeur limite : 30 µg/m 3
Concentration initiale : 15 µg/m 3
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site des IGRM
Concentrations maximales modélisées
Substance : Particules fines ($PM_{2,5}$)
Période : 24 heures
Scénario : Construction
Concentration initiale: Projets Nordiques
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-4-4
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-4-2a6_wspT0127_Iso_Sc_Cons_210603.mxd


79°8'
79°6'
79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
48°24'
48°22'
48°20'
A
20,57
Lac Vauze
Lac Waite
Lac D'Alembert
Lac Duprat
Lac Dufault
Lac Lebrun
101
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Ligne d'énergie électrique
Valeur limite : 30 µg/m 3
Concentration initiale : 9.43032 µg/m 3
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site des IGRM
Concentrations maximales modélisées
Substance : Particules fines ($PM_{2,5}$)
Période : 24 heures
Scénario : Construction
Concentration initiale: Station Falco Saguenay
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-4-5
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-4-2a6_wspT0127_Iso_Sc_Cons_210603.mxd


79°8'
79°6'
79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
48°24'
48°22'
48°20'
A
Lac Vauze
Lac Waite
Lac Duprat
Lac Lebrun
Lac D'Alembert
Lac Dufault
101
20
40
80
120
240
360
500
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Ligne d'énergie électrique
Valeur limite : 414 µg/m 3
Concentration initiale : 50 µg/m 3
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site des IGRM
Concentrations maximales modélisées
Substance : Dioxyde d'azote (NO_2)
Période : 1 heure
Scénario : Construction
Concentration initiale: Projets Nordiques
Sources : Image Bing, Image Falco
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-4-6
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-4-2a6_wspT0127_lsq_Sc_Cons_210603.mxd

ANNEXE

B-5 *SITE DES IGRM – SCÉNARIO D'ÉROSION ÉOLIENNE*

79°5'
79°4'
79°3'
79°2'
48°22'
48°21'
Lac Waite
errpit
errpit3
errpit2
errpit1

Source surfacique

Érosion éolienne

FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site des IGRM - Scénario d'érosion éolienne
Sources d'émissions utilisées pour la modélisation de la dispersion atmosphérique

Source : *CanVec version 10, 1/50 000, RNCan*

Échelle : 1 : 12 000
0 120 240 m

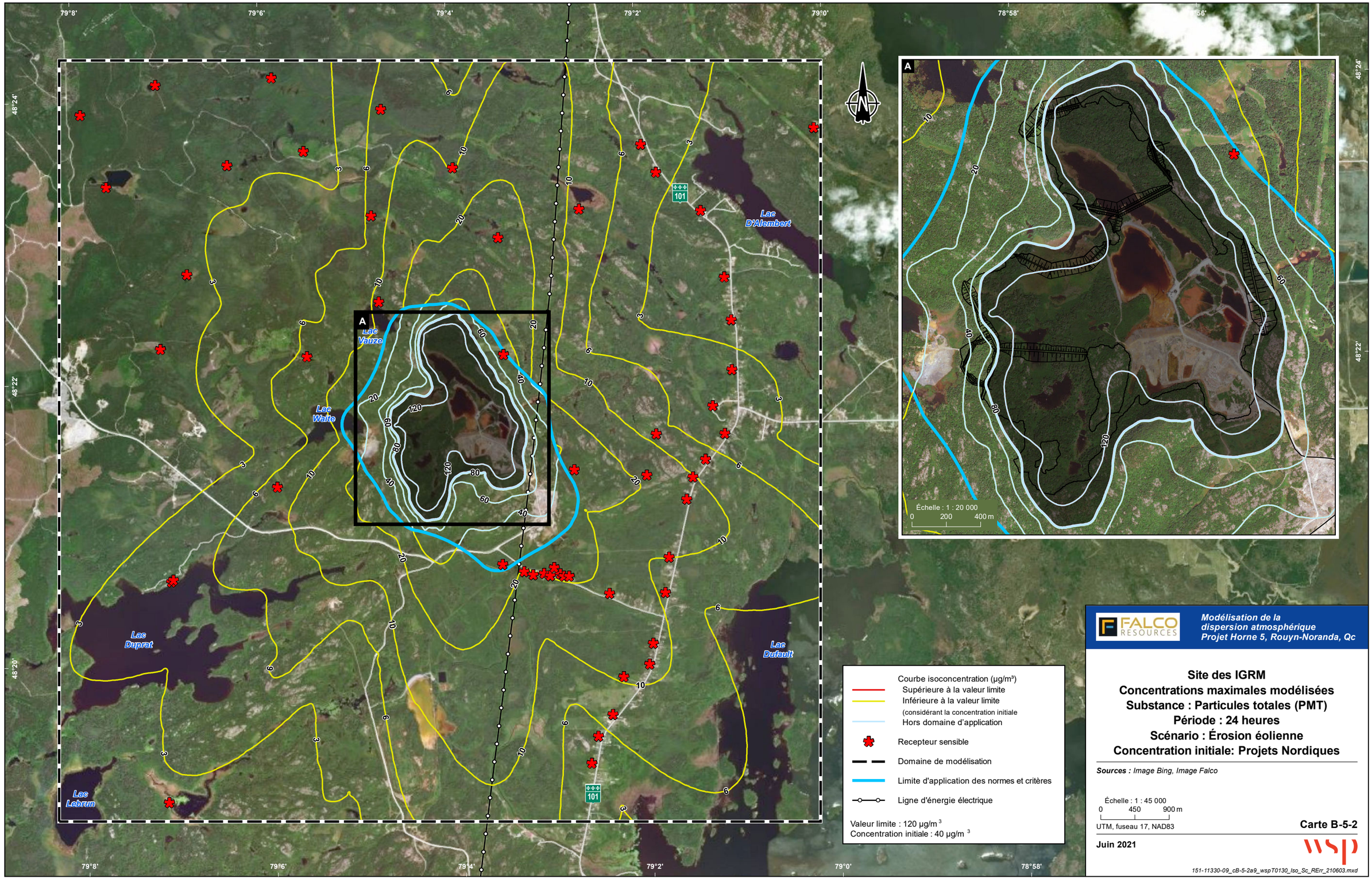
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-5-1

Juin 2021

wsp

151-11330-09_cB-5-1_wspT120_sourceREirr_210603.mxd



FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site des IGRM
Concentrations maximales modélisées
Substance : Particules totales (PMT)
Période : 24 heures
Scénario : Érosion éolienne
Concentration initiale: Projets Nordiques

Sources : *Image Bing, Image Falco*

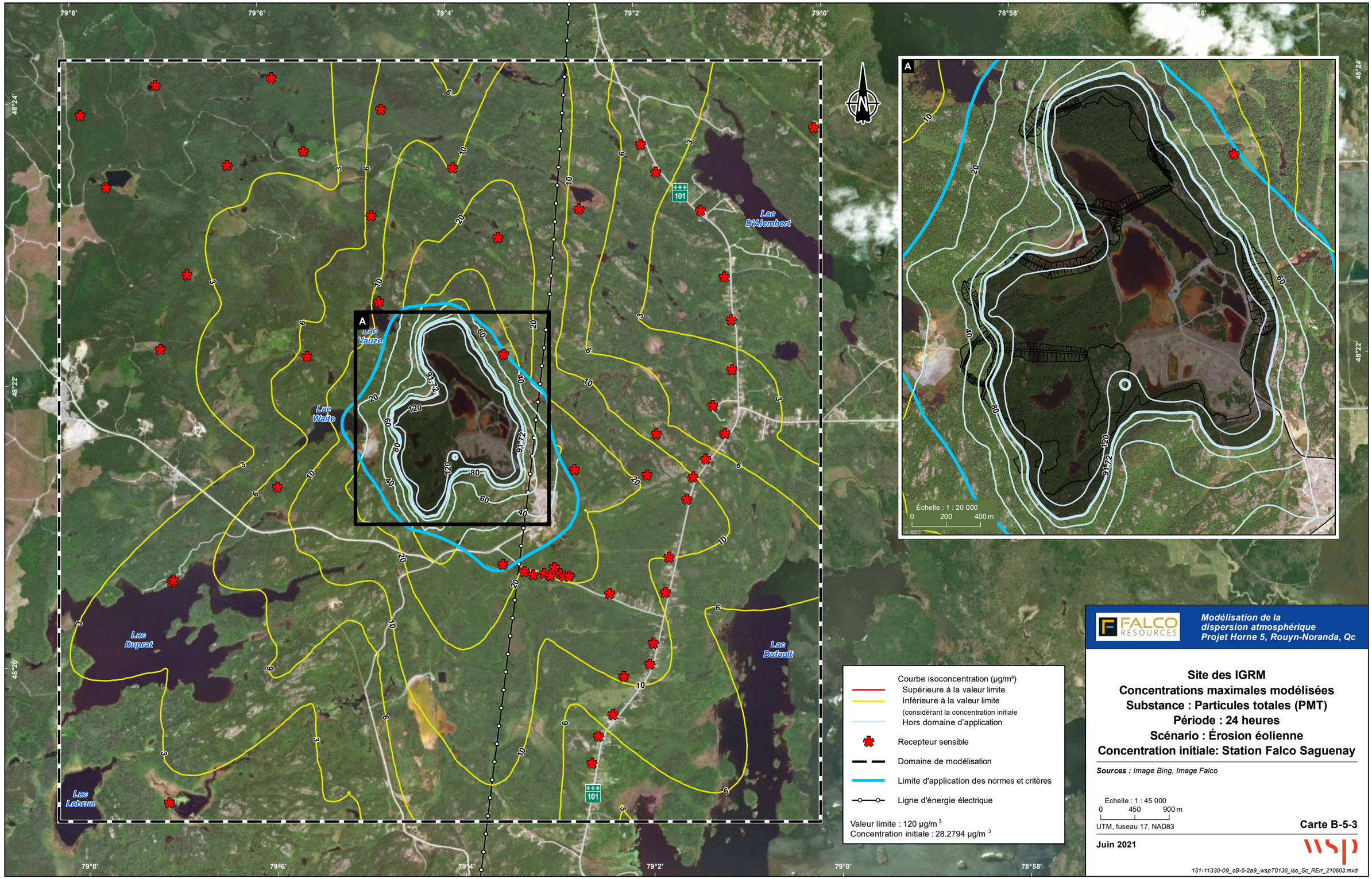
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83

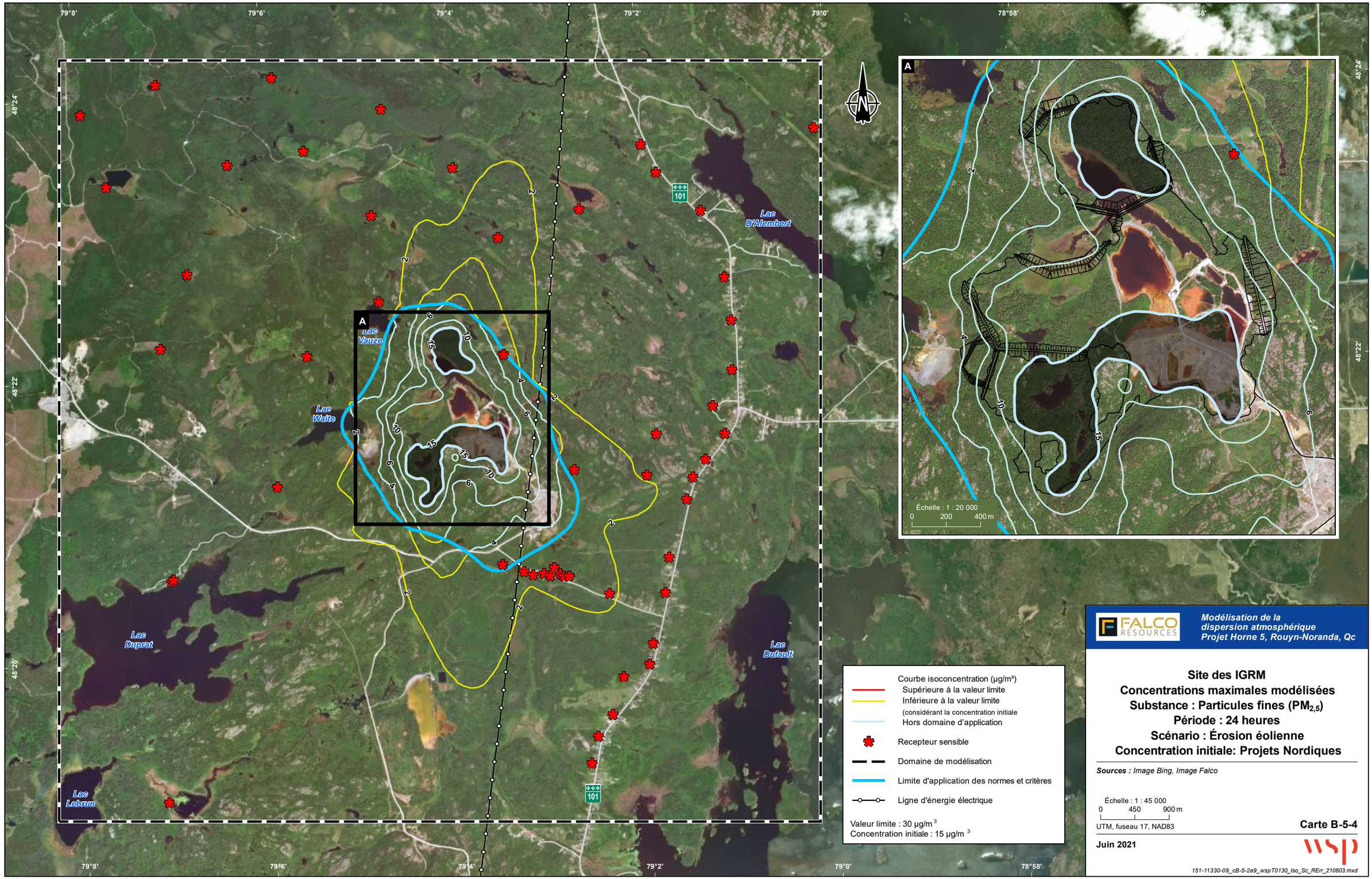
Carte B-5-2

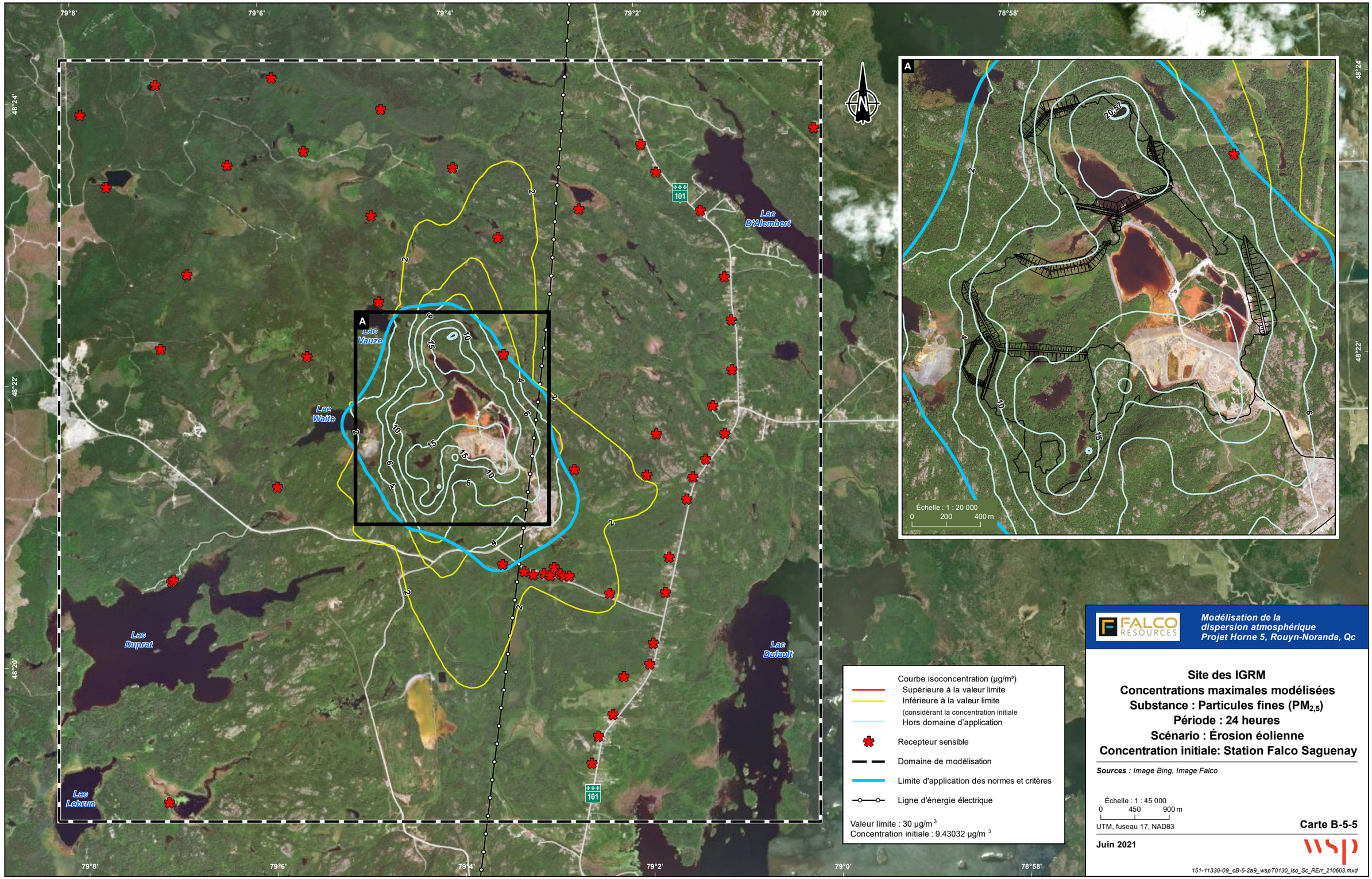
Juin 2021

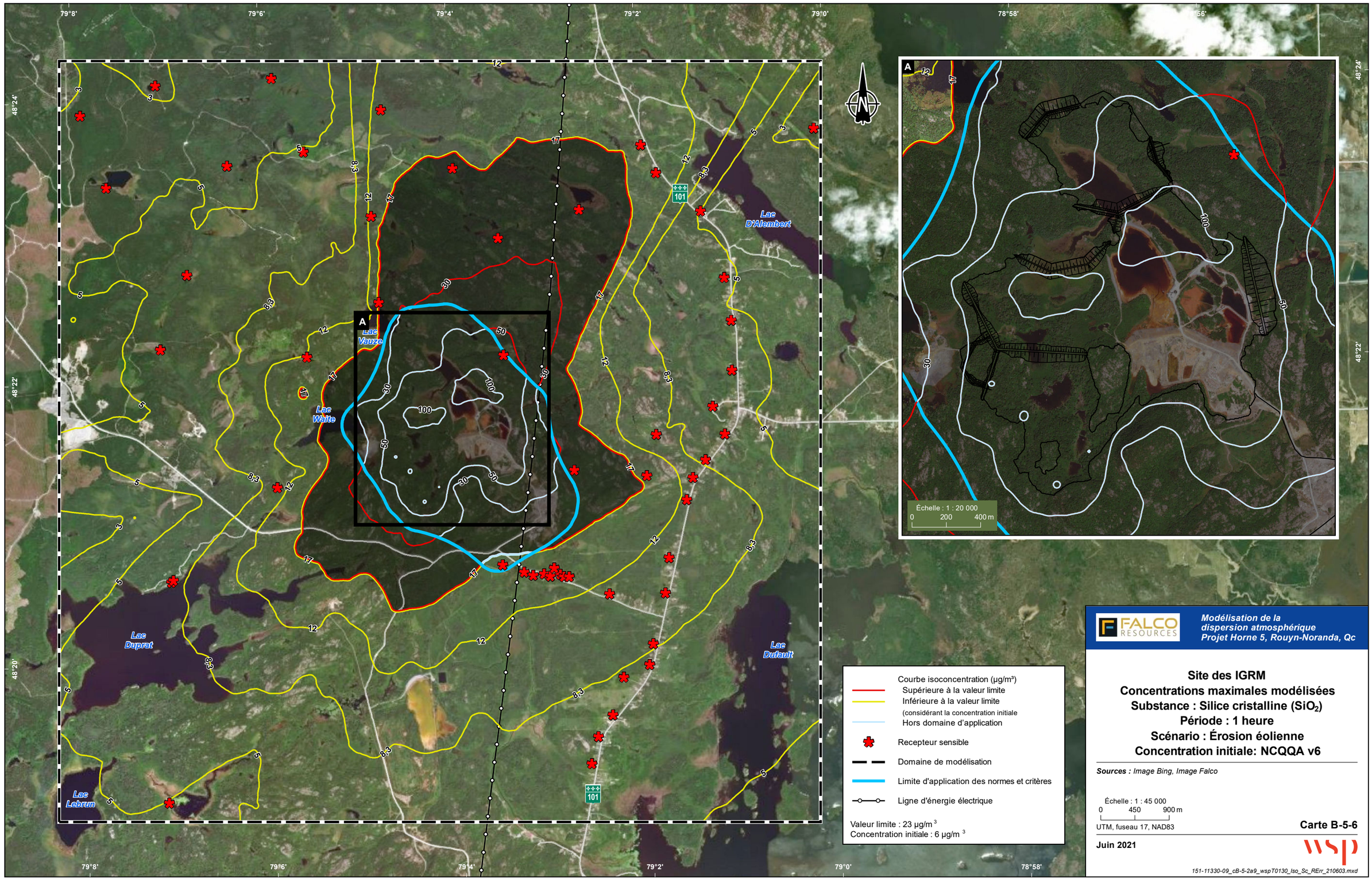
wsp

151-11330-09_cB-5-2a9_wspT0130_Iso_Sc_REir_210603.mxd


79°8'
79°6'
79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
48°24'
48°22'
48°20'
A
Lac Vauze
Lac Waite
Lac D'Alembert
Lac Duprat
Lac Dufault
Lac Lebrun
101
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Ligne d'énergie électrique
Valeur limite : 120 µg/m 3
Concentration initiale : 28.2794 µg/m 3
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site des IGRM
Concentrations maximales modélisées
Substance : Particules totales (PMT)
Période : 24 heures
Scénario : Érosion éolienne
Concentration initiale: Station Falco Saguenay
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-5-3
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-5-2a9_wspT0130_Iso_Sc_REir_210603.mxd


79°8'
79°6'
79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
56'
48°24'
48°22'
48°20'
A
Lac Vauze
Lac Waite
Lac Duprat
Lac Lebrun
Lac Dufault
Lac D'Alembert
101
2
4
6
9
10
15
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Ligne d'énergie électrique
Valeur limite : 30 µg/m 3
Concentration initiale : 15 µg/m 3
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site des IGRM
Concentrations maximales modélisées
Substance : Particules fines ($PM_{2,5}$)
Période : 24 heures
Scénario : Érosion éolienne
Concentration initiale: Projets Nordiques
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-5-4
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-5-2a9_wspT0130_Iso_Sc_REir_210603.mxd


79°8'
79°6'
79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
56'
48°24'
48°22'
48°20'
A
Lac Vauze
Lac Waite
Lac Duprat
Lac Lebrun
Lac D'Alembert
Lac Dufault
101
20,57
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Ligne d'énergie électrique
Valeur limite : 30 µg/m 3
Concentration initiale : 9.43032 µg/m 3
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site des IGRM
Concentrations maximales modélisées
Substance : Particules fines ($PM_{2,5}$)
Période : 24 heures
Scénario : Érosion éolienne
Concentration initiale: Station Falco Saguenay
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-5-5
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-5-2a9_wspT0130_Iso_Sc_REnr_210603.mxd



FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site des IGRM
Concentrations maximales modélisées
Substance : Silice cristalline (SiO_2)
Période : 1 heure
Scénario : Érosion éolienne
Concentration initiale: NCQQA v6

Sources : *Image Bing, Image Falco*

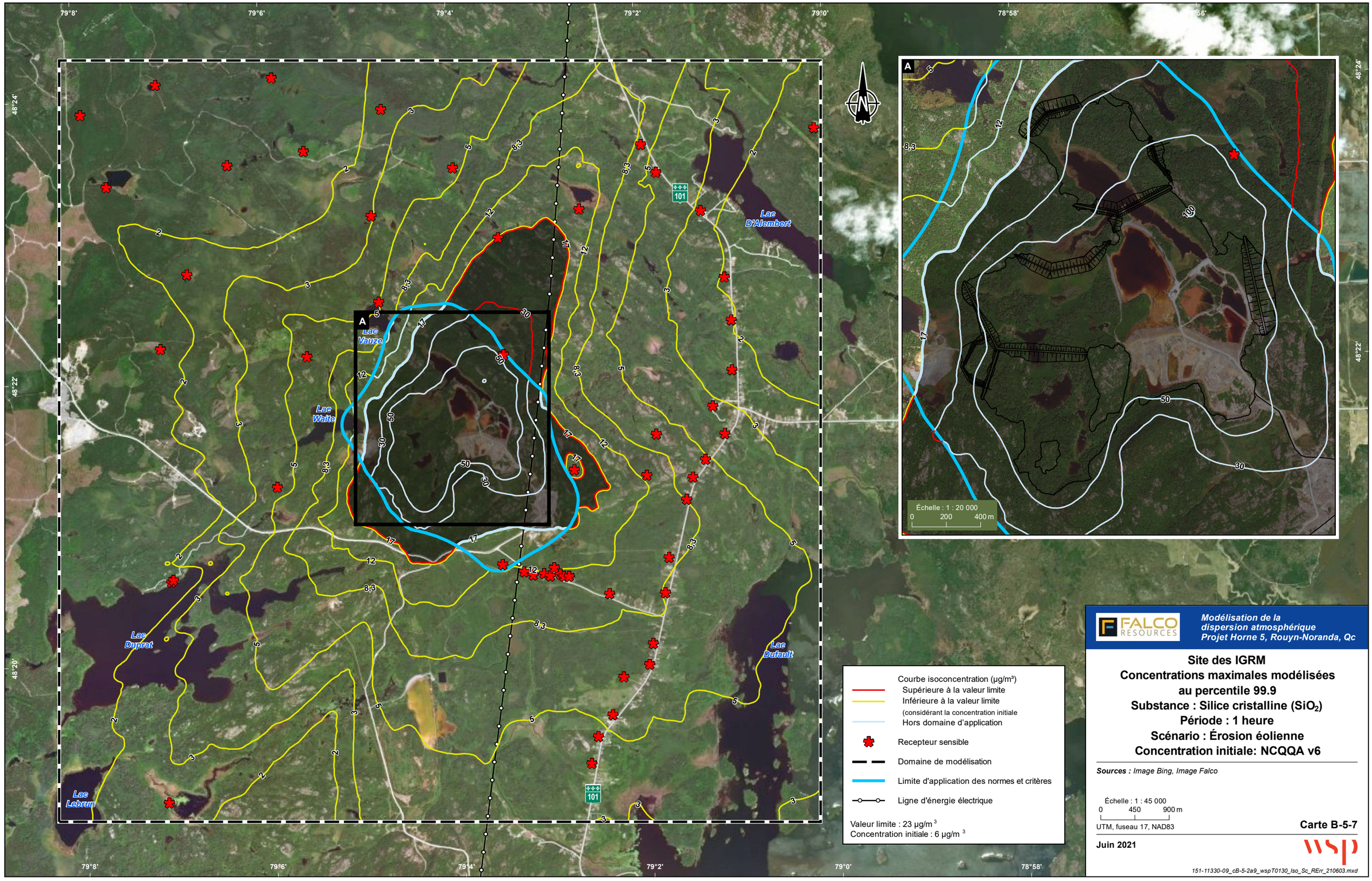
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-5-6

Juin 2021

wsp

151-11330-09_cB-5-2a9_wspT0130_Iso_Sc_REr_210603.mxd



FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site des IGRM
Concentrations maximales modélisées au percentile 99.9
Substance : Silice cristalline (SiO_2)
Période : 1 heure
Scénario : Érosion éolienne
Concentration initiale: NCQQA v6

Sources : *Image Bing, Image Falco*

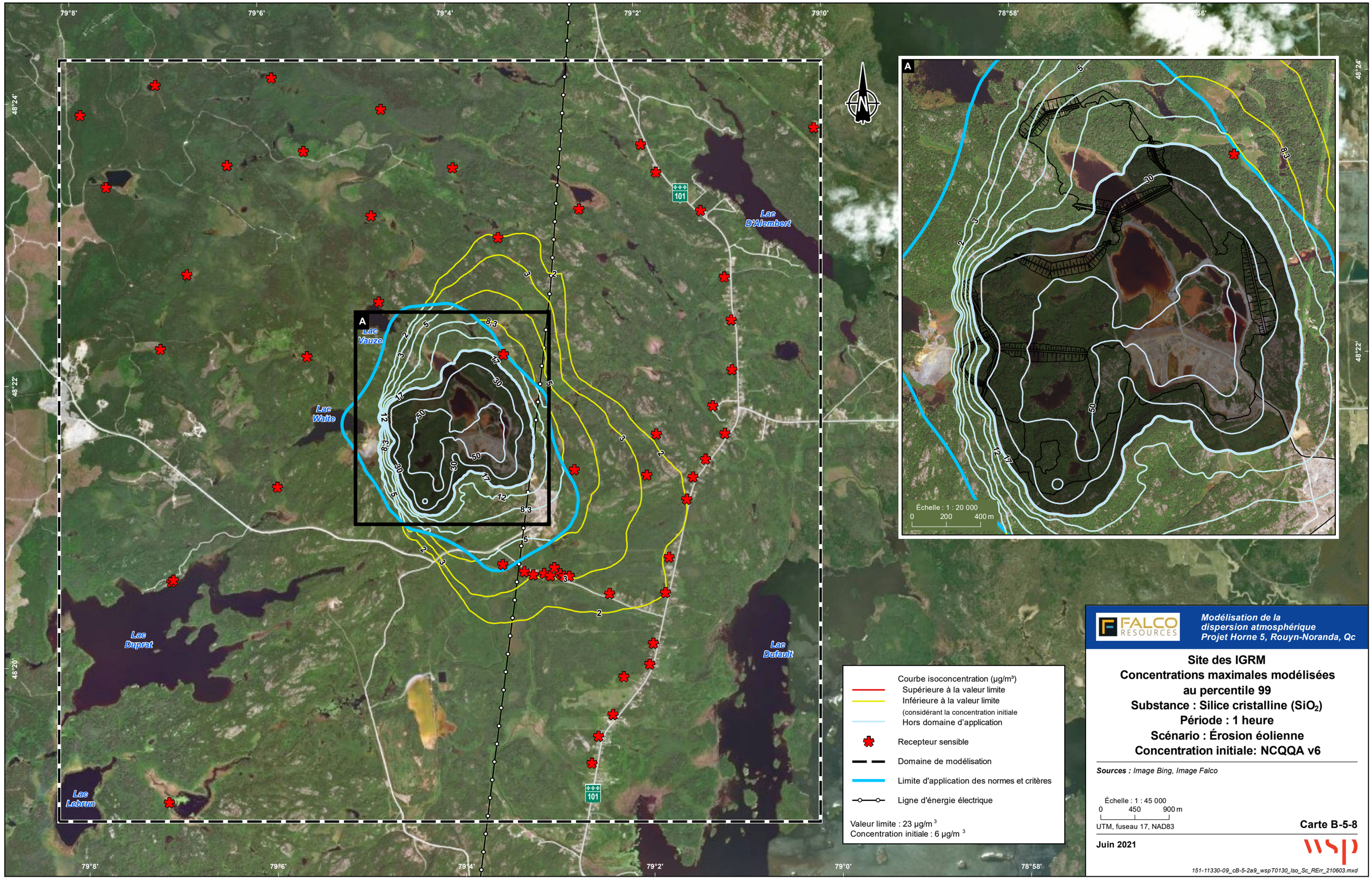
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-5-7

Juin 2021

wsp

151-11330-09_cB-5-2a9_wspT0130_Iso_Sc_REr_210603.mxd



FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site des IGRM
Concentrations maximales modélisées au percentile 99
Substance : Silice cristalline (SiO_2)
Période : 1 heure
Scénario : Érosion éolienne
Concentration initiale: NCQQA v6

Sources : *Image Bing, Image Falco*

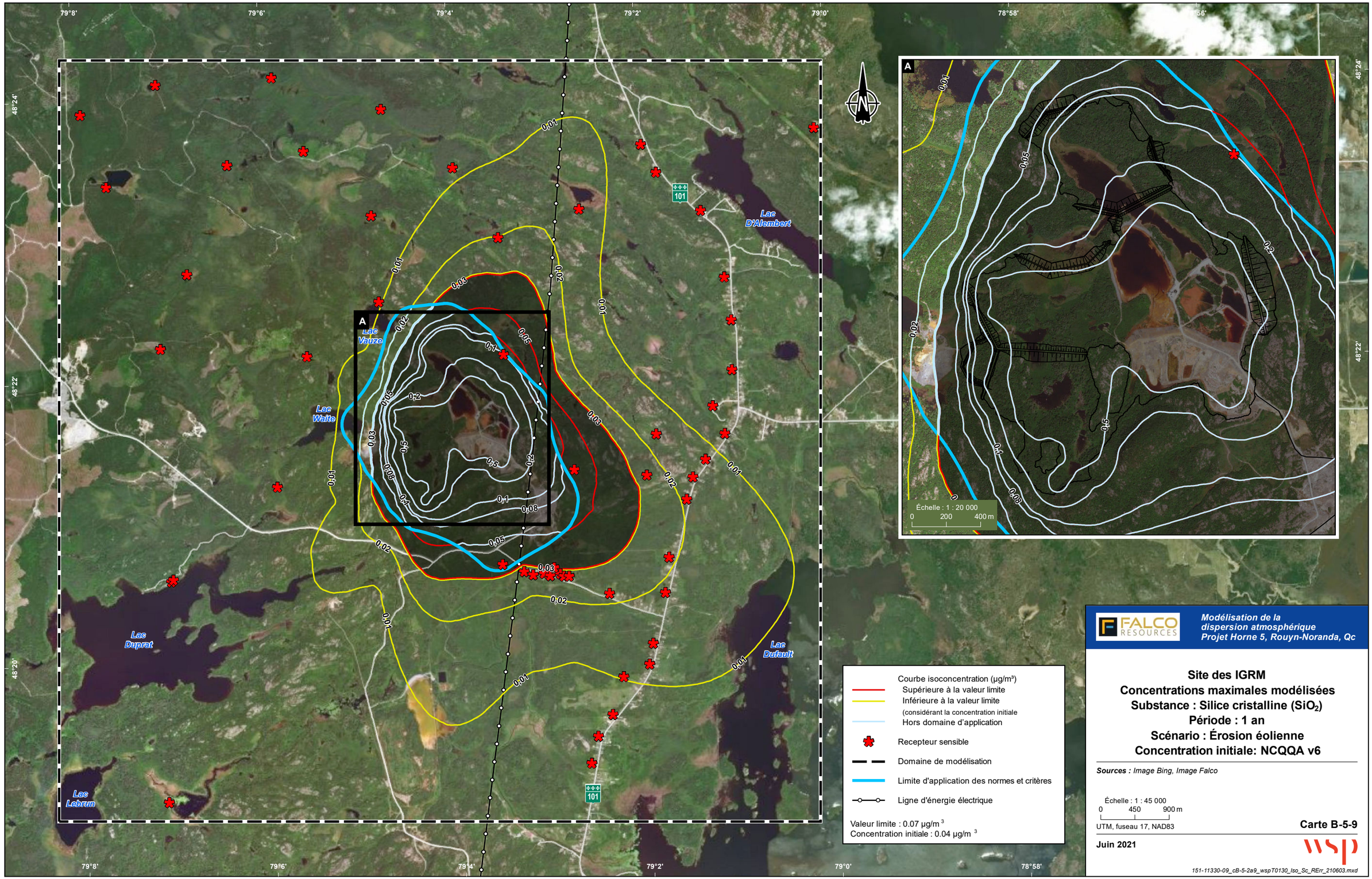
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-5-8

Juin 2021

wsp

151-11330-09_cB-5-2a9_wspT0130_Iso_Sc_RErr_210603.mxd


79°8'
79°6'
79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
48°24'
48°22'
48°20'
A
Lac Vauze
Lac Waite
Lac Duprat
Lac Lebrun
Lac D'Alembert
Lac Dufault
101
0,01
0,02
0,03
0,05
0,1
0,2
0,5
0,08
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Ligne d'énergie électrique
Valeur limite : 0.07 µg/m 3
Concentration initiale : 0.04 µg/m 3
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Site des IGRM
Concentrations maximales modélisées
Substance : Silice cristalline (SiO_2)
Période : 1 an
Scénario : Érosion éolienne
Concentration initiale: NCQQA v6
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-5-9
Juin 2021
wsp
151-11330-09_cB-5-2a9_wspT0130_Iso_Sc_RErr_210603.mxd

ANNEXE

COMP-114-2

LETTRE DU 18 DÉCEMBRE 2018
CONCERNANT L'APPLICATION DE
L'ARTICLE 197 DU RAA

RESSOURCES FALCO

CONFIDENTIEL ET PRIVILÉGIÉ

Montréal, le 18 décembre 2018

Madame Mireille Paul
Directrice, Direction de l'évaluation environnementale des projets miniers
et nordiques et de l'évaluation environnementale stratégique
Ministère de l'Environnement et de la lutte contre les changements climatiques
Édifice Marie-Guyart, 6e étage
675, boul. René-Lévesque Est
Québec (Québec) G1R 5V7

Objet : Réponse à votre lettre du 13 août 2018 sur l'application de l'article 197 du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère et la réalisation du projet Horne 5 sur le territoire de la ville de Rouyn-Noranda

La présente a pour objet de répondre à votre lettre du 13 août dernier, de faire état de la situation en matière de qualité de l'air ambiant, de présenter la contribution modélisée du projet Horne 5 de Ressources Falco Ltée (Falco), d'engager Falco à mettre en place des mesures d'atténuation supplémentaires qui rendront les dépassements résiduels issus du projet négligeables ou non significatifs et donc permettre de conclure que tels dépassements ne devraient pas être considérés.

Nous avons entrepris, suite à notre rencontre du 9 mai dernier et en réponse aux questions transmises le 1er mai, une démarche d'optimisation du modèle de dispersion atmosphérique et la conception de mesures d'atténuation qui rendront nos émissions à l'atmosphère négligeables. En effet, le nouveau modèle de dispersion atmosphérique pour le projet Horne 5 vous a été transmis en juillet dernier avec les réponses aux questions du 1er mai et vient confirmer l'aspect négligeable de la contribution anticipée des émissions atmosphériques du projet Horne 5 et la performance des mesures d'atténuation concrètes et efficaces proposées par Falco.

A. ÉTAT DE LA SITUATION ACTUELLE

Nous comprenons que le projet Horne 5 s'insère en périphérie d'un milieu de vie, la communauté de Rouyn-Noranda, où la qualité de l'air ambiant présente parfois des dépassements par rapport aux normes applicables tirées du *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA ; RLRQ, Q-2, r. 4.1). En effet, l'échantillonnage effectué pour notre étude d'impact et le suivi de la qualité de l'air effectué dans la communauté par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) ;

maintenant le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), identifie des dépassements, notamment, selon le point de mesure, pour les particules totales, fines et certains métaux.

Le tableau suivant présente, dans le secteur du Complexe Minier Horne 5 (CMH5), les contaminants dont les concentrations initiales mesurées aux différents points de mesures excèdent les normes énoncées dans le RAA :

Substance	Acronyme	Norme		Concentrations initiales en dépassement (µg/m³)						
				Stations du MELCC				Échantillonnage Falco		
		Valeur limite (µg/m³)	Période	8006	8045	8049	8042	WSP	Sanitri	Golf
Particules totales	PTS	120	24 h	137,8	-	-	s.o.	-	-	203,1
Particules fines	$PM_{2.5}$	30	24 h	s.o.	s.o.	s.o.	-	-	64,3	-
Arsenic	As	0.003	1 an	0.143	0.032	0.014	s.o.	0,07	0,039	0,018
Baryum	Ba	0,05	1 an	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	0.06	0.054	-
Cadmium	Cd	0,0036	1 an	0,0104	-	-	s.o.		-	-
Cuivre	Cu	2.5	24 h	7,716	2,559	-	s.o.	2,51	3,83	-
Nickel	Ni	0,014	24 h	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	0,018	0,024	-
Plomb	Pb	0,1	1 an	0,999	0,185	0,059	s.o.	0,254	0,130	-
Zinc	Zn	0,1	24 h	3,172	-	-	s.o.	-	-	-

- : Aucun dépassement de norme.
s.o. : Sans objet : paramètre non mesuré à cette station.

Ces données de suivi suggèrent que certaines émissions atmosphériques, à Rouyn-Noranda, occasionnent parfois des concentrations ambiantes excédant les normes de qualité de l'atmosphère.

Les émissions atmosphériques de certaines substances sont permises par le MELCC à Rouyn-Noranda, en vertu d'une attestation d'assainissement (« AA »), au-delà des normes du RAA.

Le projet Horne 5 est contraint au respect des normes du RAA.

En vertu de l'article 197 du RAA, « il est interdit de construire [...] une source fixe de contamination [...] s'il est susceptible d'en résulter une augmentation de la concentration d'un contaminant mentionné à l'annexe K au-delà de la valeur limite

prescrite [...] ou au-delà de la concentration d'un contaminant pour lequel cette valeur limite est déjà excédée ».

Ainsi, puisque des émissions existantes occasionnent des concentrations ambiantes excédant parfois les normes du RAA, Falco se voit interdire, en vertu de l'article 197 du RAA, toute émission d'un contaminant déjà en dépassement.

Interdire toute émission déjà en dépassement équivaut à interdire tout nouveau projet de développement.

Nous soumettons que puisque Falco a démontré par modélisation que les apports du projet Horne 5 en matière d'émissions atmosphériques et en termes de répercussions sur les concentrations ambiantes seront négligeables ou non significatives, une telle conclusion serait, en l'espèce, déraisonnable. Nonobstant ce qui précède, Falco s'engage à mettre en place des mesures d'atténuation supplémentaires pour assurer que les répercussions réelles du projet Horne 5 soient inférieures à celles prédites par le modèle, dans l'intérêt de la communauté d'accueil du projet.

Les sections suivantes présentent les principaux éléments supportant ces affirmations.

B. CONTRIBUTION MODÉLISÉE DU PROJET HORNE 5

Afin d'évaluer les impacts anticipés du projet, comme l'exigent le RAA, Falco a préparé une modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions issues du projet conformément au *Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique* (MDDEP, 2005) et au *Guide d'instructions — Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques — Projets miniers* (MDDELCC, 2017).

La modélisation présente, pour toute position dans le domaine de modélisation, les concentrations ambiantes des différentes substances résultant des émissions liées aux activités planifiées. Or, mathématiquement, un tel exercice de modélisation ne peut pas présenter une contribution nulle. En effet, dans la mesure où les sources prises en compte génèrent des émissions non nulles, la modélisation résultera en une augmentation des concentrations ambiantes ; les facteurs d'atténuation considérés dans le modèle ne peuvent atteindre de façon réaliste, une efficacité de 100 %.

Dans ce contexte, le respect de l'article 197 du RAA par cet exercice mathématique s'avère irréalisable.

Conservatisme de la méthode de la méthode de modélisation

a. Scénarios « pires cas »

La méthode de modélisation employée est considérée conservatrice. En effet, la modélisation réalisée considère des scénarios hypothétiques conservateurs, inspirés des conditions prévues d'exploitation, où l'ensemble des sources sont considérées actives simultanément à des taux d'émissions maximaux. Cette façon de procéder est dictée par les exigences du MELCC, et ce, afin d'évaluer les concentrations potentielles maximales pouvant survenir pendant toute la durée de vie du projet.

En réalité, une fluctuation importante des opérations est planifiée et les taux d'émissions de certaines sources peuvent présenter des variations. Par exemple, le scénario de construction du CMH5 vise à représenter une journée d'activité maximale de la phase de construction et celui-ci est modélisé sur cinq années de données météorologiques. Or, la période visée est prévue pour une durée de (6) six mois seulement et présentera, vraisemblablement, une situation moindre que la situation modélisée.

b. Combinaison des maximums modélisés et des concentrations initiales

De plus, le MELCC exige que les résultats des modélisations présentés correspondent aux maximums obtenus ; c'est-à-dire qu'aucune valeur modélisée n'est retirée de l'analyse et qu'aucun traitement par centiles n'est effectué. À ces résultats maximaux, les concentrations initiales sont directement ajoutées. Or, les valeurs utilisées sont des valeurs fixes alors que les concentrations initiales réelles varient dans le temps et sont en moyenne plus basses que les valeurs utilisées, en particulier pour les normes de période 24 heures. La combinaison du maximum modélisé et de la concentration initiale en simultané est en fait peu probable et la situation combinée réelle sera moindre.

c. Taux d'émission — hypothèses conservatrices

Pour certaines sources, les taux d'émissions utilisés dans la modélisation sont estimés à l'aide d'hypothèses conservatrices. La modélisation vise à maximiser les répercussions sur la qualité de l'air afin de protéger la population. Les scénarios considérés sont dans tous les cas des scénarios « pires cas ».

En particulier, les émissions de particules des sources fugitives (par exemple le routage ou les activités de construction) sont estimées à partir de facteurs d'émissions provenant de *la Compilation of Air Pollutant Emissions Factors* de l'*Environmental Protection Agency of the U.S* (« AP-42 ») (USEPA, 1995) qui sont très peu représentatifs des conditions d'exploitation qui seront réellement encourues dans le projet Horne 5. Ces facteurs d'émission sont entre autres issus de mesures des

activités d'exploitation de mines à ciel ouvert de l'industrie du charbon aux États-Unis, donc surestimés lorsqu'appliqués dans le contexte d'une mine de métaux québécoise souterraine.

La modélisation de la phase d'exploitation indique que la ventilation de la mine (évacuant les particules associées à la manipulation du matériel sous terre et aux gaz d'échappement de la machinerie) et le routage en surface sont les principaux contributeurs des concentrations ambiantes aux limites du domaine d'application et aux récepteurs sensibles.

En effet, les activités minières souterraines, comme le routage et la manipulation de matériel sont générateurs de poussières qui seront émises par la ventilation de la mine. Toutefois ces émissions à l'atmosphère ne peuvent être directement estimées puisque les facteurs d'émissions disponibles, issus de l'AP-42, et typiquement utilisés faute d'évaluation empirique plus représentative, ne représentent pas des activités souterraines et ne prennent pas en compte :
i) que le routage se fait sur une base humide limitant les émissions à la source ; et
ii) la déposition des particules pendant leur transport dans les galeries humides, à plus de 600 m sous terre, vers la sortie de la ventilation.

Les émissions de la ventilation ont donc été estimées à partir de ratios de particules basés sur la littérature et d'une distribution de particules à la source tirée de l'AP-42. Les concentrations de particules ainsi déterminées sont plus du double de celles mesurées et sommairement documentées dans la littérature, ce qui démontre bien que les facteurs d'émission surestiment grandement les concentrations réelles qui seront émises à l'atmosphère.

d. Méthode de modélisation

Enfin, pour les missions fugitives en surface (érosion éolienne, routage, etc.), l'effet atténuant des précipitations n'est pas considéré dans la modélisation, ce qui aurait pour résultat de réduire davantage les concentrations modélisées de particules et de métaux dans l'atmosphère.

De plus, la filtration des émissions par la couverture du sol n'est actuellement pas supportée par les modèles de dispersion. Ces phénomènes physiques contribuent à réduire de façon considérable les concentrations réelles de particules dans l'air, et particulièrement par vent faible, alors que la dispersion est faible. Lors de tests sur le terrain, il a en effet été démontré que l'effet de filtration peut être très variable, allant de très faible, de jour, dans un environnement dénudé jusqu'à un taux de 85 %, de nuit, alors que des structures étaient présentes entre la route et les équipements de mesures (Pace 2005).

À cet effet, il est important de souligner la présence du complexe industriel entre le CMH5 et la ville de Rouyn-Noranda. Or, ce complexe industriel est susceptible d'avoir un impact important sur l'écoulement des vents et son effet sur la dispersion atmosphérique n'est pas pris en compte par les modèles de dispersion.

Ces éléments introduisent donc une surestimation significative des émissions projetées et de leur effet sur les concentrations ambiantes. C'est une méthode acceptable pour identifier un potentiel enjeu de qualité de l'atmosphère, mais qui ne permettra jamais, de par sa nature conservatrice intrinsèque, de conclure à la contribution nulle d'un projet comme il l'est demandé au projet Horne 5.

Au mieux, les résultats de la modélisation doivent servir d'indicateurs des sources ayant la plus grande contribution afin de guider le promoteur dans la recherche de mesures d'atténuation efficaces. De plus, il est en fait reconnu depuis un bon nombre d'années que la modélisation des sources fugitives de particules surestime substantiellement les concentrations réelles dans l'atmosphère (Pace, 2005 ; AISI 2015).

Incertitude sur les mesures des concentrations initiales des métaux considérées dans le modèle

Afin d'établir la précision des concentrations initiales déterminées par suivi environnemental aux différentes stations de mesure, une évaluation de la marge d'erreur des concentrations déterminées par échantillonnage de l'air ambiant a été effectuée. Cette évaluation suggère que l'incertitude associée aux concentrations de métaux déterminés par échantillonnage de l'air ambiant serait de l'ordre de ±15 %.

En comparant les résultats de modélisation de la phase d'exploitation au secteur CMH5 à l'incertitude sur ces concentrations initiales, il appert que la concentration excédentaire modélisée du projet pour les métaux soit toujours largement inférieure à la marge d'erreur associée à la mesure, et ce, pour tous les métaux en dépassement.

On doit en conclure que la contribution modélisée aux concentrations ambiantes excédant les normes du RAA pour les métaux du projet Horne 5 en phase d'exploitation est si faible qu'elle ne pourrait être confirmée avec certitude au moyen d'un échantillonnage de l'air ambiant et d'analyses courantes. Ainsi, même si une mesure de terrain révélait une augmentation pour un contaminant de l'ordre de grandeur de celles modélisées, il ne serait pas possible de conclure en une réelle augmentation, car elle serait inférieure à la marge d'erreur de l'échantillonneur et de la méthode analytique.

C. ANALYSE DES RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION OPTIMISÉE

Tel qu'exprimé en introduction, les résultats de la nouvelle modélisation atmosphérique ont été transmis au MDDELCC dans le cadre des réponses aux questions du MDDELCC en juillet 2018. Afin de simplifier ces résultats et d'en présenter un sommaire ci-dessous, seuls les dépassements résiduels pour les deux secteurs d'activités (CMH5 et IGRM) et pour chacune des phases de construction et d'exploitation tant aux limites du domaine d'application qu'aux récepteurs sensibles sont considérés.

Hypothèses d'analyse pour le secteur CMH5

a. Secteurs d'analyse

Au secteur du CMH5, les concentrations initiales ne sont pas uniformes dans le domaine de modélisation. Une analyse par secteur est donc utilisée, soit :
Secteur Nord : Secteur au nord du site, à la limite du terrain de golf ;
Secteur Sud : Secteur des premières résidences au sud du parc industriel.

b. Choix des concentrations initiales

Pour des fins de représentativité de chacun des secteurs, les stations d'échantillonnage permettant d'établir les concentrations initiales sont regroupées ainsi :
Secteur Nord — Stations applicables : MGolf et MSanitri ($PM_{2.5}$) de Falco ;
Secteur Sud — Stations applicables : 8045, 8049 et 8042 ($PM_{2.5}$) du MDDELCC et MWSP de Falco.

c. Résultats de modélisation au secteur nord

Au domaine d'application, les concentrations maximales sont toujours modélisées au secteur nord. Ainsi, les stations MSanitri et MGolf sont les plus représentatives lorsqu'il s'agit de définir la concentration initiale à utiliser pour les modèles présentant des dépassements dans ce secteur (meilleure représentativité des résultats dans le secteur à risque).

d. Résultats de modélisation au secteur sud

Aux récepteurs sensibles, les concentrations maximales sont globalement modélisées dans le secteur sud. Ainsi, les stations 8045, 8049, 8042 du MDDELCC et MWSP de Falco sont les plus représentatives lorsqu'il s'agit de définir la concentration initiale à utiliser pour les modèles présentant des dépassements dans ce secteur (meilleure représentativité des résultats dans le secteur visé).

e. Exclusion de stations d'échantillonnage

Certaines stations sont exclues de l'analyse pour les raisons suivantes :

- Les stations MSanitri ($PM_{2,5}$) et MGolf (PTS) présentent chacune un échantillon dont les concentrations sont anormalement élevées. Ces stations ne sont pas retenues dans l'analyse des données de $PM_{2.5}$ et PTS respectivement.

- La station MSanitri est située à l'intérieur du parc industriel à proximité des émetteurs industriels. Ainsi, cette station n'est pas retenue pour les concentrations initiales de métaux et la station MGolf est donc préférée pour le secteur nord.

- La station 8006 n'est pas retenue comme représentative des concentrations ambiantes au sud du domaine d'application et aux récepteurs sensibles. En effet, elle est située en zone industrielle, près de la Fonderie Horne et les concentrations mesurées sont beaucoup plus élevées que les autres stations (8045, 8049, MWSP), situées à environ 300 à 600 m plus au sud. D'ailleurs ces trois autres stations, présentent un portrait globalement similaire, sont donc jugées plus représentatives du quartier au sud du parc industriel que la station 08006.

Analyse des données — dépassements résiduels

a. Mise en garde pour le CMH5 en période d'exploitation (Secteur Nord)

Tel que discuté ci-dessus, l'incertitude calculée sur les mesures de métaux serait de l'ordre de ±15 %. Pour tous les métaux montrant un dépassement résiduel, il appert que la concentration modélisée se trouve en deçà de l'incertitude calculée sur les mesures.

Ainsi, on doit en conclure que pour toutes les situations analysées ci-après (avec dépassement résiduel de métaux) l'ampleur de la contribution du projet Horne 5 aux concentrations ambiantes modélisées est si faible qu'elle ne pourrait être confirmée avec certitude au moyen d'un échantillonnage de l'air ambiant et d'analyses courantes. Les concentrations modélisées dans l'ÉIE sont en fait non significatives, du fait qu'elles sont inférieures à la marge d'erreur associée à la mesure de la substance équivalente.

b. CMH5 – Construction — Aux limites du domaine d'application (Secteur Nord)

Pour le dioxyde d'azote (NO_2) : la concentration modélisée présente des dépassements résiduels (norme 1 h et 24 h) au nord du site (près du Golf) dans le secteur du parc à résidus Quemont-1. Il s'agit d'un dépassement très localisé sur la

limite d'application dans un secteur peu accessible à la population (voir les cartes B-2-8 et B-2-9 respectivement pour la norme 1 h et 24 h).

À la limite d'application, la fréquence du dépassement modélisé est de 17 heures de dépassement par année, pour la norme 1 h et de 1 journée de dépassement par année, pour la norme 24 h. Il est important de rappeler que le scénario modélisé vise à représenter une situation temporaire de construction d'une durée prévue de 6 mois. Les fréquences réelles de dépassements seraient, par conséquent, moindres.

De plus, le principal contributeur de ces dépassements résiduels est la circulation des camions qui, selon le scénario de modélisation, transportent du granulat en provenance de la carrière Sintra-Lamothe située au nord et dont la route est à moins de 100 m de la limite d'application. Falco pourrait choisir un autre tracé plus éloigné de la zone de dépassement pour l'approvisionnement en granulat. Toutefois, un autre tracé rallongerait le circuit et aurait un impact global négatif sur la génération de gaz à effets de serre associés à ces activités. Le choix actuel constitue celui qui présente l'impact le plus faible, car la distance de transport est minimale.

Pour toutes ces raisons, Falco est d'avis que les dépassements résiduels de dioxyde d'azote (NO_2) sont non significatifs et ne devraient pas être considérés.

Pour les particules fines ($PM_{2,5}$) : Les concentrations modélisées en utilisant les données de concentration initiale de la station MGolf (station la plus représentative) présentent des dépassements résiduels (norme 24 h) au nord du site, près du Golf (voir la carte B-2-7).

Le principal contributeur de ce dépassement résiduel est la circulation des camions qui, selon le scénario de modélisation, transportent du granulat en provenance de la carrière Sintra-Lamothe située au nord et dont la route est à moins de 100 m de la limite d'application. Falco pourrait choisir un autre tracé, plus éloigné de la zone de dépassement pour l'approvisionnement en granulat. Toutefois, un autre tracé rallongerait le circuit et aurait un impact global négatif sur la génération de gaz à effets de serre associés à ces activités. Le choix actuel constitue celui qui présente l'impact le plus faible, car la distance de transport est minimale.

De plus, le routage de surface et l'utilisation des bouteurs pendant la construction sont également des contributeurs importants de particules fines. Or, tel que décrit précédemment, la modélisation de ces sources fugitives présente une grande incertitude et leur impact est vraisemblablement surestimé. Néanmoins, Falco s'engage à mettre en place des mesures de mitigation qui réduiront les émissions de

particules fines (notamment l'arrosage fréquent du matériel manipulé et des surfaces de roulement).

La mise en application du plan de gestion des émissions atmosphériques, comprenant un programme de suivi de la qualité de l'air en continu, contribuera également à réduire l'impact de ces sources durant la phase de construction.

Bien que le dépassement résiduel soit modélisé, les mesures mises en place par Falco permettront le respect de la norme. En effet, considérant les incertitudes sur la modélisation des sources fugitives, que la période de construction est relativement courte, l'application du plan de gestion (incluant un programme de suivi en continu) et la mise en place de mesures d'atténuation particulières, Falco est d'avis que le dépassement résiduel de particules fines sera contrôlé et ne devrait pas être considéré.

Pour les particules totales (PTS) : La concentration modélisée en utilisant les concentrations initiales mesurées à la station Sanitri (l'échantillon de la station MGolf est disqualifié voir ci-dessus) présente des dépassements résiduels (norme 24h) au nord du site, près du Golf (voir la carte B-2-4).

Le principal contributeur de ce dépassement résiduel est la circulation des camions qui, selon le scénario de modélisation, transportent du granulat en provenance de la carrière Sintra-Lamothe située au nord et dont la route est à moins de 100 m de la limite d'application. Falco pourrait choisir un autre tracé, plus éloigné de la zone de dépassement pour l'approvisionnement en granulat. Toutefois, un autre tracé rallongerait le circuit et aurait un impact global négatif sur la génération de gaz à effets de serre associés à ces activités. Le choix actuel constitue celui qui présente l'impact le plus faible, car la distance de transport est minimale.

De plus, tel que décrit précédemment, la modélisation de ces sources fugitives présente une grande incertitude et leur impact est vraisemblablement surestimé. Néanmoins, Falco s'engage à mettre en place des mesures d'atténuation qui réduiront les émissions de particules (notamment l'arrosage fréquent du matériel manipulé et des surfaces de roulement).

La mise en application du plan de gestion des émissions atmosphériques, comprenant un programme de suivi de la qualité de l'air en continu, contribuera également à réduire l'impact de ces sources durant la phase de construction.

Bien qu'il y ait un dépassement résiduel, les mesures mises en place par Falco permettront le respect de la norme. En effet, considérant les incertitudes sur la

modélisation des sources fugitives, que la période de construction est relativement courte, l'application du plan de gestion (incluant un programme de suivi en continu) et la mise en place de mesures d'atténuation particulières, Falco est d'avis que le dépassement résiduel de particules totales sera contrôlé et ne devrait pas être considéré.

c. CHM5- Construction – Aux récepteurs sensibles (situés au Secteur Sud)

Les concentrations modélisées en utilisant les stations applicables ne présentent aucun dépassement résiduel aux récepteurs sensibles.

d. CHM5 – Exploitation – Limites du domaine d'application (Secteur Nord)

Pour l'arsenic (As) : La concentration initiale mesurée à la station MGolf, 0,0179 µg/m³ excède dès le départ la norme du RAA (valeur de 597% de la norme). La modélisation indique conséquemment un dépassement résiduel. La contribution maximale modélisée du projet à la limite du domaine d'application est de 0,0004 µg/m³, soit environ 2% de la concentration totale modélisée de 0,0183 µg/m³ et donc considérée négligeable.

De plus, tel que décrit ci-dessus à la section *Incertitude sur les mesures des concentrations initiales considérées dans le modèle*, l'incertitude calculée sur la concentration initiale est de 0,003 µg/m³ (15%), soit plus de six fois la contribution du projet. Ainsi, la contribution du projet ne représente pas une augmentation détectable par une mesure de terrain et est donc considérée non significative.

Pour tous les autres métaux : Toutes les concentrations de métaux modélisées en utilisant les concentrations initiales issues de la station MGolf respectent les normes du RAA (à l'exception de l'arsenic comme présenté ci-dessus). Aucun dépassement résiduel n'est modélisé.

Pour le dioxyde d'azote (NO2) : Les concentrations modélisées présentent des dépassements résiduels (norme 1 h) au nord du site (au Golf). Il s'agit d'un dépassement localisé qui s'étend à au plus 200 m au-delà de la limite d'application (voir la carte B-3-8).

À la limite du domaine d'application, la fréquence du dépassement modélisé est de 11 heures de dépassement par année, ce qui est jugé négligeable.

Le principal contributeur de ces dépassements résiduels est la ventilation de la mine souterraine.

Basée sur ces résultats, la mise en application d'un programme de suivi de la qualité de l'air en continu pour le NO_2 est proposée, et ce, afin de s'assurer la vérification du respect des normes.
Considérant la faible fréquence d'occurrence et la faible étendue des dépassements, Falco est d'avis que les dépassements résiduels de NO2 sont non significatifs et ne devraient pas être considérés.

Pour les $PM_{2.5}$: Les concentrations modélisées en utilisant la concentration initiale de la station MGolf (station la plus représentative) présentent un léger dépassement résiduel (norme 24 h) au nord du site dans le parc à résidus Quemont-1, secteur peu accessible à la population; voir la carte B-3-7). La fréquence du dépassement est de deux (2) jours par année ce qui est considéré négligeable.

Considérant le secteur ou le dépassement résiduel survient et sa fréquence, Falco est d'avis que le dépassement résiduel de particules fines est non-significatif et qu'il ne devrait pas être considéré.

Pour les PTS : Les concentrations modélisées en utilisant la concentration initiale de la station MSanitri (l'échantillon de la station MGolf étant disqualifié, voir ci-dessus) ne présentent aucun dépassement résiduel.

Pour la silice cristalline: La modélisation indique des dépassements des critères 1 h et annuel.

Néanmoins, pour le critère 1 h, la fréquence de dépassement est faible. En effet, la concentration correspondant au 99e percentile montre un respect du critère sur presque tout le domaine de modélisation et les dépassements, qui surviennent au nord du site, s'étendent à au plus 100 m de la limite d'application.

La principale source contributrice des concentrations maximales modélisées correspond à la ventilation de la mine souterraine, en particulier la portion liée à la manipulation de matériaux. Or, les émissions ont été estimées de manière conservatrice à partir de la limite maximale d'exposition au travailleur du Règlement sur la santé et la sécurité du travail. Il est donc vraisemblable que les résultats de modélisation de la silice cristalline soient surestimés et ne devraient pas être considérés.

e. CHM5 – Exploitation – Aux récepteurs sensibles (Secteur Sud) :

Pour le baryum (Ba) : La concentration initiale mesurée à la station MWSP (0,060120 µg/m³) est en dépassement par rapport à la norme du RAA pour cet élément (120% de la norme). La modélisation indique conséquemment un dépassement résiduel. La

contribution maximale modélisée du projet aux récepteurs sensibles est de 0.00001 µg/m³, soit environ 0,02% de la concentration totale modélisée de 0,060135 µg/m³, ce qui est jugé faible.
De plus, de façon similaire à l'arsenic (Secteur Nord, ci-dessus), l'incertitude calculée sur la concentration initiale est plus de 600 fois la contribution du projet. Ainsi, la contribution du projet ne représente pas une augmentation détectable par une mesure de terrain et est donc considérée non significative.

Pour l'arsenic (As) : La concentration initiale mesurée à la station MWSP (0,069604 µg/m³) excède dès le départ la norme du RAA pour cet élément (2321 % de la norme). La modélisation indique conséquemment un dépassement résiduel. La contribution maximale modélisée du projet aux récepteurs sensibles est de 0,000029 µg/m³, soit environ 0,04 % de la concentration totale modélisée de 0,069633 µg/m³, ce qui est jugé faible.

De plus, de façon similaire à l'arsenic (Secteur nord, ci-dessus), l'incertitude calculée sur la concentration initiale est de plus de 300 fois la contribution du projet. Ainsi, la contribution du projet ne représente pas une augmentation détectable par une mesure de terrain et est donc considérée non significative.

Pour le cuivre (Cu): La concentration initiale mesurée à la station MWSP (2,51 µg/m³) excède dès le départ la norme du RAA pour cet élément (101 % de la norme). La modélisation indique conséquemment un dépassement résiduel. La contribution maximale modélisée du projet aux récepteurs sensibles est de 0,019 µg/m³, soit environ 0,76 % de la concentration totale modélisée de 2,530 µg/m³, ce qui est jugé faible.

De plus, de façon similaire à l'arsenic (Secteur Nord, ci-dessus), l'incertitude calculée sur la concentration initiale est plus de 20 fois la contribution du projet. Ainsi, la contribution du projet ne représente pas une augmentation détectable par une mesure de terrain et est donc considérée non significative.

Pour le nickel (Ni) : La concentration initiale mesurée à la station MWSP (0,0181 µg/m³) excède dès le départ la norme du RAA pour cet élément (129 % de la norme). La modélisation indique conséquemment un dépassement résiduel. La contribution maximale modélisée du projet aux récepteurs sensibles est de 0,0001 µg/m³, soit environ 0,74 % de la concentration totale modélisée de 0,0182 µg/m³, ce qui est jugé faible.

De plus, de façon similaire à l'arsenic (Secteur Nord, ci-dessus), l'incertitude calculée sur la concentration initiale est plus de 20 fois la contribution du projet. Ainsi, la

contribution du projet ne représente pas une augmentation détectable par une mesure de terrain et est donc considérée non significative.

Pour le plomb (Pb): La concentration initiale mesurée à la station MWSP (0,25443 µg/m³) excède dès le départ la norme du RAA pour cet élément (254 % de la norme). La modélisation indique conséquemment un dépassement résiduel. La contribution maximale modélisée du projet aux récepteurs sensibles est de 0,00006 µg/m³, soit environ 0,02 % de la concentration totale modélisée de 0,25449 µg/m³, ce qui est jugé faible.

De plus, de façon similaire à l'arsenic (Secteur Nord, ci-dessus), l'incertitude calculée sur la concentration initiale est plus de 600 fois la contribution du projet. Ainsi, la contribution du projet ne représente pas une augmentation détectable par une mesure de terrain et est donc considérée non significative.

À la station MWSP, tous ces éléments (Ba, As, Cu, Ni et Pb) sont déjà en dépassement lorsque comparés aux normes du RAA. Toutefois, la modélisation démontre que la contribution du projet Horne 5 aura un impact non significatif sur les concentrations ambiantes aux récepteurs sensibles.

Néanmoins, sachant que selon la modélisation, la ventilation de la mine est le principal contributeur aux concentrations ambiantes de métaux aux récepteurs sensibles, Falco s'engage à mettre en place des mesures d'atténuation des poussières (métaux) à la source, qui diminueront de près de 50 % des émissions sous terre et par conséquent diminueront encore la contribution du projet en surface.

Pour la silice cristalline: La modélisation indique des dépassements des critères 1 heure et annuel aux récepteurs sensibles.

Néanmoins, pour le critère 1 heure, la fréquence de dépassement est faible. En effet, la concentration correspondante au 99,9e percentile montre un respect du critère pour tous les récepteurs sensibles.

Pour le critère annuel, les dépassements aux récepteurs sensibles se limitent à une résidence au sud-est en bordure du parc industriel.

La principale source contributrice des concentrations maximales modélisées correspond à la ventilation de la mine souterraine. Or, tel que discuté ci-dessus, ces émissions ont été estimées de manière conservatrice. Il est donc vraisemblable que les résultats de modélisation de la silice cristalline soient surestimés.

Pour tous les autres composés: Les concentrations modélisées pour tous les autres composés, incluant le NO_2, les $PM_{2,5}$ et les PST, en utilisant les concentrations initiales applicables au secteur sud ne présentent aucun dépassement résiduel.

Hypothèses d'analyse pour le secteur des IGRM

Conformément au *Guide d'instructions – Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques – Projets miniers* (MDDELCC, 2017), compte tenu du fait que les IGRM seront sur des terres publiques, la modélisation doit démontrer que les normes et critères sont respectés aux récepteurs sensibles situés au-delà de 300m des installations. Ainsi, l'analyse des résultats de modélisation qui suit porte exclusivement sur les résultats aux récepteurs sensibles.

Analyse des données — dépassements résiduels

a. IGRM – Construction – Aux récepteurs sensibles

Pour les PTS : La modélisation indique des concentrations ambiantes de particules totales dépassant légèrement la norme du RAA aux récepteurs sensibles et dont le principal contributeur est le routage des camions sur le site pendant la construction.

La modélisation fait l'hypothèse que tous les équipements fonctionneront en même temps, ce qui est conservateur, et qu'ils longeront un chemin situé à l'est du parc à résidus. De plus, la modélisation ne tient pas compte de la topographie fine environnante qui aurait un effet d'atténuation important sur la dispersion des particules totales.

La fréquence du dépassement dans les conditions de construction modélisées est d'une (1) journée aux (7) sept ans. Considérant que la construction planifiée sur deux périodes de six (6) mois, ce dépassement a très peu de chance de se réaliser. Par conséquent, le dépassement est jugé improbable et non significatif.

De plus, Falco s'engage à déplacer une partie du routage vers l'ouest du site, par la mise en place d'un nouveau chemin d'accès situé au nord des collines afin d'atténuer les émissions de particules totales et d'atteindre des concentrations ambiantes en conformité avec le RAA aux récepteurs sensibles.

b. IGRM – Exploitation – Aux récepteurs sensibles

Pour la silice cristalline: La modélisation indique que les émissions de silice cristalline par érosion éolienne engendreraient des concentrations ambiantes excédant les critères 1 heure et annuel, et ce, à la fois aux limites du domaine d'application et aux récepteurs sensibles.

Néanmoins, pour le critère 1 heure, la fréquence de dépassement est faible. En effet, la concentration correspondant au 99e percentile montre un respect du critère aux récepteurs sensibles et les dépassements, qui surviennent au nord-est du site, s'étendent à au plus 250 m de la limite d'application.
Pour le critère annuel, les dépassements aux récepteurs sensibles se limitent au chemin Jason. Toutefois, les facteurs d'émission utilisés pour la modélisation sont jugés conservateurs. En effet, les surfaces considérées correspondent à l'empreinte finale des infrastructures, soit les surfaces maximales. De plus, les taux d'émission utilisés sont issus d'essais effectués sur des piles de sable et gravier. Les résidus miniers présentent des propriétés physiques et granulométriques considérablement différentes du sable et du gravier (taux de silt et humidité élevés, rugosité de surface, phénomène d'agglomération et de croûte) qui contribuent à atténuer l'érosion éolienne des surfaces.

Encore une fois, la modélisation ne tient pas compte de la topographie fine environnante et notamment des collines situées entre les récepteurs sensibles et le parc à résidus et qui auraient un effet d'atténuation important sur la dispersion de particules, et par conséquent, de la silice cristalline.

D. LIMITE DE DÉTECTION

Il importe de noter que pour tous les métaux identifiés ci-haut, sauf le cuivre, la concentration modélisée aux récepteurs sensibles en phase exploitation du secteur CMH5 se trouve sous la limite de détection des méthodes standards d'échantillonnage de l'air ambiant. Il nous semble donc que ce soit sans contredit un indicateur de l'aspect négligeable de la contribution modélisée.

Malgré l'aspect négligeable des concentrations modélisées démontré ci-haut, Falco propose l'ajout de mesures d'atténuation concrètes supplémentaires pour réduire les émissions à l'atmosphère qui pourraient émaner de l'exploitation du projet Horne 5 et assurer un respect des normes du RAA.

E. ENGAGEMENTS DE FALCO

1- Abatage des poussières dans la mine : Compte tenu que la modélisation indique que la ventilation est un important contributeur aux émissions atmosphériques, Falco s'engage à mettre en place un système de rabattement des poussières et autres particules (métaux) par arrosage et brumisation. Ce système comprendra notamment i) l'humidification des chemins de halage, des points de transferts et des murs de galeries par arrosage automatique programmable; ii) l'arrosage au

besoin des secteurs névralgiques avec un camion à l'eau; iii) l'installation de murs d'eau avec atomiseur aux chantiers d'extraction et iv) l'installation d'un système de captation des poussières si avéré techniquement efficace avec les technologies disponibles sur le marché (sec ou humide, selon l'ingénierie en cours) avant la sortie de l'air vicié à l'extérieur, et adapté aux activités du projet.

2- Qualité du granulat de surface : Compte tenu qu'une hypothèse retenue pour la modélisation est que le granulat de la surface de roulement du CMH5 aura la même lithologie que la roche stérile issue du gisement Horne, Falco s'engage à utiliser un granulat conforme aux normes géochimiques du ministère des transports du Québec (MTQ) ou norme équivalente applicable aux travaux civils gouvernementaux afin de limiter l'apport en arsenic.

3- Sceller les surfaces de circulation : Compte tenu que la modélisation indique que la circulation extérieure en surface pour la livraison des produits au site est la deuxième source d'émission à l'atmosphère, Falco s'engage à sceller la surface principale de circulation empruntée pour la livraison des produits afin d'atténuer davantage l'émission de poussières et de compléter par l'arrosage des surfaces, au besoin.

4- Station de mesure en continu : Comme décrit au plan de gestion et de suivi des émissions atmosphériques, Falco propose l'installation de deux stations de mesure de la qualité de l'air ambiant qui permettront un suivi environnemental et la mise en place de mesures correctrices additionnelles en cas de situation particulière.

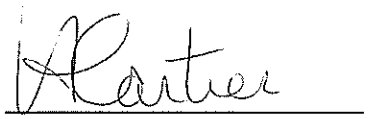
CONCLUSION

Compte tenu que des émissions existantes occasionnent des concentrations ambiantes excédant parfois les normes du RAA, Falco se voit interdire en vertu de l'article 197 du RAA toute émission de ces substances.

Mais compte tenu : i) que les méthodes et hypothèses de modélisation sont très conservatrices; ii) que l'évaluation de l'incertitude sur les concentrations permet de conclure que les ampleurs des contributions modélisées pour les métaux pendant la période d'exploitation au CMH5 sont si faibles qu'elles sont inférieures aux marges d'erreur associées à la mesure des substances ; iii) que les contributions modélisées aux récepteurs sensibles (sauf le cuivre) sont en deçà des limites de détection analytiques, et iv) que Falco a pris des engagements concrets pour réduire d'autant plus ses émissions, nous estimons que l'impact global et résiduel des émissions du projet Horne 5 sera négligeable et que lui interdire toute émission d'une substance

déjà en dépassement est une conclusion déraisonnable qui équivaut à interdire tout nouveau projet à Rouyn-Noranda.

Ressources Falco ltée



Hélène Cartier, ing. LL.B
Vice-présidente, environnement et développement durable

RÉFÉRENCES :

- AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE (AISI). 2015. AISI *Comments on EPA's Proposed Revision to the Guideline on Air Quality Models*. En ligne: https://www.steel.org/~/media/Files/AISI/Public%20Policy/Letters/AISI%20--%20Comments%20on%202015%20Appendix%20W%20Proposal.pdf.

- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. *Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique*. 2005. En ligne: http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/atmosphere/guide-mod-dispersion.pdf.

- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, ENVIRONNEMENT ET LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. *Guide d'instructions - Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques - Projets miniers.* Février 2017. En ligne : http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/secteur_minier.pdf.

- PACE, THOMPSON G. *Methodology to Estimate the Transportable Fraction (TF) of Fugitive Dust Emissions for Regional and Urban Scale Air Quality Analyses* US EPA (8/3/2005 Revision).

- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). *Compilation of Air Pollutant Emission Factors: AP 42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources*. 1995.

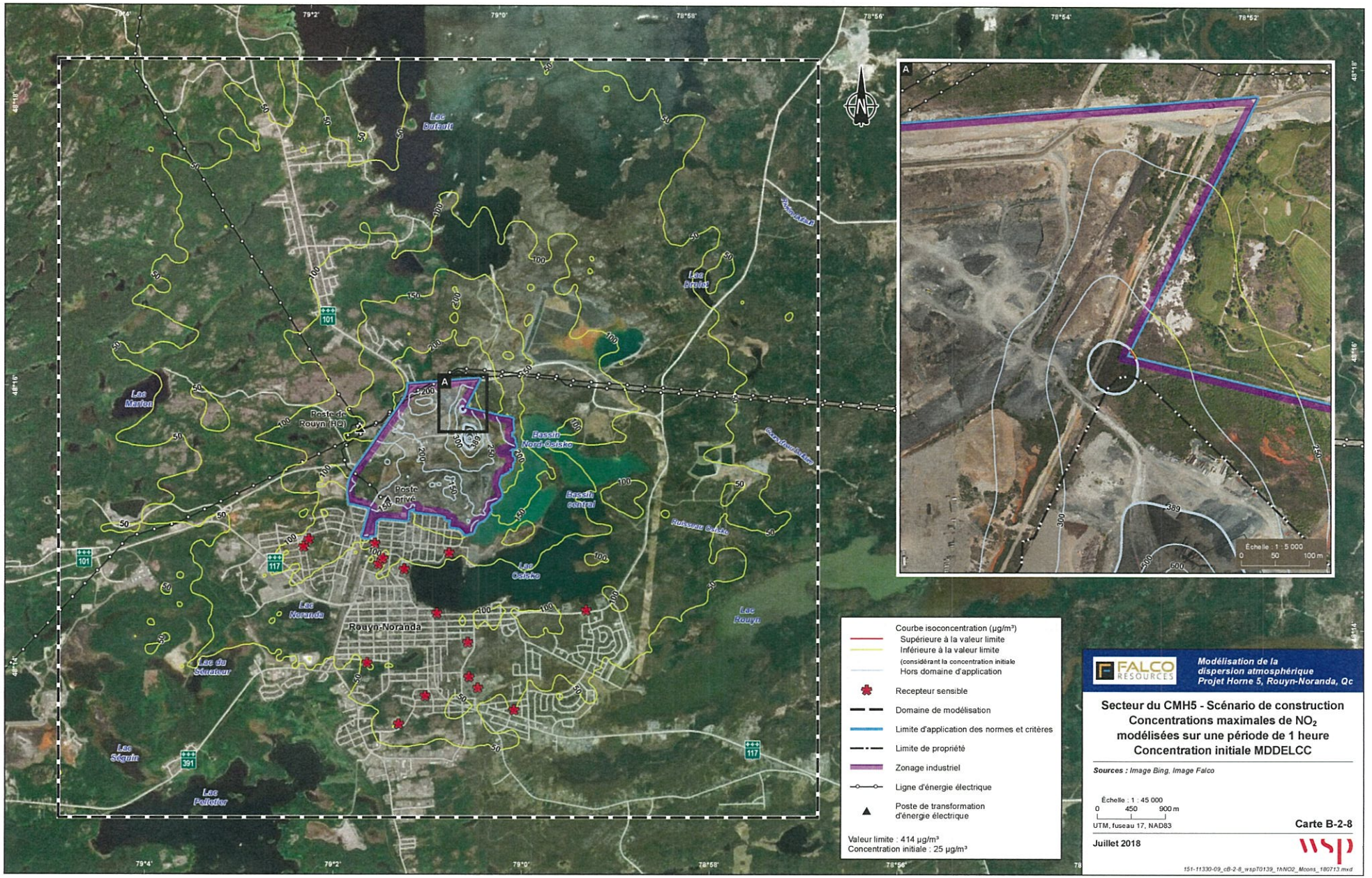
- WSP 2018. *Calcul d'incertitude sur l'échantillonnage de la qualité de l'atmosphère – Ressources Falco Ltée - Projet Horne 5*. Note technique - Réf. No. 151-11330-09, 6 p.

CARTE B-2-8

Scénarios de construction – CMH5

Modélisations des concentrations maximales NO2

Période 1 heure



FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Secteur du CMH5 - Scénario de construction
Concentrations maximales de NO_2 modélisées sur une période de 1 heure
Concentration initiale MDDELCC

Sources : *Image Bing, Image Falco*

Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-2-8

Juillet 2018

wsp

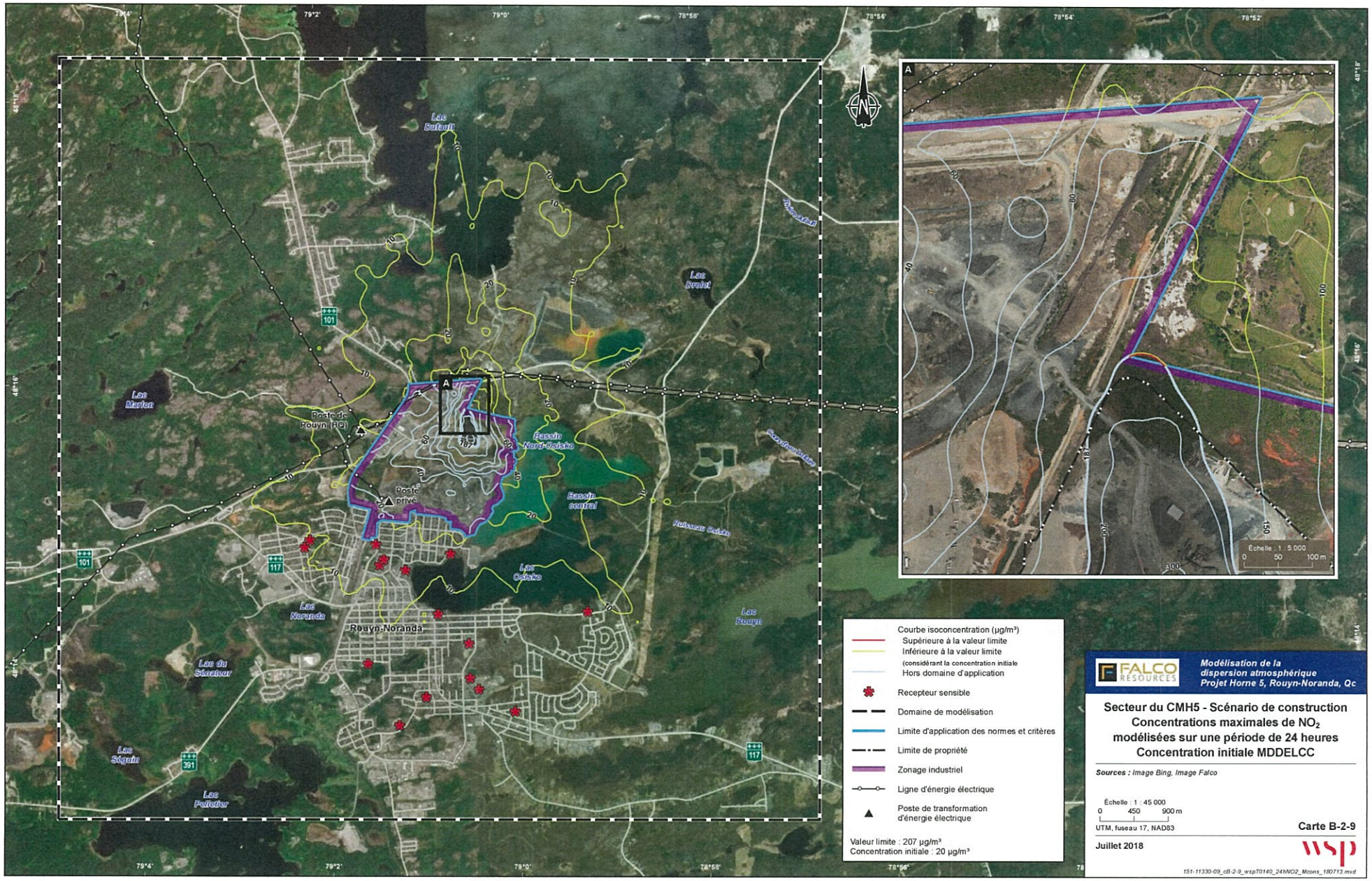
151-11330-09_cB-2-8_wspT0139_1hNO2_Mcons_180713.mxd

CARTE B-2-9

Scénarios de construction – CMH5

Modélisations des concentrations maximales NO2

Période 24 heures



Lac Dufault
Lac Breiet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord-Osisko
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
A
Échelle : 1 : 5 000
0 50 100 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation d'énergie électrique
Valeur limite : 207 µg/m³
Concentration initiale : 20 µg/m³
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Secteur du CMH5 - Scénario de construction
Concentrations maximales de NO2 modélisées sur une période de 24 heures
Concentration initiale MDDELCC
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-2-9
Juillet 2018
wsp
151-11330-09_cB-2-9_wspT0140_24hNO2_Mcons_180713.mxd

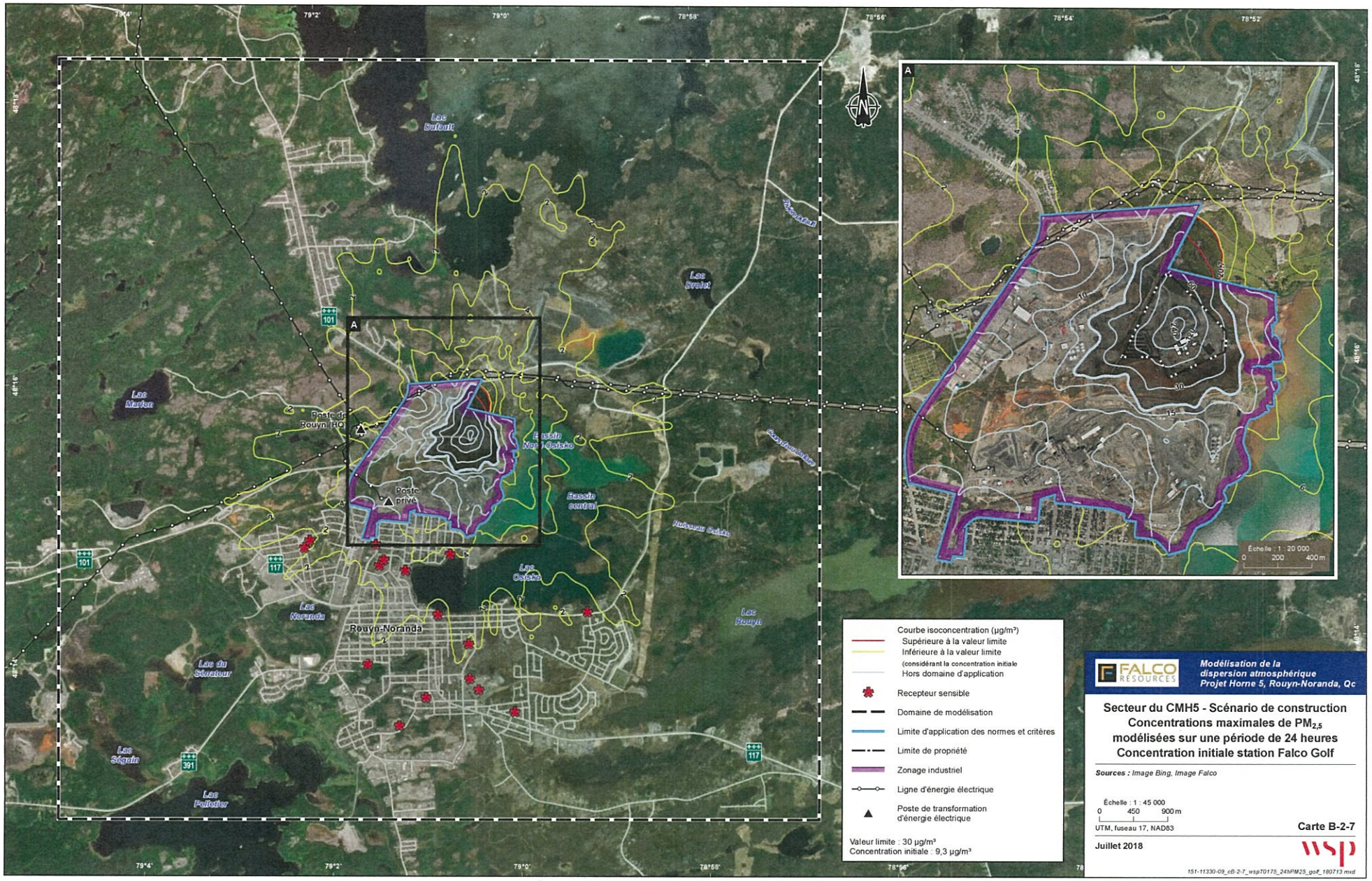
CARTE B-2-7

Scénarios de construction – CMH5

Modélisations des concentrations maximales $PM_{2.5}$

Station MGolf

Période 24 heures


A
Lac Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord Osisko
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Ségnin
Lac Pelletier
101
117
391
79°4'
79°2'
79°0'
78°58'
78°56'
78°54'
78°52'
48°16'
48°14'
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation d'énergie électrique
Valeur limite : 30 µg/m³
Concentration initiale : 9,3 µg/m³
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Secteur du CMH5 - Scénario de construction
Concentrations maximales de PM2,5 modélisées sur une période de 24 heures
Concentration initiale station Falco Golf
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-2-7
Juillet 2018
wsp
151-11330-09_cB-2-7_wspT0175_24hPM25_golf_180713.mxd

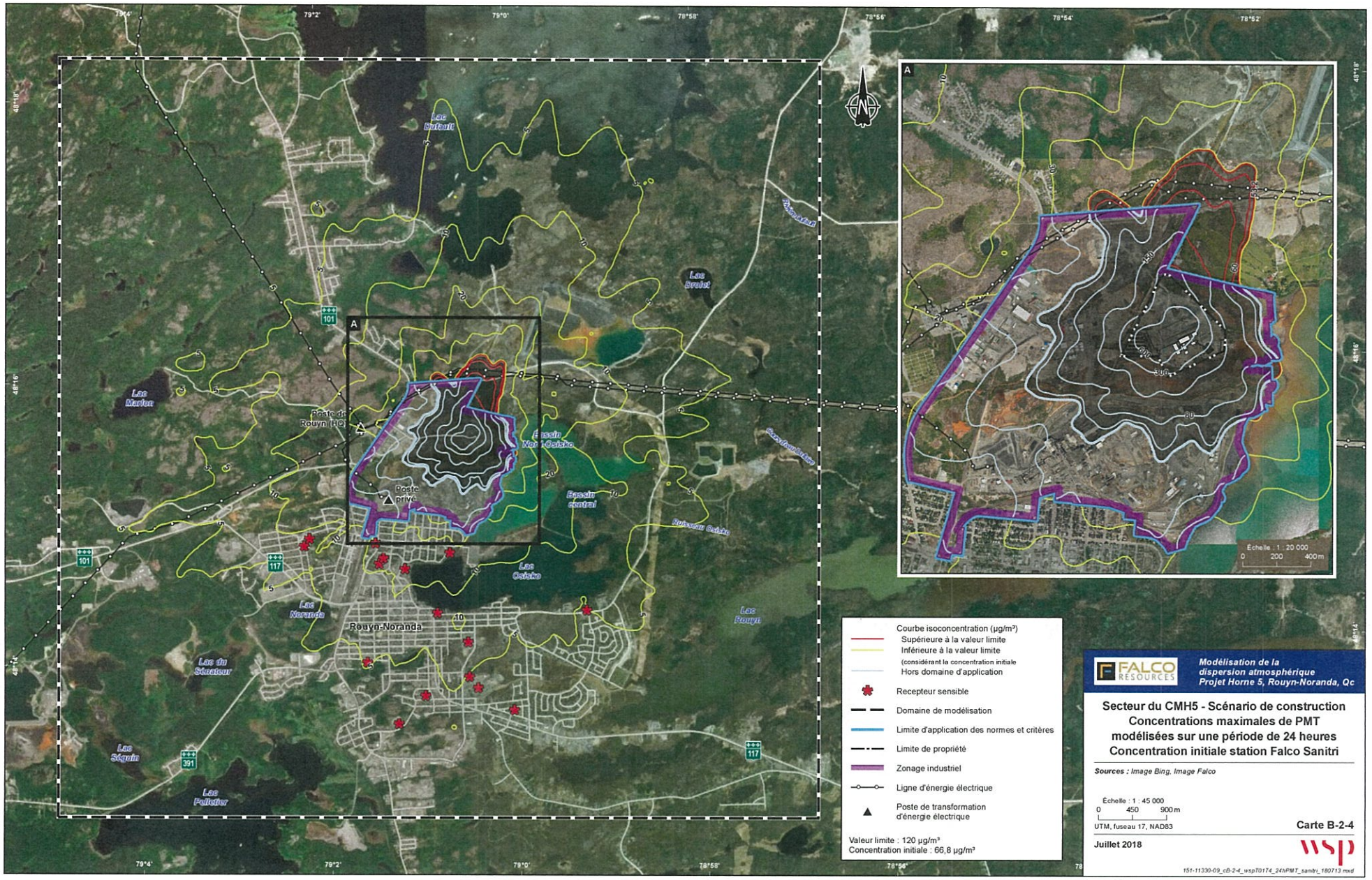
CARTE B-2-4

Scénarios de construction – CMH5

Modélisations des concentrations maximales PST

Station Sanitri

Période 24 heures

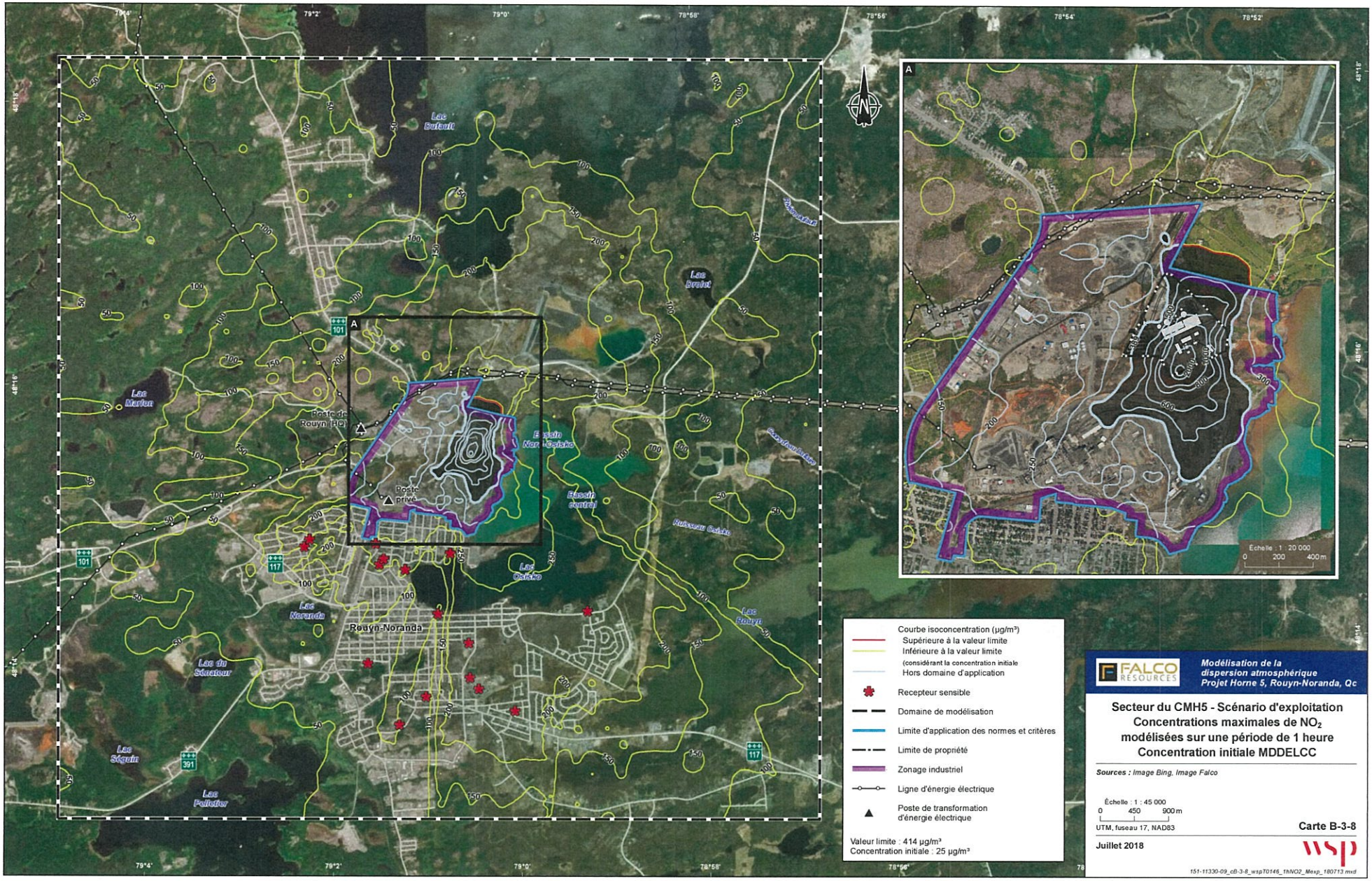

A
Lac Butault
Lac Breist
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord-Osisko
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation d'énergie électrique
Valeur limite : 120 µg/m³
Concentration initiale : 66,8 µg/m³
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Secteur du CMH5 - Scénario de construction
Concentrations maximales de PMT
modélisées sur une période de 24 heures
Concentration initiale station Falco Sanitri
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-2-4
Juillet 2018
wsp
151-11330-09_cB-2-4_wspT0174_24hPMT_sanitri_180713.mxd

CARTE B-3-8

Scénarios d'exploitation – CMH5

Modélisations des concentrations maximale NO_2

Période 1 heure



Lac Dufault
Lac Drolet
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nord-Osisko
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
Lac Rouyn
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation d'énergie électrique
Valeur limite : 414 µg/m³
Concentration initiale : 25 µg/m³
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Secteur du CMH5 - Scénario d'exploitation
Concentrations maximales de NO2 modélisées sur une période de 1 heure
Concentration initiale MDDELCC
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-8
Juillet 2018
wsp
151-11330-09_cB-3-8_wspT0146_1hNO2_Mexp_180713.mxd

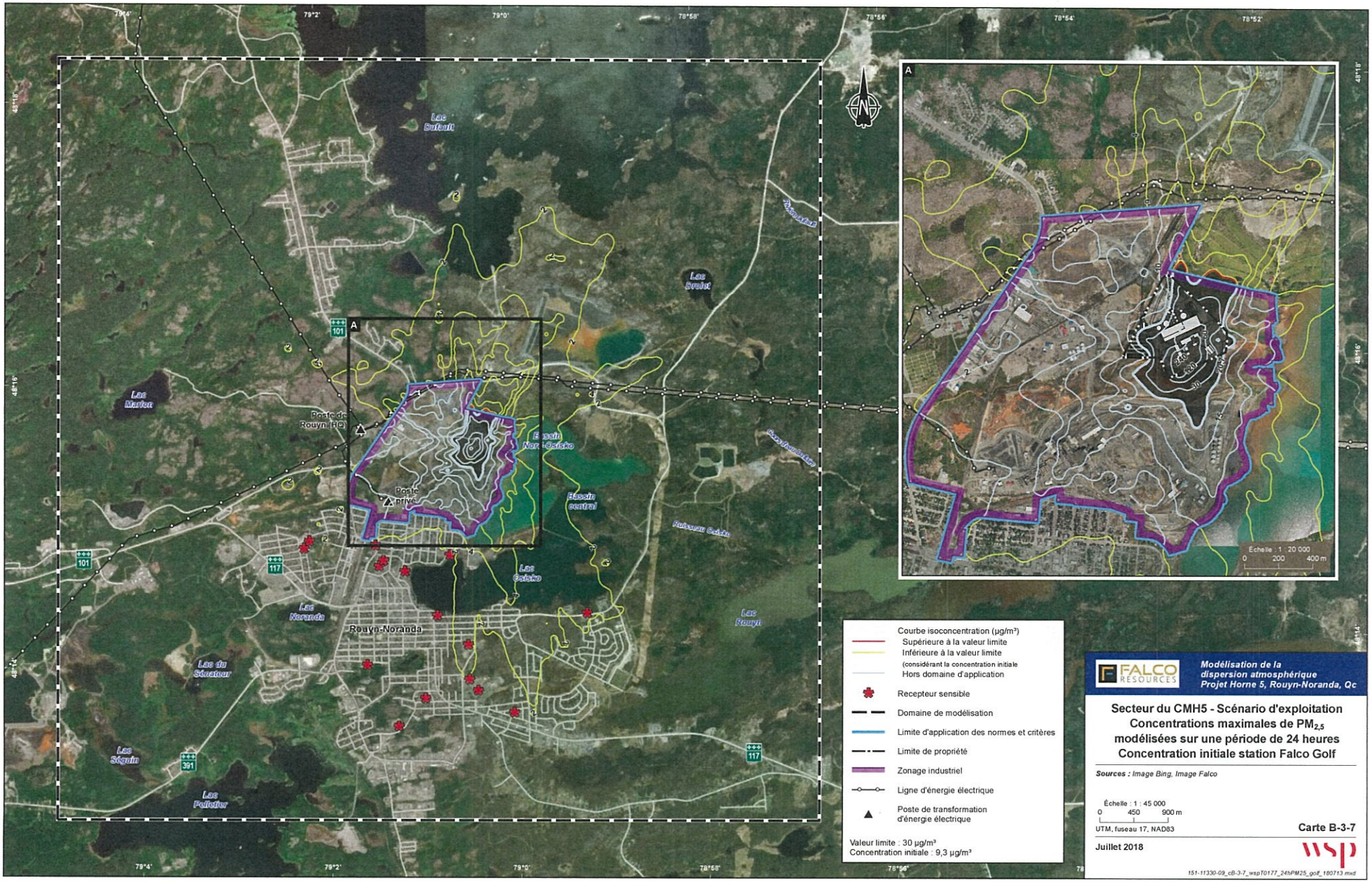
CARTE B-3-7

Scénarios d'exploitation – CMH5

Modélisations des concentrations maximale $PM_{2.5}$

Station MGolf

Période 24 heures



Lac Dufault
Lac Brulot
Lac Marion
Poste de Rouyn (HQ)
Poste privé
Bassin Nor.-Osisko
Bassin central
Ruisseau Osisko
Lac Osisko
Lac Noranda
Rouyn-Noranda
Lac Rouyn
Lac du Sénateur
Lac Séguin
Lac Pelletier
101
117
391
A
Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m
Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application
Recepteur sensible
Domaine de modélisation
Limite d'application des normes et critères
Limite de propriété
Zonage industriel
Ligne d'énergie électrique
Poste de transformation d'énergie électrique
Valeur limite : 30 µg/m³
Concentration initiale : 9,3 µg/m³
FALCO RESOURCES
Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc
Secteur du CMH5 - Scénario d'exploitation
Concentrations maximales de PM2,5
modélisées sur une période de 24 heures
Concentration initiale station Falco Golf
Sources : Image Bing, Image Falco
Échelle : 1 : 45 000
0 450 900 m
UTM, fuseau 17, NAD83
Carte B-3-7
Juillet 2018
wsp
151-11330-09_cB-3-7_wspT0177_24hPM25_golf_180713.mxd

ANNEXE

COMP-114-3 LETTRE DU 24 JANVIER 2022 CONCERNANT L'ANALYSE DE LA RECEVABILITÉ

Montréal, le 24 janvier 2022

Madame Maud Ablain
Directrice adjointe des projets industriels et miniers
Direction de l'évaluation environnementale des projets industriels, miniers, énergétiques et nordiques
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES
Édifice Marie-Guyart, 6e étage
675, boulevard René-Lévesque Est
Québec (Québec) G1R 5V7

Objet : Analyse de la recevabilité de l'étude d'impact du Projet Horne 5 (Dossier 3211-16-018) – Ressources Falco Ltée

Madame Ablain,

La présente vise à répondre à votre correspondance du 23 décembre dernier quant aux informations manquantes et à la date de dépôt pour poursuivre l'analyse de la recevabilité du projet Horne 5.

Nous avons préparé l'information requise pour répondre aux questions du ministère telles qu'identifiées à l'Annexe 1 de votre correspondance, y compris les plans de restauration. Certains de ces documents vous ont par ailleurs déjà été transmis dans le cadre de nos dernières rencontres.

Toutefois nous comprenons que le MELCC exige que le dossier soit complet, y compris les plans de restauration, avant d'accepter de recevoir et d'analyser les documents transmis. Or, vous nous avez informés lors de précédents échanges avec le MELCC que le plan de restauration du Complexe minier Horne 5 ne sera recevable que si accompagné de l'approbation de Glencore. Nous n'avons pu, à ce jour, obtenir une telle approbation.

Nous sommes dans l'attente d'une confirmation du MERN quant à l'acceptabilité d'une structure de détention proposée des titres miniers et des droits d'opération par Falco. Ainsi, nous anticipons que l'approbation de Glencore ne sera plus requise puisque Falco sera soit détentrice des titres miniers, soit désignée exploitant du gisement et du projet Horne 5 par HoldCo devenue détentrice desdits titres miniers conformément à la structure de détention proposée.

Par contre, nous comprenons que l'approbation de Glencore serait requise si cette dernière demeurait détentrice des titres miniers et que Falco devait exploiter le gisement Horne 5 sur la concession minière de Glencore.

Entre temps, compte tenu que certains délais sont à prévoir avant que le MERN nous revienne sur la structure proposée, Falco vous propose de déposer au plus tard le 15 mars prochain, les documents de réponses aux questions de l'Annexe 1, sans le plan de restauration du Complexe minier Horne 5.

Quant à la question de la qualité de l'air, comme précédemment mentionné au MELCC, le bilan massique du projet Horne 5 en termes d'émissions à l'atmosphère est négatif du fait que notre système d'abattement des poussières capte plus de poussières que le reste de nos activités n'en émettent. Globalement, notre projet n'ajoute pas de contaminants à l'atmosphère, au contraire, il conduirait une diminution de la concentration de contaminants dans l'atmosphère. Une copie de ce bilan vous sera transmise avec nos autres documents pour l'analyse de la recevabilité.

Toutefois, nous comprenons de nos échanges avec le MELCC qu'un tel bilan n'est pas considéré suffisant pour les fins de l'article 197 du *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (« RAA »), qui exige l'utilisation des modèles de dispersion atmosphériques prescrits à son annexe H. Ainsi, tel que demandé par le MELCC, nous avons complété une nouvelle modélisation qui sera déposée avec les autres documents pour l'analyse de la recevabilité du projet. La modélisation a été complétée conformément au Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique du MELCC et tient compte de nouvelles mesures éprouvées, proposées par Falco pour réduire ses émissions à l'atmosphère.

Vous noterez que quoique la modélisation démontre une contribution maximale 1 000 fois inférieure à la norme, celle-ci ne conclut pas à un apport nul. Comme vous le savez, il est statistiquement impossible pour le résultat d'une modélisation d'être un zéro absolu dans le cas où il y a un intrant comme c'est le cas ici, puisqu'en vertu des méthodes prescrites, une contribution minime sera identifiée à certains points de modélisation, et celle-ci ne sera pas compensée par les autres points où il y aura une réduction nette des émissions. Il n'en demeure pas moins que malgré ce résultat, notre projet résultera dans les faits en une diminution de la concentration de contaminants pour lesquels la norme de qualité à l'atmosphère est déjà excédée.

Aussi, nous vous soumettons la possibilité de considérer la contribution du projet Horne 5, démontrée par les résultats de la modélisation pour l'arsenic (norme de 3ηg/m3), aux récepteurs sensibles zone nord quasi nul de 0,00127ηg/m3 et aux récepteurs sensibles zone sud quasi nul de 0,00102 ηg/m3 comme équivalant à un zéro, entre autres sur la base du bilan massique, des mesures de mitigation proposées et des études suivantes, démontrant que l'impact sera effectivement nul.

Falco propose notamment de mettre en place un système d'abattement des poussières en amont du système de ventilation de la mine (réduction de 98,64 % des émissions de la ventilation), de choisir un granulat pour la surface de roulement du site qui soit exempt d'arsenic, de refermer l'espace de chargement des concentrés, d'équiper les sources ponctuelles d'émissions de dépoussiéreurs et d'utiliser des équipements miniers, avec des moteur Tier IV (émissions réduites) lorsque les équipements électriques ne sont pas disponibles.

De plus, Falco a fait préparer des études par des experts en toxicologie de Sanexen. Une première étude avait pour but de connaître la contribution des émissions atmosphériques du projet Horne 5 sur le niveau d'exposition de la population exposée de Rouyn-Noranda pour les substances déjà en dépassement et de déterminer si les émissions du projet Horne 5 représentent un risque pour la santé de la population. L'étude a conclu que les émissions atmosphériques du projet Horne 5 engendrées par les activités d'exploitation sont très faibles et que leur contribution à l'exposition de la population est négligeable à court et à long terme. L'étude a aussi déterminé que cette conclusion restait valide même si la teneur de fond de ces substances devait diminuer dans le futur pour atteindre le niveau des Normes et critères québécois.

Une deuxième étude a permis d'évaluer les risques toxicologiques pour la santé humaine que pourraient poser les émissions de silice cristalline dans l'air du projet Horne 5 et d'évaluer ces risques selon les critères d'acceptabilité de l'INSP. L'étude a conclu que ces risques sont négligeables.

Sur la base de ces études, de résultats pratiquement nul de l'étude de modélisation et du bilan massique négatif précédemment mentionné, nous demandons donc au MELCC de considérer l'objectif de l'article 197 du RAA, soit d'éviter une augmentation de la concentration de contaminants dont la norme de qualité à l'atmosphère est déjà excédée, afin d'aller au-delà des limites textuelles du RAA et des limites techniques des méthodes de modélisation prescrites. Une telle approche permettrait au MELCC de confirmer que notre projet se conformera à l'objectif de l'article 197, puisqu'il ne résultera pas en une augmentation, mais au contraire une diminution de la concentration de contaminants dont la norme de qualité à l'atmosphère est déjà excédée.

Il nous fera plaisir de discuter plus amplement avec vous de cette approche, ainsi que des informations qui vous seront transmises d'ici le 15 mars 2022, si le MELCC accepte de les recevoir. Nous aimerions notamment discuter de la modélisation avec vos experts de la qualité de l'air et des émissions atmosphériques dans les prochaines semaines si possible.

Vous remerciant à l'avance pour votre considération, veuillez accepter, Madame Ablain, nos salutations les meilleures.

Ressources Falco Ltée
Hélène Cartier, ing. LL.B., ASC
Vice-présidente, environnement et développement durable

cc. : Mme Francine Tanguay, chargée de projet de la direction adjointe des projets miniers et industriels

ANNEXE

COMP-114-4

RISQUES TOXICOLOGIQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE POSÉS PAR LES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES DE SILICE CRISTALLINE

ÉVALUATION DES RISQUES TOXICOLOGIQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE POSÉS PAR LES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES DE SILICE CRISTALLINE

PROJET HORNE 5
ROUYN-NORANDA, QUÉBEC

Document confidentiel présenté à

RESSOURCES FALCO

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

Rapport final

11 septembre 2020

N/Réf. : RA20-156-1

SANEXEN
SERVICES ENVIRONNEMENTAUX INC.

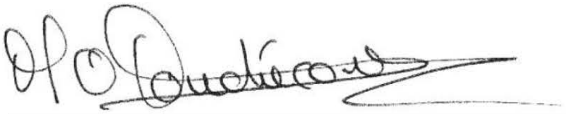
ÉVALUATION DES RISQUES TOXICOLOGIQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE POSÉS PAR LES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES DE SILICE CRISTALLINE RESPIRABLE

PROJET HORNE 5
ROUYN-NORANDA, QUÉBEC

Document confidentiel présenté à

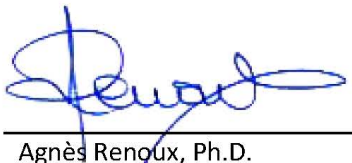
RESSOURCES FALCO LTÉE

Préparé et vérifié 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

11 septembre 2020

N/Réf. : RA20-156-1

SANEXEN
SERVICES ENVIRONNEMENTAUX INC.

ÉQUIPE DE TRAVAIL

Marie-Odile Fouchécourt, Ph.D.	Réalisation du projet Gestion du projet
Mélyssa Deland, M.Sc.	Cartographie
Agnès Renoux, Ph.D.	Contrôle qualité

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 parc industriel Noranda-Nord, à Rouyn-Noranda (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, soit 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.

Pour obtenir les autorisations requises, une étude d'évaluation des impacts du Projet sur l'environnement (ÉIE) a été préparée (par la firme WSP Canada Inc., ci-après « WSP ») et 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 par WSP. 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. Elle rapporte cependant de légers dépassements des critères de qualité de l'atmosphère du MELCC[1] pour la silice cristalline. En complément, Falco souhaitait donc que soient évalués les risques pour la santé de la population qui fréquente la zone d'étude. Sanexen Services Environnementaux inc. (Sanexen) a été retenue par Falco pour réaliser cette étude.

L'objectif de la présente étude était d'estimer les risques toxicologiques pour la santé que pourraient poser les émissions de silice cristalline dans l'air engendrées par les activités projetées aux sites du CMH5 et des IGRM, et d'évaluer ces risques selon les critères d'acceptabilité de l'Institut national de la santé publique du Québec (INSPQ). L'évaluation des risques a donc été réalisée en se conformant aux *Lignes directrices pour la réalisation des évaluations du risque toxicologique d'origine environnementale au Québec* publiées en 2012 par l'INSPQ.

La zone d'étude est la même que celle délimitée pour la modélisation de la dispersion atmosphérique réalisée par WSP (2020) dans le cadre de l'ÉIE, soit deux zones de 10 km x 10 km centrées sur le parc industriel Rouyn-Noranda (secteur du CMH5) ou sur les installations du Projet Horne 5 (secteur des IGRM), tout en les excluant. Elle englobe les éléments du milieu récepteur les plus susceptibles de subir des impacts associés aux émissions atmosphériques qui pourraient être engendrées par le projet. Les individus de tout âge (bébés, enfants, adolescents, adultes) qui fréquentent ou pourraient fréquenter la zone d'étude de façon continue (ex. : dans une résidence ou une institution) ou de façon sporadique (ex. : activité récréative) ont été représentés par des récepteurs localisés selon l'emplacement réel de résidences, institutions (écoles, centres de la petite enfance, résidences pour aînés, établissements de soins de santé), et autres lieux susceptibles d'être fréquentés par la population (terrain de golf, piste cyclable, belvédères, baux pour fins d'abri sommaire en forêt ou pour fins de villégiature, érablières) qui se trouvent dans la zone d'étude. Plus de 80 récepteurs ont ainsi été considérés.

L'étude porte sur la silice cristalline respirable, c.-à-d. sous forme de particules suffisamment fines[2] pour rejoindre les poumons. Le risque a été estimé en supposant une exposition à court terme ou permanente et à long terme des récepteurs, et en tenant compte à la fois de l'exposition « bruit de fond » (non engendrée par les activités du projet) et de l'exposition dite « additionnelle » (découlant spécifiquement des activités du Projet Horne 5). Les concentrations initiales indiquées par le MELCC[1] ont été retenues pour représenter l'exposition bruit de fond. Les concentrations additionnelles, fournies par WSP, ont été obtenues par modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions du Projet (modélisation conforme à la méthodologie du MELCC, qui vise à surestimer les concentrations dans l'air). Plus précisément, les concentrations additionnelles retenues pour la présente évaluation correspondent aux valeurs les plus élevées parmi toutes celles modélisées pour les récepteurs d'intérêt.

1 Normes et critères québécois de la qualité de l'atmosphère (version 6, 2018).
2 Particules de taille inférieure à 4 µm (PM_4).

Les risques ont été estimés et évalués conformément aux lignes directrices de l'INSPQ et en se basant sur la combinaison de multiples hypothèses prudentes. Les résultats indiquent que, quelle que soit la durée de l'exposition évaluée (1 heure, 24 heures ou à long terme), les concentrations de silice cristalline respirables modélisées dans l'air de la zone d'étude (c.-à-d. aux alentours du site CMH5 et du site des IGRM) sont plus faibles que tous les niveaux sécuritaires pour la santé disponibles actuellement.

Sur la base de ces résultats, les risques pour la santé de la population posés par les émissions de silice cristalline qui pourraient être engendrées dans la zone d'étude par les activités associées au Projet Horne 5 sont négligeables.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ DE L'ÉTUDE I

1. INTRODUCTION 1

1.1 Mise en contexte 1
1.2 Objectif de l'étude 1
1.3 Démarche générale de l'évaluation des risques 2
1.4 Limites d'interprétation de l'étude 3

2. IDENTIFICATION DU DANGER 4

2.1 Description de la zone d'étude 4
2.2 Fréquentation et usage de la zone d'étude 4
2.3 Description sommaire des activités projetées 4
2.4 Identification des sources d'émissions atmosphériques 5

3. CARACTÉRISATION TOXICOLOGIQUE 7

3.1 Effets potentiels sur la santé 7
3.2 Valeurs toxicologiques de référence 8

4. CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION 10

4.1 Caractérisation des récepteurs 10
4.2 Scénario d'exposition 11
4.3 Concentrations d'exposition retenues 12
4.3.1 Teneurs de fond 12
4.3.2 Concentrations additionnelles modélisées 13

5. ESTIMATION ET ÉVALUATION DES RISQUES TOXICOLOGIQUES 15

5.1 Estimation du risque 15
5.1.1 Méthodologie 15
5.1.2 Niveaux de risque estimés 15
5.2 Analyse de l'incertitude 16
5.2.1 Caractérisation de l'exposition 16
5.2.1.1 Scénario d'exposition 16
5.2.1.2 Teneurs de fond dans l'air ambiant 16
5.2.1.3 Concentrations additionnelles dans l'air ambiant 17
5.2.1.4 Concentrations dans l'air intérieur 17
5.2.1.5 Combinaison des hypothèses retenues 17
5.2.2 Caractérisation toxicologique et estimation du risque 18
5.3 Évaluation du risque 20

6. CONCLUSION 21

7. RÉFÉRENCES 22

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 Catégories de récepteurs sélectionnées pour chaque durée d'exposition 26

TABLEAU 2 Résumé des concentrations (µg/m^3) additionnelles maximales de silice cristalline respirable modélisées dans l'air ambiant aux différents récepteurs 27

TABLEAU 3 Concentrations (µg/m^3) de silice cristalline respirable dans l'air utilisées pour estimer les risques ...28

TABLEAU 4 Sommaire de indices de risque maximaux obtenus 29

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 Démarche générale de l'évaluation des risques par modélisation 31
FIGURE 2 Limites de la zone d'étude 32
FIGURE 3 Localisation des récepteurs – Secteur du CMH5.....33
FIGURE 4 Localisation des récepteurs – Secteur des IGRM 34

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A Figures tirées de l'ÉIE (WSP)

ANNEXE B Conditions générales et limitations de l'étude

ANNEXE C Description et localisation des récepteurs

ANNEXE D Concentrations additionnelles dans l'air ambiant (fournies par WSP)

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

µg	Microgramme (1 µg = 0,000001 g)
µm	Micromètre (1 µm = 0,000001 m)
ATSDR	*Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (États-Unis)
BAPE	Bureau d'audiences publiques sur l'environnement
$BMCL_{01}$	Limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95% de la concentration moyenne correspondant à un taux de réponse (ex. : silicose) de 1%
Cal/EPA	Agence de protection de l'environnement de la Californie
CIRC	Centre international de Recherche sur le Cancer (IARC en anglais)
CMH5	Complexe minier Horne 5
ÉIE	Évaluation des impacts sur l'environnement
IARC	*International Agency for Research on Cancer* (CIRC en français)
IGRM	Installations de gestion des résidus miniers
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
MDH	*Minnesota Department of Health*
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
Mt	Million de tonnes
NIOSH	*National Institute for Occupational Safety and Health* (États-Unis)
PM_4	Particules aéroportées respirables (diamètre de 4 µm ou moins)
RIVM	Institut national pour la santé publique et l'environnement (Pays-Bas)
TCEQ	*Texas Commission on Environmental Quality*
U.S. EPA	Agence de protection de l'environnement des États-Unis
VTR	Valeur toxicologique de référence
WSP	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, à Rouyn-Noranda (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 environnantes et le restant sera entreposé en surface, au site des IGRM[1]. Les deux sites seront reliés par un système de conduites permettant le transport des résidus et des eaux de procédé (WSP, 2017). La localisation régionale et l'emplacement des composantes du Projet Horne 5 sont présentés à l'annexe A[2].

Pour être autorisé, le projet est assujetti à la procédure provinciale d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement en vertu de la LQE[3]. Dans ce contexte, une étude d'évaluation des impacts du Projet 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, 2020). 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. Elle rapporte cependant de légers dépassements des critères de qualité de l'atmosphère du MELCC[4] pour la silice cristalline. En complément, Falco souhaitait que soient évalués les risques pour la santé de la population qui fréquente la zone d'étude.

Sanexen Services Environnementaux inc. (Sanexen) a été retenue par Falco pour réaliser l'évaluation des risques toxicologiques pour la santé humaine posés par les concentrations dans l'air de silice cristalline qui pourraient être émises par le Projet Horne 5. Cette étude vise notamment à répondre aux éventuelles préoccupations de la population et, le cas échéant, aux attentes des autorités provinciales.

1.2 Objectif de l'étude

L'objectif de la présente étude était d'estimer quantitativement, par une approche déterministe[5], les risques toxicologiques pour la santé humaine que pourraient poser les émissions de silice cristalline dans l'air engendrées par les activités projetées à chacun des sites (CMH5 et IGRM), et d'évaluer ces risques selon les critères d'acceptabilité de l'Institut national de la santé publique du Québec (INSPQ).

La zone d'étude pour les fins de l'évaluation des risques toxicologiques correspond aux domaines de modélisation de la dispersion atmosphérique définis dans l'étude sectorielle sur la modélisation de la

1 L'espace d'entreposage souterrain permettra d'entreposer les boues générées par le traitement de l'eau de préproduction ainsi que les résidus non utilisés pour la fabrication du remblai en pâte (« remblai hydraulique ») au moins pendant les deux années d'exploitation avant la construction des IGRM de surface (période de production sans IGRM). En cours de production, le remblai en pâte servira à remblayer les chantiers exploités du gisement Horne 5 et lorsque tous les espaces souterrains seront comblés, les résidus seront entreposés à la surface au site des IGRM (WSP, 2017).
2 Cartes 2-1 « Localisation du projet » et 2-2 « Emplacement des composantes du projet » tirées de l'ÉIE (WSP, 2017).
3 Loi sur la qualité de l'environnement (RLRQ, c. Q-2) Article 31.1.
4 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
5 Approche selon laquelle une seule valeur est employée pour définir chaque paramètre d'exposition. Les paramètres d'exposition visent à représenter un individu moyen de la population étudiée, c'est-à-dire la population la plus susceptible d'être exposée (INSPQ, 2012).

dispersion atmosphérique de l'ÉIE (WSP, 2020). Elle englobe les éléments du milieu récepteur les plus susceptibles de subir des impacts associés aux émissions atmosphériques qui pourraient être engendrées par le Projet Horne 5.

1.3 Démarche générale de l'évaluation des risques

Au Québec, toute évaluation des risques toxicologiques doit être réalisée conformément aux « Lignes directrices pour la réalisation des évaluations du risque toxicologique d'origine environnementale au Québec » de l'INSPQ, 2012. Cette méthodologie a donc été suivie dans le cadre de la présente étude.

La démarche générale d'une évaluation des risques consiste essentiellement à comparer les données toxicologiques sur les substances d'intérêt avec les niveaux d'exposition potentiels estimés pour un récepteur (ex. : individu résidant dans la zone d'étude), selon les conditions d'exposition propres à la zone d'étude. Cette approche peut être décrite en quatre principales étapes (figure 1) :

- L'*identification du danger* consiste à identifier les substances potentiellement présentes et pouvant poser un risque pour la santé (sélection des substances d'intérêt) et à documenter les concentrations mesurées, s'il y a lieu. La présente étude porte uniquement sur la silice cristalline respirable;
- La caractérisation de l'exposition consiste à identifier les récepteurs (combinaison d'un lieu et d'un individu) susceptibles d'être les plus exposés et à estimer, par modélisation, les niveaux d'exposition de ces récepteurs à partir des concentrations estimées ou mesurées dans les milieux environnementaux d'intérêt et des conditions d'exposition à ces différents milieux (scénario d'exposition). La présente étude est basée sur des concentrations génériques (teneurs de fond; aucune mesure disponible) et sur des concentrations estimées par modélisation (concentrations qui pourraient être engendrées par le Projet Horne 5);
- La caractérisation toxicologique de chaque substance consiste à identifier les effets toxiques possibles sur la santé (cancer et autres effets) et les niveaux jugés sécuritaires, c'est-à-dire assurant que le risque d'effets nocifs sur la santé humaine est négligeable. Les niveaux jugés sécuritaires sont identifiés à partir des valeurs toxicologiques de référence (VTR) disponibles pour des effets dits avec seuil (certains cancers et autres effets) et pour des effets dits sans seuil (cancer);
- L'estimation et l'évaluation des risques consistent à comparer les niveaux d'exposition obtenus avec les VTR (calcul des indices de risque et du risque de cancer) selon les recommandations émises par l'INSPQ (critères d'acceptabilité). Tel qu'expliqué ci-après, l'évaluateur doit réaliser une analyse approfondie des incertitudes reliées aux différents intrants de la modélisation pour qualifier le risque.

Dans la présente étude, le risque correspond à une probabilité qu'un évènement (survenue d'un effet toxique sur la santé) se produise[1]. Par conséquent, le risque nul (une probabilité égale à zéro) n'existe pas et il est nécessaire de se référer à des balises pour évaluer le risque. L'INSPQ juge que le risque d'effets sur la santé est « négligeable »[2] lorsque i) pour les effets avec seuil, les niveaux d'exposition sont inférieurs aux VTR (indices de risque inférieurs à l'unité) et ii) pour les effets sans seuil, le risque additionnel[3] de cancer à vie est inférieur ou égal à un cas par million de personnes exposées ($\leq 1 \times 10^{-6}$, soit un risque de 0,0001%).

1 La définition générale de risque est la probabilité qu'un événement se produise, multipliée par la conséquence de cet événement. Étant donné que nous définissons ici, au préalable, la conséquence comme étant un effet nocif, le risque correspond à la probabilité que cet effet nocif se produise.
2 C'est-à-dire absence de risque à toute fin pratique, mais le risque étant une probabilité, il n'est pas possible de conclure à l'absence de risque (risque nul).
3 Par « risque additionnel », on entend risque qui découle uniquement des émissions par la source étudiée (dans le cas présent : émissions engendrées par le Projet Horne 5).

Il est aussi possible que la probabilité que l'évènement se produise soit extrêmement faible advenant le dépassement de ces critères d'acceptabilité. En effet, l'objectif d'une évaluation déterministe est de détecter tout risque potentiel, et non d'estimer précisément un niveau de risque. Le risque est donc estimé en utilisant des hypothèses prudentes, c.-à-d. qui vont surestimer l'exposition (et donc le risque), tout en restant plausibles. La combinaison de multiples hypothèses prudentes conduit nécessairement à une surestimation du risque par rapport au risque réel appréhendé. Cette surestimation volontaire doit être considérée lors de l'interprétation des résultats pour déterminer si le risque est significatif ou non. Il convient alors de procéder à une analyse approfondie des résultats en tenant compte du niveau de confiance (incertitude) attribué à chacune des étapes de l'étude. Lorsque, à la suite de cet exercice, la probabilité que l'événement se produise est jugée non significative, le risque est qualifié de « vraisemblablement négligeable », pour le distinguer du risque défini précédemment comme « négligeable ».

1.4 Limites d'interprétation de l'étude

La présente étude est une évaluation des risques toxicologiques pour la santé humaine posés par les concentrations de silice cristalline respirable dans l'air potentiellement émise par les activités projetées par Falco sur les sites du CMH5 et des IGRM. Cette étude concerne les risques pour la santé estimés et évalués pour la population qui réside dans la zone d'étude ou qui la fréquente de façon régulière ou occasionnelle. L'évaluation exclut toute considération des risques toxicologiques posés par d'autres substances et des risques écotoxicologiques (c.-à-d. pour la faune et la flore).

Comme dans toute évaluation des risques, 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 les concentrations dans l'air durant la phase d'exploitation projetée qui ont été modélisées (par WSP) en s'appuyant sur la méthodologie du MELCC. Les incertitudes qui demeurent pour estimer les risques sont présentées et discutées à la section 5.2.

La présente étude a été réalisée selon les règles de l'art dans le domaine de l'analyse de risques, en suivant les lignes directrices de l'INSPQ. Les risques ont été estimés en utilisant les hypothèses prudentes recommandées par l'INSPQ pour estimer l'exposition des individus. Il s'agit d'une analyse déterministe visant à détecter tout risque potentiel et les conclusions sont valides dans la mesure où les hypothèses retenues sont représentatives de la réalité ou conduisent à une surestimation des concentrations de silice cristalline respirable dans l'air. L'ensemble des limitations décrites ci-haut ont été considérées à l'étape finale d'interprétation et d'évaluation du risque.

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

2. IDENTIFICATION DU DANGER

2.1 Description de la zone d'étude

Le Projet Horne 5 est situé[1] sur le territoire équivalent de Rouyn-Noranda, dans la région administrative de l'Abitibi-Témiscamingue. Le projet inclut des installations[2] dans le parc industriel Noranda-Nord, dans le noyau urbain de la ville de Rouyn-Noranda (site du CMH5) ainsi que 11 km plus au nord, en dehors du noyau urbain (site des IGRM).

La zone d'étude, illustrée à la figure 2, est la même que celle délimitée pour la modélisation de la dispersion atmosphérique réalisée par WSP (2020) dans le cadre de l'ÉIE, soit deux zones de 10 km x 10 km centrées sur le parc industriel Rouyn-Noranda (secteur du CMH5) ou sur les installations du Projet Horne 5 (secteur des IGRM), tout en les excluant[3]. Il est à noter toutefois que, dans le secteur des IGRM, trois récepteurs situés à l'intérieur de la zone d'exclusion[4] ont été considérés aux fins de la présente étude (voir section 4.1 et figure 4).

2.2 Fréquentation et usage de la zone d'étude

La fréquentation et l'usage de la zone d'étude ont été documentés dans l'ÉIE (WSP, 2017) et l'information a été mise à jour pour les besoins de la présente étude[5]. 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), ainsi que diverses activités commerciales, industrielles (ex. : fonderie Horne) ou agricoles (ex. : deux érablières à proximité des IGRM). La chasse, la pêche et la cueillette sont des activités pratiquées dans la zone d'étude par des allochtones. Aucune activité traditionnelle par des membres de communautés autochtones n'a été recensée. Des projets résidentiels ont été identifiés dans le secteur nord-ouest du noyau urbain de Rouyn-Noranda (projets Domaine Boréal, Développement David et Développement Angers) et dans le secteur D'Alembert (rue Jason).

2.3 Description sommaire des activités projetées

Les activités projetées sur les deux sites du Projet Horne 5 ont été décrites par WSP (2020) et peuvent être résumées comme suit :

- Activités projetées dans le secteur du CMH5
  - La phase de construction/préproduction inclut les travaux d'aménagement du site (construction : 2022-2024) ainsi que le dénoyage et la mise en valeur des anciennes mines souterraines[6] (préproduction : 2023-2024). Les travaux de construction incluent notamment forages, sautages, excavation/remblayage du site, et construction de l'usine de traitement du minerai. Les activités

1 Voir Carte 2-1, à l'Annexe A.
2 Voir Carte 2-2, à l'Annexe A.
3 Pour chaque secteur, la zone d'exclusion correspond à la limite d'application des Normes et critères indiquée dans l'étude de modélisation (Carte B-1-2 et B-1-8 de WSP, 2020).
4 Récepteurs RES1, ERA2, et ABRI21.
5 Communications personnelles de Mme Hélène Cartier (Falco) et de M. Carl Martin (WSP), juin-juillet 2020.
6 Mines Quemont, Donalda et Horne.

de préproduction incluent notamment la gestion de stériles[1] (entreposage hors site) et l'extraction et l'entreposage temporaire de minerai en surface[2]. L'air vicié de la mine sera rejeté[3] par l'ancien puits Quemont No. 2;

- La phase d'exploitation, d'une durée prévue de 15 ans, devrait débuter à la fin 2024. Le minerai concassé sous terre[4] sera hissé à la surface, déchargé par un convoyeur sur une pile à minerai couverte, puis acheminé à l'usine de traitement. Les résidus générés[5] seront utilisés comme remblai en pâte pour remplir et consolider les galeries et chantiers souterrains désaffectés de la mine Horne, et les excédents seront entreposés au site des IGRM (à partir de 2026). Durant toute la phase de production, le système de ventilation permanent de la mine souterraine sera en fonction (système inversé par rapport à la phase de préproduction, avec injection d'air frais capté à l'ancien puits Quemont No.2 et deux sorties d'air vicié au sud du site dotées d'un système d'épuration)[6].

➤ Activités projetées dans le secteur des IGRM

- Les activités de construction/rehaussement des digues varient dans le temps et auront lieu de 2026 à 2036 (activités maximales la première année)[7]. Elles comprennent typiquement le transport, le boutage et la manipulation des différents matériaux de construction. Le développement d'une carrière sur le site est également considéré afin de fournir une partie des matériaux requis;
- Les résidus miniers (sous forme de pulpe) seront acheminés aux IGRM par des conduites (pompage à partir du CMH5) et seront déposés dans deux cellules[8].

2.4 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, 2020). La manipulation de matériaux[9], l'érosion éolienne des sites d'entreposage et le routage sont des sources d'émission dans l'atmosphère de particules pouvant contenir de la silice cristalline. Les teneurs en silice cristalline ont été déterminées dans la plupart des matériaux qui seront manipulés durant la phase d'exploitation, soit le minerai, les stériles et les résidus générés par le Projet Horne 5 ainsi que le granulat de route qui sera utilisé.

1 Volume total estimé à environ 1,5 Mt.
2 Entreposage dans une halde de minerai temporaire (capacité d'environ 0,15 Mt) non couverte, jusqu'au démarrage de l'usine; il est prévu que la totalité du minerai entreposé soit utilisée en quelques semaines.
3 Débit de 445 000 pi^3/min.
4 Production moyenne d'environ 15 500 tonnes par jour.
5 Résidus du circuit de flottation de la pyrite (RFP) et résidus du concentré de pyrite (RCP).
6 Débit de 800 000 pi^3/min.
7 En 2026, la quantité journalière de matériaux déplacés (7000 m^3/jour) sera 2 à 4 fois plus élevée que durant les étapes subséquentes.
8 Une cellule par type de résidu (RFP et RCP).
9 Incluant des matériaux pour lesquels la teneur en silice n'est pas connue. Voir discussion de l'incertitude à la section 5.2.1.

Les émissions retenues par WSP pour modéliser les concentrations de silice cristalline dans l'air engendrées par le Projet Horne 5 sont les suivantes :

- Site du CMH5 (phase d'exploitation)
  - Émissions canalisées issues de la ventilation de la mine souterraine;
  - Émissions surfaciques découlant de l'érosion éolienne de la halde de minerai temporaire, lorsque la superficie maximale de la halde est atteinte;
  - Émissions fugitives découlant du routage sur le site.
- Site des IGRM : émissions surfaciques découlant de l'érosion éolienne au site des IGRM, lorsque la superficie maximale est atteinte.

3. CARACTÉRISATION TOXICOLOGIQUE

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 comporte deux objectifs distincts :

- Identifier les effets nocifs possibles sur la santé qui pourraient être induits par l'exposition à une substance donnée;
- Déterminer les VTR qui permettront d'estimer quantitativement le risque pour une exposition donnée.

Ces aspects sont traités dans les sous-sections suivantes.

3.1 Effets potentiels sur la santé

Plusieurs institutions ont produit des études (revues de littérature et évaluations) concernant les effets possibles de la silice cristalline sur la santé (U.S. EPA, 1996; IARC, 1997; American Thoracic Society, 1997; NIOSH, 2002; BIA, 2003; Cal/EPA, 2005; TCEQ, 2009; IARC, 2012; Environnement Canada et Santé Canada, 2013; ANSES, 2019; ATSDR, 2019; TCEQ, 2020). L'information disponible inclut des études épidémiologiques (c.-à-d. chez l'humain)[1], visant à mettre en évidence une association entre l'exposition à la silice cristalline et des effets sur la santé, ainsi que des études expérimentales sur des animaux.

Globalement, l'ensemble de l'information scientifique disponible a mis en évidence une association entre l'exposition à la silice cristalline respirable (sous forme de particules suffisamment fines pour rejoindre la partie profonde des poumons) en milieu de travail et divers problèmes de santé, notamment au niveau du système respiratoire. Les maladies du système respiratoire pouvant être associées à la silice cristalline incluent bronchite chronique, limitations chroniques des voies respiratoires, hypersécrétion de mucus et emphysème pathologique, silicose (fibrose pulmonaire progressive), complications possibles de la silicose (tuberculose, insuffisance respiratoire, bronchite chronique obstructive) et cancer du poumon. La silice cristalline a été classée comme cancérogène pour l'humain (IARC, 2012). En effet, plusieurs études épidémiologiques ont mis en évidence une association entre l'exposition à la silice cristalline en milieu de travail et le cancer du poumon chez des travailleurs, et la silice exacerberait le risque de cancer du poumon chez les fumeurs. Des effets sur d'autres organes tels que le foie et la rate (silicose hépatosplénique), la peau (granulomes cutanés de silice ou nodules), le cœur (élargissement du ventricule droit pour compenser les anomalies pulmonaires), les reins ou des maladies auto-immunes ont aussi été répertoriés mais l'information disponible est plus limitée. Des études expérimentales réalisées sur des rats indiquent que des expositions de courte durée à des concentrations élevées[2] de silice cristalline induisent de l'inflammation pulmonaire et de la cytotoxicité qui peuvent résulter, avec une certaine latence, en fibrose pulmonaire (TCEQ, 2009; TCEQ, 2020).

La relation dose-réponse entre l'exposition à la silice cristalline respirable et le développement de la silicose ou du cancer du poumon a été étudiée à partir de plusieurs études épidémiologiques menées en milieu de travail[3]. Pour la silicose, les résultats suggèrent que le risque dépendrait de la quantité totale de silice à laquelle le travailleur est exposé, c'est-à-dire la dose cumulée (niveau x durée de l'exposition). Pour

1 Les études épidémiologiques ont été réalisées chez des travailleurs de l'industrie minière, du granit, de l'exploitation de carrières, etc.
2 10 mg/m^3 et plus
3 Concentrations très variables d'une étude à l'autre. Les plus faibles concentrations documentées sont de l'ordre de quelques dizaines de µg/m^3 et les plus élevées de plusieurs centaines de µg/m^3.

le cancer du poumon, il est clair qu'il existe une association avec l'exposition à des concentrations relativement élevées de silice chez les travailleurs (notamment des travailleurs atteints de silicose) (Kurihara et Wada, 2004; Erren*, et coll.*, 2009; Pelucchi*, et coll.*, 2006; Erren*, et coll.*, 2011; Liu*, et coll.*, 2013; Kachuri*, et coll.*, 2014; Steenland et Ward, 2014; Poinen-Rughooputh*, et coll.*, 2016). Toutefois l'information disponible actuellement ne permet pas de conclure quant à l'existence (ou non) d'une association à faible dose, notamment chez des personnes non atteintes de silicose (Pelucchi*, et coll.*, 2006; Erren*, et coll.*, 2009; Erren*, et coll.*, 2011; Poinen-Rughooputh*, et coll.*, 2016).

Dans ces conditions, l'élucidation du mécanisme d'action de la silice est importante car, si un seuil d'exposition doit être franchi pour déclencher le développement du cancer du poumon, cela signifie qu'un faible niveau d'exposition à la silice cristalline (en deçà du seuil) pourrait être sécuritaire (c.-à-d. ne pas induire le cancer du poumon) sans égard à la durée d'exposition. L'information disponible actuellement concernant le mécanisme d'action de la silice cristalline provient essentiellement d'études expérimentales *in vitro* ou *in vivo* chez l'animal. La présence de particules de silice cristalline dans la partie profonde des poumons (alvéoles) déclenche d'une réaction inflammatoire et entraine des dommages cellulaires, ce qui déclenche des mécanismes de réparation. Du fait de la persistance des particules, la réaction inflammatoire peut devenir chronique (alvéolite). Un cycle persistant de phases inflammatoires et de réparation peut mener, ultimement, au développement de fibrose pulmonaire (silicose) (ATSDR, 2019). Bien que le mode d'action de la silice cristalline ne soit pas totalement élucidé en ce qui a trait au cancer du poumon, l'hypothèse que le dépassement d'un seuil d'exposition serait requis pour induire le cancer du poumon est bien supportée par l'information disponible (Cox, 2011; IARC, 2012; Kachuri*, et coll.*, 2014; Steenland et Ward, 2014; Sayan et Mossman, 2016; ATSDR, 2019). Néanmoins, l'information disponible ne permet pas d'écarter hors de tout doute la possibilité que la silice cristalline puisse aussi interagir directement avec le matériel génétique chez l'humain (IARC, 2012).

3.2 Valeurs toxicologiques de référence

Les VTR sont des indicateurs permettant d'estimer s'il est probable ou non qu'un niveau d'exposition donné conduise à un risque significatif pour la santé d'individus représentatifs de la population générale. Ces indicateurs définissent le niveau de toxicité des substances à l'étude. Ils sont établis à partir des résultats d'études expérimentales (études toxicologiques chez l'animal ou l'humain) ou épidémiologiques (études au sein d'une population humaine) et intègrent des facteurs de sécurité visant à protéger les populations les plus sensibles et permettant de tenir compte des incertitudes associées à la dérivation des VTR.

L'INSPQ recommande dans ses lignes directrices (INSPQ, 2012) d'utiliser les VTR proposées par diverses institutions de santé (Santé Canada, Organisation mondiale de la santé (OMS), Agence pour la Protection de l'Environnement des États-Unis (U.S. EPA) dans la base de données toxicologiques IRIS[1], *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (ATSDR)[2]) ou, par défaut, par d'autres institutions comme l'Agence pour la Protection de l'Environnement de Californie (Cal/EPA) ou l'institut national pour la santé publique et l'environnement des Pays-Bas (RIVM).

1 *Integrated Risk Information System.*
2 *Toxicological Profiles*.

Parmi toutes ces institutions reconnues par l'INSPQ, seule l'agence californienne (Cal/EPA) a développé une VTR (3 µg/m^3) pour une exposition chronique à la silice cristalline. Une recherche approfondie a permis d'identifier d'autres valeurs développées par la *Texas Commission on Environmental Quality* (TCEQ) pour des expositions chronique et de courte durée (1 heure et 24 heures). Toutes ces valeurs s'appliquent à la silice cristalline respirable et visent à protéger des effets pulmonaires à court (inflammation) et à long terme (silicose). Pour les fins de la présente étude, les VTR retenues sont les plus sévères, soit celles de la TCEQ :

- Exposition sur 1 heure : VTR de 47 µg/m^3 (TCEQ, 2020);
- Exposition sur 24 heures : VTR de 24 µg/m^3 (TCEQ, 2009);
- Exposition chronique : VTR de 2 µg/m^3 (TCEQ, 2009).

4. CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION

L'estimation de l'exposition des récepteurs (individus fréquentant la zone d'étude) est une étape déterminante de l'évaluation des risques. En effet, ce sont les contacts possibles de ces récepteurs avec les substances à l'étude qui peuvent donner naissance à des effets sur la santé. Il est donc important d'identifier les récepteurs et les voies d'exposition potentielles par lesquelles les individus pourraient être exposés (ingestion, inhalation et/ou contact cutané) ainsi que les patrons d'exposition (fréquence et durée de l'exposition). Un autre élément essentiel à l'estimation de l'exposition est la détermination des concentrations de substances dans les divers milieux environnementaux d'intérêt.

Pour la silice cristalline respirable, la seule voie d'exposition pertinente est l'inhalation. L'exposition potentielle a été estimée conformément aux lignes directrices de l'INSPQ, 2012. Trois catégories d'exposition ont donc été estimées :

- Les niveaux d'exposition dits « bruit de fond », qui sont associés à la présence de silice cristalline respirable dans l'air avant la mise en place du Projet;
- Les niveaux dits « additionnels », qui représentent l'exposition des individus attribuable spécifiquement au Projet et qui ne tiennent pas compte de l'exposition bruit de fond;
- Les niveaux « totaux », qui incluent à la fois les niveaux bruit de fond et additionnels.

Les détails relatifs à l'exposition bruit de fond, additionnelle et totale sont présentés dans les sous-sections suivantes.

4.1 Caractérisation des récepteurs

Dans le contexte d'une évaluation des risques toxicologiques, les récepteurs sont définis comme une combinaison d'un lieu et d'un individu. Il convient donc d'identifier les récepteurs 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. Pour ce faire, les récepteurs sont 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 pour l'estimation des risques sont les suivants :

- Aux alentours du CMH5 (noyau urbain de Rouyn-Noranda) :
  - 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 la dispersion atmosphérique des émissions du Projet Horne 5, ces trois quartiers correspondent aux secteurs résidentiels susceptibles d'être les plus exposés aux émissions du projet. 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[1], 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);

➤ Aux alentours des IGRM (secteur d'Alembert) :

- 29 résidences (RES#), dont 10 situées sur le chemin Jason (au sud du site) et 19 situées le long de la rue Saguenay (route 101, à l'est du site);
- 2 érablières (ERA#) situées au sud du site;
- 2 baux pour fins de villégiature (VILL#) situés au Lac Duprat;
- 19 baux pour fins d'abri temporaire en forêt (ABRI#);
- 3 belvédères (BEL#) situés à l'est du site (les collines d'Alembert).

La localisation des récepteurs retenus est indiquée aux figures 3 et 4. Leur description et leur localisation précise sont fournies à l'annexe C.

Pour les fins de l'évaluation des risques, 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.

4.2 Scénario d'exposition

Seule l'exposition par inhalation a été retenue pour évaluer les risques pour la santé de la population puisque l'inhalation est la seule voie d'exposition par laquelle la silice cristalline peut représenter un risque.

L'exposition a été estimée conformément aux lignes directrices de l'INSPQ pour un contexte résidentiel (INSPQ, 2012). Ainsi, l'exposition des individus a été estimée en se basant sur la combinaison d'hypothèses prudentes qui visent à s'assurer de la mise en évidence de tout risque potentiel engendré par une exposition quotidienne à long terme (chronique) ou par une exposition à court terme (aiguë). Ces hypothèses sont les suivantes :

➤ Pour l'exposition chronique, 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[2]. Ce scénario d'exposition est pertinent pour les récepteurs de type résidentiel (incluant villégiature) et institutionnel seulement;

➤ Pour l'exposition à court terme, présence dans la zone d'étude d'individus appartenant à toutes les tranches d'âge, durant 1 heure ou 24 heures consécutives. Il est à noter que, pour plusieurs types de récepteurs (ex. : terrain de golf, piste cyclable, abri sommaire en forêt, érablière, belvédère), il est peu probable qu'un même individu soit présent à de tels lieux durant 24 heures consécutives;

1 Deux installations situées sur la rue Notre-Dame et l'avenue Principale.
2 Exposition bruit de fond durant 70 ans, et exposition additionnelle durant 15 ans. La durée de l'exposition a été utilisée pour évaluer le risque posé par l'exposition cumulée en utilisant un estimateur de risque *ad hoc* (approche et résultats présentés à la section 5.2.2).

- Exposition par inhalation d'air ambiant et d'air intérieur, en supposant que la concentration de silice cristalline respirable dans l'air intérieur est égale à celle dans l'air ambiant (surestimation probable car le transfert des particules de l'air ambiant vers l'air intérieur peut être plus faible que 100%);
- Concentration d'exposition dans l'air correspondant à la somme de la concentration bruit de fond et de la concentration additionnelle (découlant du Projet Horne 5). Davantage de détails sont fournis à la section suivante;
- Durée d'exposition additionnelle de 15 ans, soit la période d'exploitation prévue de la mine souterraine.

4.3 Concentrations d'exposition retenues

Les concentrations de diverses substances dans l'air ambiant découlent d'activités humaines (ex. : circulation routière, activités industrielles) ou de conditions naturelles (ex. : érosion éolienne) et dépendent de nombreux paramètres relatifs aux sources d'émissions[1] et aux conditions de dispersion dans l'atmosphère (ex. : température, stabilité atmosphérique, vitesse et direction des vents). Les concentrations dans l'air peuvent donc être très variables (ex. : pics de concentration sur de courtes périodes). Dans un contexte d'évaluation du risque toxicologique, il est donc primordial que la concentration d'exposition évaluée soit en adéquation avec la période d'exposition de la VTR. Par exemple, si la VTR est définie pour une durée de 24 heures, le risque doit être estimé à partir d'une concentration d'exposition mesurée ou estimée sur une période de 24 heures. Ce principe s'applique à la teneur de fond et à la concentration additionnelle.

Les concentrations bruit de fond (« teneurs de fond ») et les concentrations additionnelles dans l'air[2] retenues pour l'estimation des risques sont présentées dans les sous-sections suivantes. L'incertitude associée à leur utilisation est discutée à la section 5.2.2.

4.3.1 Teneurs de fond

La silice cristalline respirable ne fait pas partie des paramètres suivis dans l'air ambiant par les instances gouvernementales fédérales[3] ou québécoises[4], et aucune mesure n'est actuellement disponible pour documenter la concentration initiale dans l'air ambiant à Rouyn-Noranda (WSP, 2020). Par défaut, les concentrations initiales génériques indiquées dans les « Normes et critères québécois de la qualité de l'atmosphère (version 6, 2018) » du MELCC ont donc été utilisées pour représenter la teneur de fond sur une base horaire (6 µg/m^3)[5] et sur une base annuelle (0,04 µg/m^3). Aucune valeur n'est actuellement disponible pour une durée de 24 heures; par défaut, la teneur de fond sur une base horaire (qui surestime vraisemblablement la concentration sur 24 heures) a été utilisée pour fins de vérification.

1 Du fait de la dispersion atmosphérique et du transport sur de longues distances des polluants dans l'atmosphère, la qualité de l'air à un endroit donné est affectée par des sources qui peuvent être locales, régionales, continentales et à l'échelle de la planète.
2 L'air représente le seul milieu environnemental d'intérêt pour estimer les risques posés par les substances qui ne sont pas réputées induire des effets sur la santé si elles sont ingérées ou au contact de la peau, ce qui est le cas de la silice cristalline (voir section 3). Par conséquent, il n'était pas pertinent de documenter les concentrations dans les autres milieux d'exposition (ex. : eau, aliments, poussières).
3 Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA) géré par Environnement et Changement Climatique Canada. http://maps-cartes.ec.gc.ca/rnspa-naps/data.aspx?lang=en
4 Réseau de surveillance de la qualité de l'air (RSQA) géré par le MELCC. http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/reseau-surveillance/telechargement.asp.
5 Valeur correspond à de la silice cristalline sous forme de PM_{10}.

4.3.2 Concentrations additionnelles modélisées

Les concentrations dans l'air ambiant qui pourraient être engendrées par les émissions du Projet Horne 5 ont été modélisées et fournies par WSP[1]. La modélisation a été effectuée 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. Les concentrations de silice cristalline respirable dans l'air qui pourraient être engendrées durant l'exploitation de la mine souterraine ont été modélisées selon les scénarios suivants :

- Secteur du CMH5 - scénario visant à représenter les opérations d'une journée d'exploitation de l'usine de traitement de minerai. Ce scénario inclut les opérations de l'usine, la circulation sur le site[2], 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), la ventilation permanente de la mine souterraine en production[3], et l'utilisation de la flotte maximale d'équipements souterrains. Ce scénario a été décliné en 3 variantes par WSP; pour les besoins de la présente étude, les variantes B et C ont été considérées[4] :
  - Variante A : scénario d'exploitation fictif tenant compte des émissions découlant de l'érosion éolienne de la halde de minerai temporaire et de la ventilation de la mine sans 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[5], il est attendu que cette variante surestime les émissions atmosphériques de silice et de métaux de la mine souterraine par deux ordres de grandeur. Ce scénario étant fictif, les concentrations ainsi estimées n'ont pas été retenues pour estimer les risques; elles ont toutefois été considérées à l'étape de l'évaluation du risque (discussion de l'incertitude);
  - Variante B : scénario représentant les premières semaines d'exploitation tenant compte des émissions découlant de l'érosion éolienne de la halde de minerai temporaire ainsi que de la ventilation de la mine souterraine assortie des mesures d'atténuation. Comme la halde de minerai temporaire remplie à pleine capacité ne sera présente (durant la période d'exploitation) 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 été retenues pour estimer l'exposition à court terme (exposition aigue);
  - Variante C : scénario représentant l'exploitation à long terme de l'usine tenant compte uniquement des émissions découlant de la ventilation de la mine souterraine assortie des mesures d'atténuation. Les concentrations dans l'air estimées selon cette variante ont été retenues pour estimer l'exposition à long terme (exposition chronique).
- Secteur des IGRM – scénario visant à représenter l'effet maximal des émissions surfaciques dues à l'érosion éolienne. Ce scénario est donc basé sur la superficie maximale du parc à résidus, laquelle est atteinte en fin de projet, c.-à-d. lorsque les opérations de construction sont terminées[6].

1 Rapport de modélisation (WSP, 2020) et communications personnelles de M. Julien Poirier, juillet-aout 2020.
2 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.
3 Débit de 800 000 pi^3/min.
4 La variante A, qui représente la situation sans la mise en place des mesures d'atténuation sur la ventilation, n'était pas pertinente puisqu'elle ne reflète pas les conditions d'exploitation projetées.
5 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_{10}) et 93.93% pour les particules fines ($PM_{2.5}$) (WSP, 2020).
6 Les opérations de construction n'ont pas été considérées dans le scénario d'érosion éolienne.

Les valeurs retenues pour estimer les risques correspondent, pour chacun des sites, à la valeur la plus élevée parmi celles estimées par modélisation (5 années météorologiques)[1], tout en tenant compte de la pertinence des récepteurs. Les catégories de récepteurs sélectionnées pour chaque situation sont indiquées au tableau 1. Les concentrations additionnelles maximales modélisées correspondant à chaque catégorie de récepteurs sont résumées au tableau 2; les détails (concentrations additionnelles maximales correspondant à chacun des 83 récepteurs) sont fournis à l'annexe D.

Les concentrations additionnelles retenues pour estimer les risques correspondent au récepteur pertinent le plus exposé, selon la durée d'exposition :

- Pour l'exposition aiguë sur 1 heure, la plus élevée des concentrations maximales modélisées sur 1 heure, soit 20 µg/m^3;
- Pour l'exposition aiguë sur 24 heures, la plus élevée des concentrations maximales modélisées sur 24 heures consécutives, soit 8,2 µg/m^3;
- Pour l'exposition chronique, la plus élevée des concentrations moyennes modélisées sur une base annuelle, soit 0,035 µg/m^3.

1 Les concentrations maximales dans l'air estimées pour chaque scénario et chaque récepteur sont disponibles à l'annexe D.

5. ESTIMATION ET ÉVALUATION DES RISQUES TOXICOLOGIQUES

5.1 Estimation du risque

5.1.1 Méthodologie

Le risque d'effets néfastes sur la santé posé l'inhalation de silice cristalline respirable a été évalué selon l'approche recommandée dans les lignes directrices de l'INSPQ (2012) pour un effet avec seuil, c.-à-d. en calculant un indice de risque. L'indice de risque est obtenu en divisant la concentration moyenne estimée par la VTR applicable.

$$\text{Indice de risque total } (\text{IR}_{\text{Tot}}) = \frac{\text{Concentration totale dans l'air}}{\text{VTR}}$$

Où :

$$\text{Concentration totale dans l'air} = \text{Teneur de fond} + \text{Concentration additionnelle}$$

Teneur de fond :	Concentration initiale indiquée par le MELCC (voir section 4.3.1)
Concentration additionnelle :	Concentration maximale qui pourrait être engendrée par les activités du Projet Horne 5 (concentration maximale modélisée pour le récepteur le plus exposé) (voir section 4.3.2);
VTR :	Valeur toxicologique de référence (concentration de silice cristalline respirable dans l'air jugée sécuritaire par une institution) (voir section 3.2).

Les concentrations utilisées pour calculer les indices de risque sont résumées au Tableau 3.

5.1.2 Niveaux de risque estimés

Les indices de risque estimés pour les récepteurs les plus exposés de la zone d'étude sont indiqués au Tableau 4.

Tous les indices de risque totaux qui ont pu être calculés sont inférieurs à l'unité, que ce soit sur une période d'exposition de 1 heure ($IR_{Tot} < 0,56$), ou sur base annuelle ($IR_{Tot} \leq 0,038$).

Aucune valeur n'étant disponible pour représenter la teneur de fond sur une période de 24 heures, seul le risque découlant de l'exposition additionnelle a pu être estimé pour cette période, et l'indice de risque maximale est inférieur à l'unité ($IR_{Add} \leq 0,34$)[1]. Considérant que la teneur de fond sur 24 heures devrait être plus faible que sur 1 heure, et en supposant que les concentrations initiales indiquées par le MELCC sont représentatives des teneurs de fond, il est attendu que la teneur de fond en silice cristalline respirable sur 24 heures devrait être inférieure à 6 µg/m^3 [2]. En utilisant cette valeur fictive vraisemblablement surestimée, l'indice de risque total resterait néanmoins en deçà de l'unité.

1 IR_{Add} maximal = 8,2/24 = 0,34 (récepteur ERA2).
2 Pour rappel, concentration initiale de silice cristalline inhalable (PM10) sur 1 heure indiquée par le MELCC.

5.2 Analyse de l'incertitude

Les niveaux de risques présentés à la section 5.1.2 ont été obtenus en comparant des niveaux d'exposition estimés (à partir de concentrations modélisées) avec des niveaux d'exposition sécuritaires définis de façon volontairement prudente, ce qui implique plusieurs sources d'incertitude. Les principales sources d'incertitude identifiées sont discutées dans les sous-sections suivantes.

5.2.1 Caractérisation de l'exposition

5.2.1.1 Scénario d'exposition

L'exposition des récepteurs a été estimée selon une approche déterministe et en suivant les lignes directrices en vigueur au Québec (INSPQ, 2012). Ainsi, puisque l'étude vise à détecter tout risque potentiel, le risque a été estimé pour le récepteur pertinent le plus exposé (pour chaque durée d'exposition) et les scénarios d'exposition, les valeurs attribuées aux paramètres d'exposition ainsi que l'approche utilisée sont volontairement prudents. Par exemple, pour l'exposition à long terme, il est considéré qu'un individu est présent 24 heures par jour à sa résidence durant toute sa vie; et pour l'exposition à court terme sur 24 heures, il a été considéré qu'un individu pourrait être présent 24 heures consécutives à tout endroit retenu comme récepteur, même si cela est peu probable pour des récepteurs tels que CPE, terrain de golf, piste cyclable, abri sommaire en forêt ou érablière.

5.2.1.2 Teneurs de fond dans l'air ambiant

La silice cristalline ne faisant pas partie des paramètres de suivi de la qualité de l'air ambiant, aucune donnée mesurée localement ou régionalement n'est disponible. Par défaut, les valeurs génériques (concentrations initiales) recommandées par le MELCC, 2018 ont été retenues afin de représenter les teneurs de fond dans l'air ambiant de la zone d'étude. En l'absence de données mesurées, la représentativité de ces concentrations par rapport à la réalité dans la zone d'étude ne peut être évaluée.

Il importe de noter que la concentration initiale sur 1 heure retenue (6 µg/m^3) correspond à de la silice cristalline sous forme de particules inhalables, c.-à-d. de taille inférieure à 10 µm (PM_{10}). Comme les PM_{10} incluent des particules respirables (≤ 4 µm) et des particules plus grossières (>4-10 µm), la concentration initiale de silice cristalline sur 1 heure retenue est plus élevée que la concentration de silice cristalline respirable (PM_4) correspondante. L'utilisation de cette valeur dans le calcul de l'indice de risque total sur 1 heure conduit donc vraisemblablement à une surestimation du risque.

5.2.1.3 Concentrations additionnelles dans l'air ambiant

Le conservatisme et les principales sources d'incertitude associées aux concentrations additionnelles dans l'air ambiant ont été identifiés et discutés dans le rapport de modélisation de la dispersion atmosphérique (WSP, 2020). Brièvement, les concentrations additionnelles dans l'air ambiant ont été estimées par modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions qui pourraient être engendrées par le Projet Horne 5 selon l'approche requise par le MELCC pour évaluer le respect du RAA[1]. L'objectif de cette modélisation étant d'estimer les concentrations potentielles maximales qui pourraient être engendrées par le projet, la méthodologie utilisée conduit volontairement à une surestimation des concentrations modélisées dans l'air (modélisation selon des « scénarios pire cas »). Par exemple, l'approche exigée pour estimer les émissions de matières particulaires dues à l'érosion éolienne à la surface du parc à résidus[2] conduit vraisemblablement à une surestimation des concentrations dans le secteur des IGRM.

Il est à noter que la teneur en silice cristalline dans divers matériaux manipulés lors des étapes de construction n'étant pas connues, les émissions de silice cristalline qui pourraient être engendrées par les activités de construction/préproduction (CMH5) et de construction/rehaussement des digues (IGRM) n'ont pas été modélisées par WSP et n'ont donc pas pu être considérées dans la présente étude.

Les concentrations maximales modélisées sur 1 heure, 24 heures et sur une base annuelle sur l'ensemble de la zone d'étude correspondent à des récepteurs situés dans le secteur des IGRM, et les indices de risque ont été calculés à partir de ces valeurs. À titre d'information, quelle que soit la durée de l'exposition, les concentrations maximales modélisées dans le secteur du CMH5 selon les variantes B et C (disponibles à l'annexe D) étaient plus faibles que les concentrations retenues; la sélection de l'une ou l'autre de ces variantes n'a donc aucun impact sur les résultats. Par ailleurs, il est aussi intéressant de noter les concentrations maximales modélisées dans le secteur du CMH5 selon la variante A (scénario fictif, sans mesure d'atténuation) sont plus faibles (sur 1 heure et 24 heures)[3] ou légèrement plus élevées (moyenne annuelle)[4] que les concentrations retenues, et que l'estimation des risques à partir de ces valeurs ne changerait donc pas la conclusion de l'étude (risque négligeable).

5.2.1.4 Concentrations dans l'air intérieur

Il a été considéré que les concentrations dans l'air ambiant et l'air intérieur étaient les mêmes. Compte tenu des échanges entre l'air ambiant et l'air intérieur et de l'absence présumée de sources intérieures de silice cristalline respirable, cette hypothèse est prudente tout en restant réaliste. L'application de cette hypothèse permet de tenir compte de l'exposition à raison de 24 heures par jour.

5.2.1.5 Combinaison des hypothèses retenues

Les hypothèses retenues pour estimer l'exposition bruit de fond et additionnelle des récepteurs sont généralement prudentes tout en restant réalistes.

1 Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère.
2 L'équation prescrite par le MELCC a été élaborée à partir de mesures effectuées sur des piles de sable et de gravier, alors que les résidus miniers présentent des propriétés considérablement différentes (taux de silt très élevé, humidité élevée, rugosité de la surface et obstruction aux vents très faibles, phénomène d'agglomération et de croûte, etc.) (WSP, 2020).
3 Concentrations les plus élevées selon la variante A (fictive) du scénario d'exploitation : 16 µg/m^3 sur 1 heure, et 1,8 µg/m^3 sur 24 heures.
4 Concentration la plus élevée sur une base annuelle selon la variante A (fictive) du scénario d'exploitation : 0.041 µg/m^3. Cette valeur conduirait à un IR_{Tot} de 0,04.

5.2.2 Caractérisation toxicologique et estimation du risque

Des maladies associées à la silice cristalline respirable ont été observées chez des animaux de laboratoire et rapportées chez des individus exposés en milieu de travail. Dans les deux cas, les individus étaient exposés à des concentrations *a priori* significativement plus élevées que celles qui pourraient être rencontrées dans un contexte environnemental. Les VTR disponibles actuellement pour permettre une évaluation quantitative des risques à la santé posés par la silice cristalline concernent des effets au niveau pulmonaire (inflammation, silicose). Sur la base de l'information disponible actuellement, ces VTR devraient également protéger des autres effets néfastes sur la santé qui pourraient être engendrés par la silice cristalline.

Dans la présente étude, les risques pour la santé posés par la silice cristalline ont été estimés pour toutes les durées d'exposition pour lesquelles une VTR était disponible. La VTR retenue pour une exposition chronique (2,0 µg/m^3; TCEQ, 2009) est la seule valeur applicable sans restriction de durée d'exposition. Cette VTR est plus sévère (concentration plus faible) que celle proposée par Cal/EPA[1]. Elle découle d'une étude épidémiologique reconnue par plusieurs institutions comme étant la plus appropriée pour établir une relation dose-réponse basée sur l'exposition cumulée sur la durée de vie à la silice cristalline respirable. Le point de départ issu de la modélisation de la relation dose-réponse ainsi que l'approche utilisée pour dériver cette VTR font consensus puisqu'ils ont été utilisés par plusieurs institutions (incluant Cal/EPA) pour établir une VTR et/ou un critère de qualité de l'air (Cal/EPA, 2005; TCEQ, 2009; MDH, 2013; Michigan DEQ, 2014; NYSDEC, 2016)[2].

Une analyse sommaire de la littérature avait été effectuée en 2016 par l'INSPQ à la demande de la Direction de Santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue dans le cadre du BAPE sur le projet d'agrandissement de la mine Canadian Malartic (INSPQ, 2016). En avant-propos de ce document, les auteurs indiquaient que « [leur position] demeure provisoire tant qu'une analyse plus détaillée de la littérature n'aura pas été effectuée par l'INSPQ ». À notre connaissance, aucune analyse détaillée n'est disponible à ce jour. Ce court document émis en 2016 mentionne notamment les VTR établies par Cal/EPA (2005) et TCEQ (2009) pour estimer le risque d'effets à seuil (silicose), ainsi que le risque unitaire proposé par la TCEQ (2009) pour dépister le risque d'effets sans seuil (cancer du poumon). À la suite de son analyse sommaire, l'INSPQ indique que la VTR pour effets à seuil de Cal/EPA (3,0 µg/m^3) devrait être divisée par un facteur de sécurité de 10 afin tenir compte du potentiel cancérogène de la silice, ce qui conduirait à une VTR provisoire de 0,3 µg/m^3. Par ailleurs, l'INSPQ recommande que le risque de cancer du poumon soit considéré en utilisant le risque unitaire[3] de la TCEQ puisque celui-ci a été utilisé par le MELCC pour dériver son critère de gestion provisoire[4].

1 3,0 µg/m^3 (Cal/EPA, 2005), applicable pour une exposition de 24 années ou moins.

2 Les critères de qualité de l'air correspondent, à New-York, à la VTR du TCEQ (2,0 µg/m^3), et, au Michigan et au Minnesota, à la VTR de Cal/EPA (3,0 µg/m^3).

3 Le « risque unitaire » est défini comme le niveau de risque associé à une concentration dans l'air de 1 µg/m^3. Pour la silice cristalline respirable, la TCEQ indique un risque unitaire de 3,6E-05 par µg/m^3. Cela signifie que l'exposition permanente (24 heures sur 24, toute la vie durant) à 1 µg/m^3 de silice cristalline respirable dans l'air conduirait à un risque de développer un cancer du poumon induit par la silice de 3,6/100 000, soit un cas sur 27 778 individus exposés dans ces conditions (100 000/3,6 = 27 778). Ce risque unitaire a été développé spécifiquement pour la population du Texas.

4 Les critères de gestion sont définis comme « des seuils de référence que le MELCC utilise dans le cadre d'une évaluation ou de la délivrance d'un acte statutaire en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE) ». Pour la silice cristalline respirable, le critère de gestion est provisoire et de 0,07 µg/m^3 (Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère, version 6, décembre 2018. Disponible à : http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/Normes-criteres-qc-qualite-atmosphere.xlsx).

Comme l'INSPQ indique clairement que sa position présentée dans son document (INSPQ, 2016) est provisoire et ne découle pas d'une analyse détaillée de l'information disponible, les VTR provisoires qui y sont indiquées n'ont pas été considérées pour l'estimation du risque présenté à la section 5.1. Quoi qu'il en soit, on peut noter que la concentration la plus élevée modélisée aux récepteurs résidentiels pour une exposition à long terme (0,035 µg/m^3) demeure inférieure à la VTR provisoire (0,3 µg/m^3) suggérée par l'INSPQ pour tenir compte du potentiel cancérogène de la silice cristalline, et que le risque additionnel de cancer du poumon est négligeable[1].

Finalement, lors d'études antérieures portant sur l'évaluation du risque, Sanexen avait développé un « estimateur de risque *ad hoc* » exprimé en dose cumulée ($BMCL_{01}$ de 40 (µg/m^3)-ans) qui permettait d'évaluer le risque selon une approche différente, basée sur la marge d'exposition (c.-à-d. l'écart entre l'exposition cumulée estimée et le plus faible niveau d'exposition à partir duquel des effets (silicose) ont été observés chez l'humain). Cet estimateur était basé sur une étude épidémiologique (Chen*, et coll.*, 2001) où l'exposition cumulée de certains travailleurs était plus faible que dans d'autres études; cette étude épidémiologique avait donc été jugée plus appropriée pour dériver un estimateur de risque à faible dose pour la silicose. L'estimateur de risque *ad hoc* correspondait à la plus faible exposition cumulée associée à une incidence de silicose de 1% chez l'adulte (plus faible niveau d'incidence détecté chez l'humain). Ce niveau d'exposition critique (40 (µg/m^3)-ans)) était plus faible (donc plus protecteur) que ceux issus des autres études épidémiologiques permettant une estimation quantitative du risque (Hnizdo et Sluis-Cremer, 1993; Steenland et Brown, 1995; Hughes*, et coll.*, 1998; Churchyard*, et coll.*, 2004) et qui avaient été sélectionnées par Cal/EPA (2005).

Pour fins de vérifications dans la présente étude, le risque posé par l'exposition à la silice cristalline respirable qui pourrait être engendrée par le Projet Horne 5 a donc été estimé aussi à l'aide de cet estimateur *ad hoc*, à partir de l'exposition cumulée sur la durée de vie[2] correspondant aux 15 années d'exploitation prévues de la mine[3] et à l'exposition bruit de fond[4]. Les résultats indiquent que l'exposition cumulée sur la durée de vie ainsi estimée (3,3 (µg/m^3)-ans) est environ 12 fois plus faible que l'estimateur de risque. Il importe de noter que la marge d'exposition ne peut pas être plus élevée que celle associée à la teneur de fond[5], soit 14,3.

En conclusion, quelle que soit la VTR ou l'approche utilisée, le niveau de risque posé par les concentrations de silice cristalline respirable dans l'air qui pourraient être engendrées par le Projet Horne 5 est négligeable selon les critères d'acceptabilité de l'INSPQ.

1 Le risque unitaire proposé par la TCEQ (3,6E-05 (µg/m^3)$^{-1}$) a été développé spécifiquement pour la population du Texas et devrait faire l'objet d'un ajustement pour être appliqué à la population québécoise. Le niveau de risque additionnel de cancer estimé à partir de cette valeur doit donc être interprété avec précaution. À titre informatif, un risque additionnel de 2.7^E-07 (soit inférieur à 1 cas sur 1 million) a été estimé sommairement (sans ajustement pour les tranches d'âge) pour la durée prévue de l'exploitation, soit 15 ans, à partir de ce risque unitaire et de la concentration annuelle moyenne la plus élevée estimée dans la zone d'étude.
Risque = (0,035 µg/m^3 x 15 ans / 70 ans) x risque unitaire (3,6E-05 (µg/m^3)$^{-1}$).

2 Exposition cumulée sur la durée de vie = Exposition cumulée durant l'exploitation de la mine (15 ans) + Exposition cumulée découlant de la teneur de fond durant la durée de vie (70 ans).

3 En supposant que la concentration moyenne annuelle la plus élevée modélisée sur une base annuelle représente la concentration additionnelle durant toute la durée de l'exploitation (15 ans).
Exposition additionnelle cumulée durant l'exploitation de la mine = 0,035 µg/m^3 x 15 ans = 0,53 (µg/m^3)-ans.

4 En supposant que la teneur de fond dans l'air correspond à la valeur (0,04 µg/m^3) indiquée par le MDELCC (2018). Exposition cumulée découlant de la teneur de fond pendant la durée de vie (70 ans) = Teneur de fond (0,04 µg/m^3) x 70 ans = 2,8 (µg/m^3)-ans.

5 (40 (µg/m^3)-ans) / (2,8 (µg/m^3)-ans) = 14,3.

5.3 Évaluation du risque

Tous les indices de risque obtenus sont plus faibles que l'unité. Selon le critère d'acceptabilité de l'INSPQ (risque négligeable si indice de risque inférieur à 1), ces résultats permettent de conclure que les risques toxicologiques pour la santé de la population posés par les concentrations de silice cristalline respirable qui pourraient être engendrées par le Projet Horne 5 sont négligeables.

Un résultat similaire (risque négligeable) a été obtenu avec toutes les autres VTR (officielles ou provisoires) et approches méthodologiques indiquées à la section 5.2.2.

6. CONCLUSION

Les risques toxicologiques à la santé humaine posés par les émissions atmosphériques de silice cristalline qui pourraient être engendrées par le Projet Horne 5 ont été estimés et évalués selon les lignes directrices de l'INSPQ, en se basant sur la combinaison de multiples hypothèses prudentes. Les résultats indiquent que, quelle que soit la durée de l'exposition évaluée (1 heure, 24 heures ou à long terme), les concentrations de silice cristalline respirables modélisées dans l'air de la zone d'étude (c.-à-d. aux alentours du site CMH5 et du site des IGRM) sont plus faibles que tous les niveaux sécuritaires pour la santé disponibles actuellement.

Sur la base de ces résultats, les risques pour la santé de la population posés par les émissions de silice cristalline qui pourraient être engendrées dans la zone d'étude par les activités associées au Projet Horne 5 sont négligeables.

7. RÉFÉRENCES

American Thoracic Society (1997). Adverse effects of crystalline silica exposure. *American journal of respiratory and critical care medicine* 155: 761-765.

ANSES (2019). Opinion of the French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety on "Updating knowledge on the hazards, exposures and risks associated with crystalline silica". ANSES Opinion Request No 2015-SA-0236 – Crystalline silica.
https://www.anses.fr/en/system/files/AIR2015SA0236EN.pdf

ATSDR (2019). Toxicological profile for silica. Rapport. https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp211.pdf.

BIA (2003). Quality based critical review (QBCR) of the epidemiological literature on silica, silcosis, tobacco smoking and lung cancer. *Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz* (BIA).

Cal/EPA (2005). Chronic Toxicity summary. Silica (crystalline, respirable). February 2005. Office of Environmental Health Hazard Assessment, Environmental California Environmental Protection Agency, http://www.oehha.ca.gov/air/chronic_rels/AllChrels.html

Chen, W., Zhuang, Z., Attfield, M. D., Chen, B. T., Gao, P., Harrison, J. C., Fu, C., Chen, J. Q. et Wallace, W. E. (2001). Exposure to silica and silicosis among tin miners in China: exposure-response analyses and risk assessment. *Occup. Environ. Med.* 58(1): 31-37. Tel que cité par Cal/EPA (2005).

Churchyard, G. J., Ehrlich, R., teWaterNaude, J. M., Pemba, L., Dekker, K., Vermeijs, M., ., N., W. et J., M. (2004). Silicosis prevalence and exposure-response relations in South African goldminers. *Occup Environ Med* 61(10): 811-816. Tel que cité par CalEPA (2005).

Cox, L. A., Jr. (2011). An exposure-response threshold for lung diseases and lung cancer caused by crystalline silica. *Risk analysis : an official publication of the Society for Risk Analysis* 31(10): 1543-60.

Environnement Canada et Santé Canada (2013). Évaluation préalable pour le Défi concernant le quartz (Numéro de registre du Chemical Abstracts Service 14808-60-7) et la cristobalite (Numéro de registre du Chemical Abstracts Service 14464-46-1).

Erren, T. C., Glende, C. B., Morfeld, P. et Piekarski, C. (2009). Is exposure to silica associated with lung cancer in the absence of silicosis? A meta-analytical approach to an important public health question. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 82: 997-1004.

Erren, T. C., Morfeld, P., Glende, C. B., Piekarski, C. et Cocco, P. (2011). Meta-analyses of published epidemiological studies, 1979-2006, point to open causal questions in silica-silicosis-lung cancer research. *Med. Lav.* 102(4): 321-335.

Hnizdo, E. et Sluis-Cremer, G. K. (1993). Risk of silicosis in a cohort of white South African gold miners. *Amer. J. Indus. Med.* 24: 447-457. Tel que cité par Cal/EPA (2005).

Hughes, J. M., Weill, H., Checkoway, H., Jones, R. N., Henry, M. M., Heyer, N. J., Seixas, N. S. et Demers, P. A. (1998). Radiographic evidence of silicosis risk in the diatomaceous earth industry. *Am J Respir Crit Care Med* 158(3): 807-814. Tel que cité par Cal/EPA (2005).

IARC (1997). Silica, Some Silicates, Coal Dust and para-Aramid Fibrils. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans* 68. http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol68/mono68-6.pdf.

IARC (2012). Silica dust, crystalline, in the form of quartz or cristobalite. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans* 100C: 355-405. http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/mono100C-14.pdf

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.

INSPQ (2016). Valeur guide sanitaire pour la silice dans l'air ambiant. Commentaires presentés à la Direction de Santé publique de l'Abitibi-Témiscamingue. Institut national de Santé publique du Québec (INSPQ).

Kachuri, L., Villeneuve, P. J., Parent, M. E., Johnson, K. C. et Harris, S. A. (2014). Occupational exposure to crystalline silica and the risk of lung cancer in Canadian men. *International journal of cancer* 135(1): 138-48.

Kurihara, N. et Wada, O. (2004). Silicosis and smoking strongly increase lung cancer risk in silica-exposed workers. *Industrial health* 42(3): 303-14.

Liu, Y., Steenland, K., Rong, Y., Hnizdo, E., Huang, X., Zhang, H., Shi, T., Sun, Y., Wu, T. et Chen, W. (2013). Exposure-response analysis and risk assessment for lung cancer in relationship to silica exposure: a 44-year cohort study of 34,018 workers. *American journal of epidemiology* 178(9): 1424-33.

MDDEP (2005). Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique.

MDH (2013). 2013 Health Based Value for Ambient Air - Silica, Crystalline (respirable PM4), CAS: 7631-86-9 (synonyms: silicon dioxide, quartz, cristobalite, tridymite). Minnesota Department of Health (MDH). http://www.health.state.mn.us/divs/eh/risk/guidance/air/silicasumm.pdf, http://www.health.state.mn.us/divs/eh/risk/guidance/air/table.html.

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

Michigan DEQ (2014). File for Crystalline Silica (CAS No. 14808-60-7) screening level. Interoffice Communication, Michigan Department of Environmental Quality http://www.deq.state.mi.us/aps/downloads/ATSL/15468-32-3/15468-32-3_annual_ITSL.pdf.

NIOSH (2002). Health effects of occupational exposure to respirable crystalline silica. NIOSH Hazard review. U.S. Department of Health & Human Services, Public Health Service, Center for Disease Control & Prevention. Department of Human Health Services (DHHS), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Publication No. 2001-145 (CD-ROM) April 2002. http://www.cdc.gov/niosh/docs/2002-129/pdfs/02-129.pdf

NYSDEC (2016). DAR-1 Guidelines for the Evaluation and Control of Ambient Air Contaminants Under Part 212 New York State Department of Environmental Conservation. https://www.dec.ny.gov/chemical/106667.html.

Pelucchi, C., Pira, E., Piolatto, G., Coggiola, M., Carta, P. et La Vecchia, C. (2006). Occupational silica exposure and lung cancer risk: a review of epidemiological studies 1996-2005. *Ann Oncol.* 17(7): 1039-1050. Tel que cité par IARC (2012).

Poinen-Rughooputh, S., Rughooputh, M. S., Guo, Y., Rong, Y. et Chen, W. (2016). Occupational exposure to silica dust and risk of lung cancer: an updated meta-analysis of epidemiological studies. *BMC public health* 16(1): 1137-1137. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27814719

Sayan, M. et Mossman, B. T. (2016). The NLRP3 inflammasome in pathogenic particle and fibre-associated lung inflammation and diseases. *Particle and fibre toxicology* 13(1): 51.

Steenland, K. et Brown, D. (1995). Silicosis among gold miners: exposure--response analyses and risk assessment. *Am J Public Health* 85(10): 1372-1377. Tel que cité dans Cal/EPA (2005).

Steenland, K. et Ward, E. (2014). Silica: a lung carcinogen. *CA: a cancer journal for clinicians* 64(1): 63-9.

TCEQ (2009). Silica, Crystalline forms - CAS registry numbers: 14808-60-7 (quartz); 14464-46-1 (cristobalite); 1317-95-9 (tripoli); 15468-32-3 (tridymite)), pp. 77 p. Texas Commission on Environmental Quality.

TCEQ (2020). Silica, Crystalline Forms. CAS Registry Numbers: 14808-60-7 (quartz), 14464-46-1 (cristobalite), 1317-95-9 (tripoli), 15468-32-3 (tridymite). 24-h ReV Development Support Document. Proposed, July 10, 2020. Texas Commission on Environmental Quality. https://www.tceq.texas.gov/assets/public/implementation/tox/dsd/proposed/24hr/cryssilica.pdf

U.S. EPA (1996). Ambient levels and noncancer effects of inhaled crystalline and amorphous silica. Health issue assessment. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development. EPA/600/R-95/115. November 1996.

WSP (2017). 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 (2020). Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec. Étude sectorielle sur la modélisation de la dispersion atmosphérique. Rapport No : 151-11330-09-240-RPT-001. Rapport de WSP pour Ressources Falco Ltée.

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 Catégories de récepteurs sélectionnées pour chaque durée d'exposition.....26

TABLEAU 2 Résumé des concentrations (µg/m^3) additionnelles maximales de silice cristalline respirable modélisées dans l'air ambiant aux différents récepteurs.....27

TABLEAU 3 Concentrations (µg/m^3) de silice cristalline respirable dans l'air utilisées pour estimer les risques.....28

TABLEAU 4 Sommaire de indices de risque maximaux obtenus.....29

TABLEAU 1
Catégories de récepteurs sélectionnées pour chaque durée d'exposition

Catégorie de récepteur	Code des récepteurs[a]	Durée d'exposition		
		1 heure	24 heures	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#	√	√	√
Bail pour fins de villégiature	VILL#	√	√	√
Récréatif (terrain de golf, piste cyclable)	GOLF, CYCL	√	√[b]	
Érablière	ERA#	√	√[b]	
Belvédère	BEL#	√	√[b]	
Bail pour fins d'abri sommaire en forêt	ABRI#	√	√[b]	

a Localisation disponible à la figure 3
b Scénario d'exposition vraisemblablement fictif (présence d'un même individu durant 24 heures consécutive peu probable sur un tel lieu)

TABLEAU 2

Résumé des concentrations (µg/m^3) additionnelles maximales
de silice cristalline respirable modélisées dans l'air ambiant aux différents récepteurs

Catégorie de récepteur	**1 heure**		**24 heures**		**Moyenne Annuelle**	
Secteur de la zone d'étude	**CMH5**	**IGRM**	**CMH5**	**IGRM**	**CMH5**	**IGRM**
Résidentiel et institutionnel (RES, ECO, CPE, CH)	0,18-0,76[a]	1,8-5,6	0,01-0,09[a]	0,19-2,7	0,0008-0,0064[b]	0,003-0,035
Villégiature	NA	2,8	NA	0,55	NA	0,002
Récréatif (golf, piste cyclable)	0,77-7,1[a]	NA	0,73-1,7[a]	NA	--	--
Autres (belvédère, érablière, abri sommaire en forêt)	NA	1,0-20	NA	0,12-8,2	--	--
Concentration retenue pour estimer le risque (récepteur le plus exposé)	**20**		**8,2**		**0,035**	

Concentrations fournies par WSP, (résultats de modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions du Projet Horne 5). Communication personnelle de M. Julien Poirier, aout 2020.

a Concentrations modélisées selon la variante B du scénario d'exploitation (voir section 4.3.2).

b Concentrations modélisées selon la variante C du scénario d'exploitation (voir section 4.3.2).

NA Non applicable (type de récepteur absent de ce secteur).

-- Durée d'exposition non pertinente pour ce type de récepteur.

TABLEAU 3

Concentrations (µg/m^3) de silice cristalline respirable dans l'air utilisées pour estimer les risques

Durée d'exposition évaluée	Concentrations d'exposition			VTR
	Teneur de fond[a]	Concentration additionnelle maximale[b]	Concentration totale	
1 heure	<6[c]	20	<26	47
24 heures	ND	8,2	--	24
Chronique	0,04	0,035	0,075	2,0

À moins d'indication contraire, silice cristalline sous forme de PM_4

a Valeurs génériques (concentrations initiales) indiquées par le MELCC (2018)

b Valeurs fournies par WSP (2020), voir tableau 2.

c La concentration de silice cristalline respirable (sous forme de PM_4) est nécessairement plus faible que la concentration de silice cristalline inhalable (sous forme de PM_{10}).

ND Non disponible

TABLEAU 4
Sommaire de indices de risque maximaux obtenus

Durée d'exposition évaluée	**Exposition bruit de fond (IR_{BF})**	**Exposition additionnelle (IR_{Add})**	**Exposition totale (IR_{Tot})**
1 heure	<0,13[a]	0,43	<0,56
24 heures	--	0,34	--
Chronique	0,02	0,018	0,038

a Les particules respirables (PM_4) correspondant à une fraction des particules inhalables (PM_{10}).

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 Démarche générale de l'évaluation des risques par modélisation 31
FIGURE 2 Limites de la zone d'étude.....32
FIGURE 3 Localisation des récepteurs – Secteur du CMH5.....33
FIGURE 4 Localisation des récepteurs – Secteur des IGRM 34

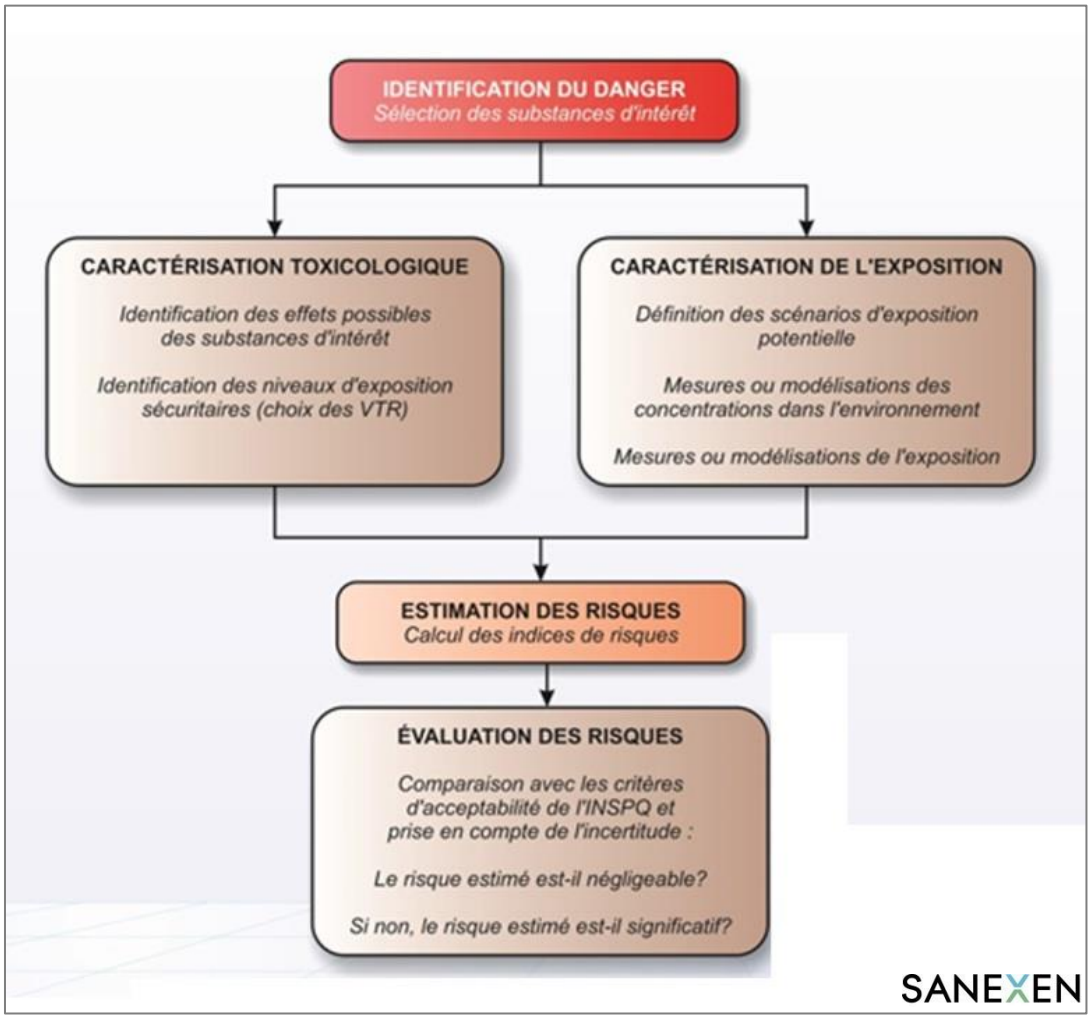


FIGURE 1
Démarche générale de l'évaluation des risques par modélisation

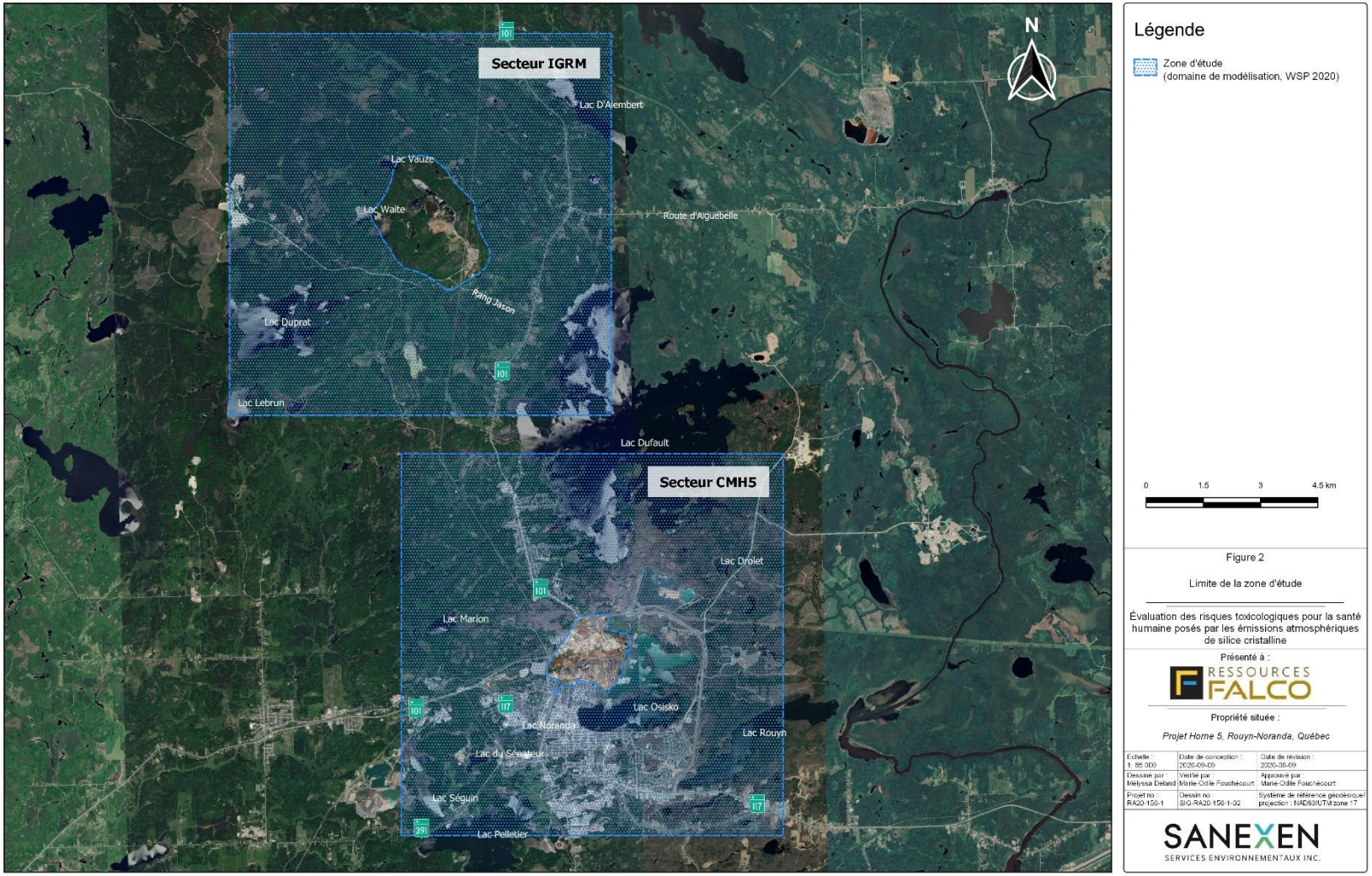


FIGURE 2 Limites de la zone d'étude

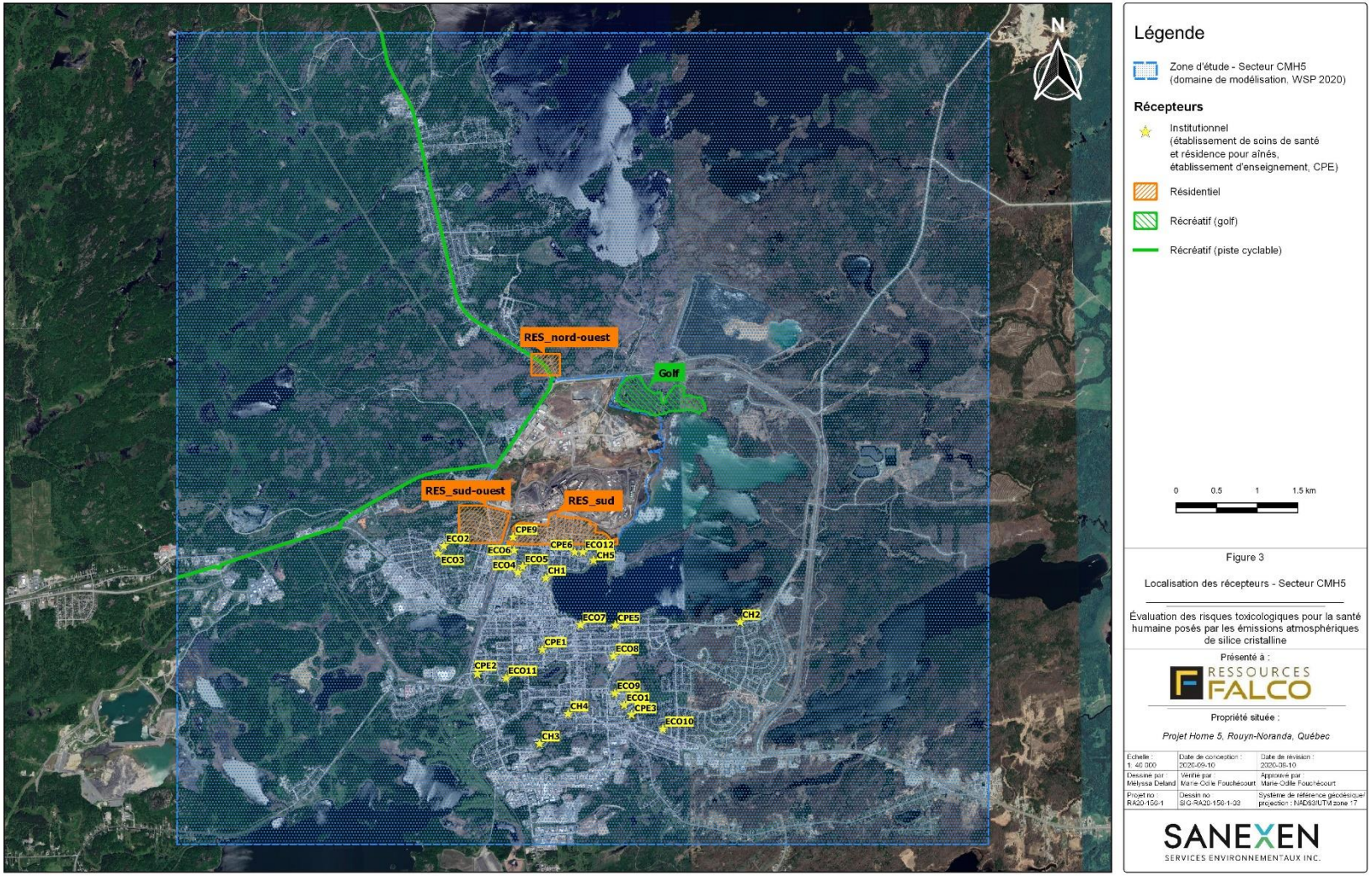


FIGURE 3 Localisation des récepteurs – Secteur du CMH5

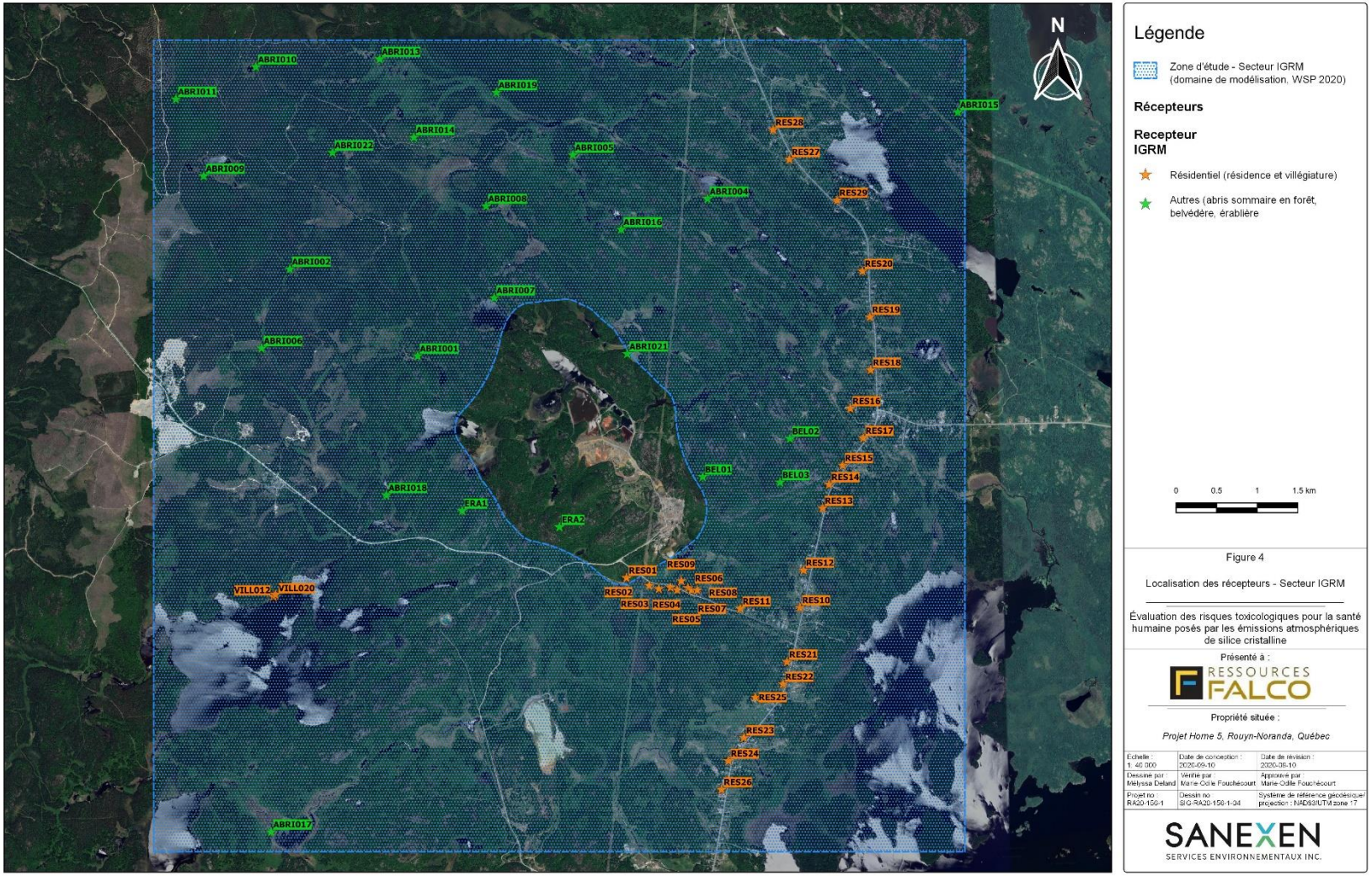
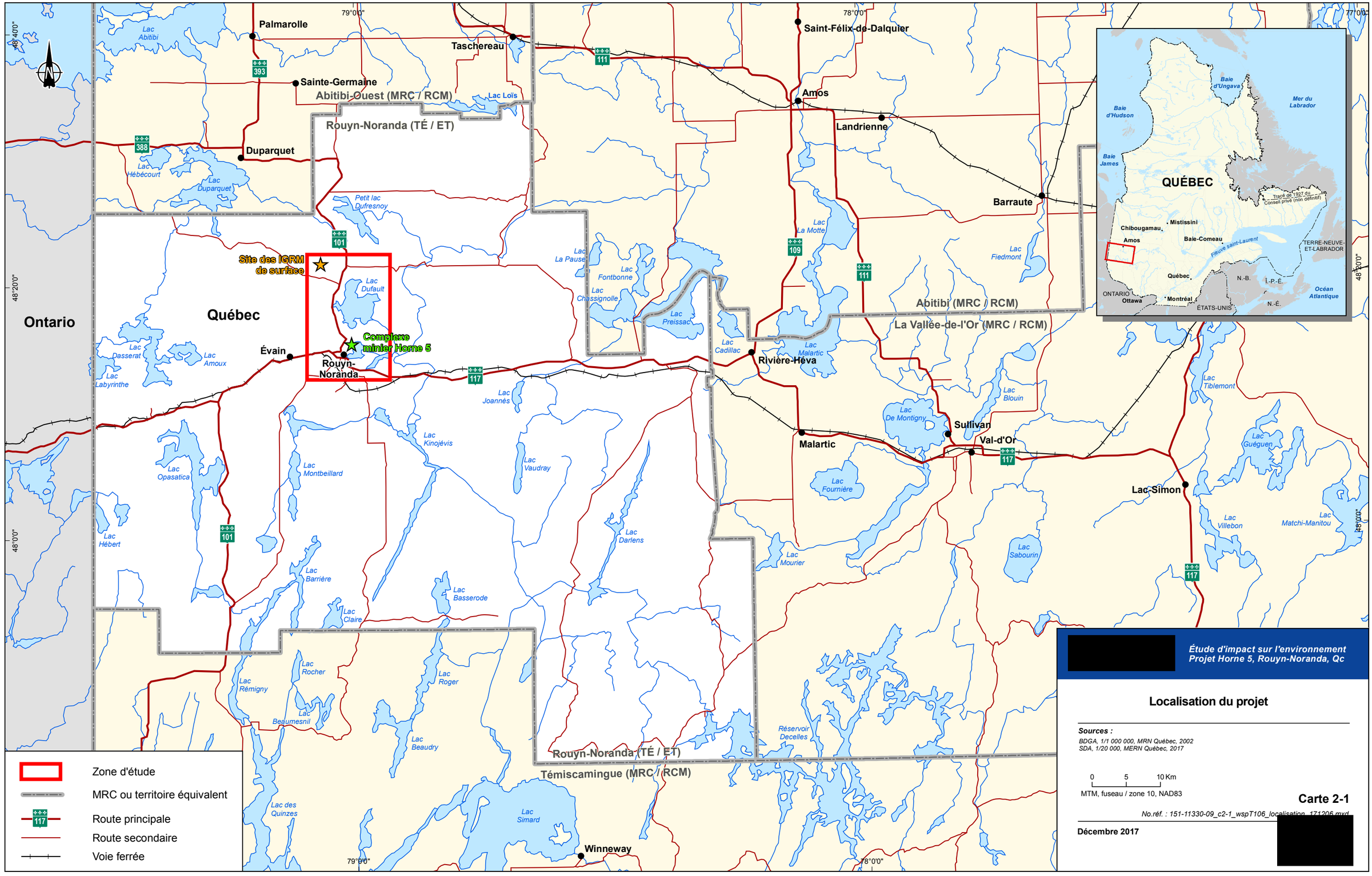


FIGURE 4 Localisation des récepteurs – Secteur des IGRM

ANNEXE A

Figures tirées de l’ÉIE (WSP)



[redacted]

Étude d'impact sur l'environnement
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Localisation du projet

Sources :
BDGA, 1/1 000 000, MRN Québec, 2002
SDA, 1/20 000, MERN Québec, 2017

0 5 10 Km
MTM, fuseau / zone 10, NAD83

Carte 2-1

No.réf. : 151-11330-09_c2-1_wspT106_localisation_171206.mxd

Décembre 2017

[redacted]

FALCO RESOURCES

Étude d'impact sur l'environnement
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Emplacement des composantes du projet

Sources :

CanVec version 10, 1/50 000
RNCan, 2016
Données de projet, 2017

0 460 920 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 2-2

No.réf. : 151-11330-09_c2-2_wspT105_composantes_171206.mxd

Décembre 2017

wsp

ANNEXE B

Conditions générales et limitations de l’étude

CONDITIONS GÉNÉRALES ET LIMITATIONS
ÉVALUATION DES RISQUES

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 que suite à 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'évaluation des risques toxicologiques et écotoxicologiques ainsi que des impacts sur l'eau souterraine (l'« **Évaluation des risques** ») 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'Évaluation des risques 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-divulgation 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'Évaluation des risques. 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

Description et localisation des récepteurs

Identification et localisation des récepteurs évalués

Secteur du CMH5

Nom	Catégorie	Description	Coordonnée x	Coordonnée y
Résidentiel nord-ouest	Résidentiel	Quartier résidentiel adjacent à la zone industrielle	a	a
Résidentiel sud	Résidentiel	Quartier résidentiel adjacent à la zone industrielle	a	a
Résidentiel 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

Secteur du CMH5

Nom	Catégorie	Emplacement	Coordonnée x	Coordonnée y
RES01	Résidentiel	Rang Jason	643826,5	5356375
RES02	Résidentiel	Rang Jason	644107,2	5356279,4
RES03	Résidentiel	Rang Jason	644225,3	5356237,8
RES04	Résidentiel	Rang Jason	644368,8	5356256,5
RES05	Résidentiel	Rang Jason	644451,6	5356225,2
RES06	Résidentiel	Rang Jason	644584,1	5356250,1
RES07	Résidentiel	Rang Jason	644630,2	5356221,7
RES08	Résidentiel	Rang Jason	644698	5356224,5
RES09	Résidentiel	Rang Jason	644501	5356337,3
RES10	Résidentiel	Route 101	645963,4	5356007,5
RES11	Résidentiel	Rang Jason	645228,2	5355994,2
RES12	Résidentiel	Route 101	646009,1	5356469,2

Nom	Catégorie	Emplacement	Coordonnée x	Coordonnée y
RES13	Résidentiel	Route 101	646242,8	5357233,9
RES14	Résidentiel	Route 101	646323,1	5357525
RES15	Résidentiel	Route 101	646491	5357759,6
RES16	Résidentiel	Route 101	646584,9	5358461,3
RES17	Résidentiel	Route 101	646743,1	5358096,2
RES18	Résidentiel	Route 101	646836,3	5358935,8
RES19	Résidentiel	Route 101	646826,2	5359587,9
RES20	Résidentiel	Route 101	646734,4	5360154
RES21	Résidentiel	Route 101	645804,9	5355339,1
RES22	Résidentiel	Route 101	645755,8	5355066,5
RES23	Résidentiel	Route 101	645273	5354404,6
RES24	Résidentiel	Route 101	645082,9	5354118,8
RES25	Résidentiel	Route 101	645415	5354903,2
RES26	Résidentiel	Route 101	644998,2	5353766,3
RES27	Résidentiel	Route 101	645835	5361529,5
RES28	Résidentiel	Route 101	645634	5361894,5
RES29	Résidentiel	Route 101	646422,8	5361028,1
ABRI001A	Bail pour fins d'abri sommaire en forêt		641253,2	5359107,6
ABRI002A	Bail pour fins d'abri sommaire en forêt		639677,1	5360178,9
ABRI004A	Bail pour fins d'abri sommaire en forêt		644825,5	5361044,6
ABRI005A	Bail pour fins d'abri sommaire en forêt		643165,5	5361584,6
ABRI006A	Bail pour fins d'abri sommaire en forêt		639329,1	5359202,9
ABRI007A	Bail pour fins d'abri sommaire en forêt		642195,5	5359824,6
ABRI008A	Bail pour fins d'abri sommaire en forêt		642095,5	5360954,6
ABRI009A	Bail pour fins d'abri sommaire en forêt		638615,4	5361324,6
ABRI010A	Bail pour fins d'abri sommaire en forêt		639258,3	5362670
ABRI011A	Bail pour fins d'abri sommaire en forêt		638272,9	5362272,6
VILL012	Bail pour fins de villégiature		639475,5	5356144,6
ABRI013A	Bail pour fins d'abri sommaire en forêt		640784,6	5362765,9
ABRI014A	Bail pour fins d'abri sommaire en forêt		641206,5	5361801
ABRI015A	Bail pour fins d'abri sommaire en forêt		647910,3	5362112,3
ABRI016A	Bail pour fins d'abri sommaire en forêt		643762	5360666,9
ABRI017A	Bail pour fins d'abri sommaire en forêt		639445,5	5353244,6
ABRI018A	Bail pour fins d'abri sommaire en forêt		640866,8	5357391,8
ABRI019A	Bail pour fins d'abri sommaire en forêt		642222,8	5362355
VILL020	Bail pour fins de villégiature		639500,5	5356168,9
ABRI021A	Bail pour fins d'abri sommaire en forêt		643835,5	5359134,6
ABRI022A	Bail pour fins d'abri sommaire en forêt		640203,1	5361613,3
BEL01	Belvédère	Les Collines d'Alembert	644766,3	5357619,4
BEL02	Belvédère	Les Collines d'Alembert	645841,4	5358089,1
BEL03	Belvédère	Les Collines d'Alembert	645719,2	5357551,2
ERA1	Erablière		641800	5357200
ERA2	Erablière		643000	5357000

Coordonnées géographiques: MTM, fuseau 10, NAD83

ANNEXE D

Concentrations additionnelles dans l’air ambiant (fournies par WSP)

Concentrations (µg/m^3) additionnelles maximales de silice cristalline respirable estimées dans la zone d'étude

Source: WSP, communication personnelle de M. Julien Poirier, aout 2020.

Secteur du CMH5

Scénario modélisé	Période	RES_nord-ouest	RES_sud	RES_sud-ouest	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
Exploitation fictive - Variante A	1 heure	5,3E+00	7,0E+00	2,7E+00	3,1E+00	2,0E+00	1,5E+00	1,6E+00	1,7E+00	1,6E+00	4,3E+00	4,1E+00	3,6E+00	3,1E+00	1,4E+00	5,0E+00	1,9E+00	4,2E+00	3,6E+00	3,2E+00	5,8E+00	2,0E+00	1,3E+00	3,3E+00	4,5E+00	2,8E+00	2,0E+00	1,6E+01	5,0E+00
Début d'exploitation (avec halde temporaire) - Variante B	1 heure	7,6E-01	5,2E-01	2,7E-01	1,8E-01	2,0E-01	1,9E-01	3,0E-01	3,2E-01	3,2E-01	3,0E-01	2,6E-01	2,0E-01	1,8E-01	2,0E-01	3,5E-01	3,6E-01	2,6E-01	2,0E-01	2,3E-01	3,8E-01	2,4E-01	2,1E-01	1,9E-01	2,9E-01	3,2E-01	3,0E-01	7,1E+00	7,7E-01
Exploitation à long terme - Variante C	1 heure	7,6E-01	5,2E-01	2,7E-01	1,8E-01	2,0E-01	1,9E-01	3,0E-01	3,2E-01	3,2E-01	3,0E-01	2,6E-01	2,0E-01	1,8E-01	2,0E-01	3,5E-01	3,6E-01	2,6E-01	2,0E-01	2,3E-01	3,8E-01	2,4E-01	2,1E-01	1,9E-01	2,9E-01	3,2E-01	3,0E-01	7,1E+00	7,7E-01
Exploitation fictive - Variante A	24 heures	5,0E-01	7,0E-01	1,5E-01	2,1E-01	1,2E-01	1,1E-01	1,4E-01	1,4E-01	1,4E-01	4,6E-01	3,7E-01	3,0E-01	1,6E-01	1,5E-01	3,6E-01	2,4E-01	2,2E-01	1,8E-01	3,2E-01	6,1E-01	1,4E-01	1,3E-01	2,1E-01	4,1E-01	2,6E-01	1,9E-01	1,8E+00	6,7E-01
Début d'exploitation (avec halde temporaire) - Variante B	24 heures	9,0E-02	7,3E-02	4,7E-02	1,6E-02	2,4E-02	2,1E-02	3,6E-02	3,8E-02	4,7E-02	3,4E-02	2,7E-02	1,9E-02	1,3E-02	2,2E-02	5,3E-02	3,6E-02	2,1E-02	1,7E-02	2,3E-02	5,1E-02	2,1E-02	1,8E-02	1,4E-02	3,0E-02	4,5E-02	5,1E-02	1,7E+00	1,1E-01
Exploitation à long terme - Variante C	24 heures	7,9E-02	7,3E-02	4,2E-02	1,5E-02	2,4E-02	2,1E-02	3,6E-02	3,8E-02	3,5E-02	3,4E-02	2,7E-02	1,9E-02	1,1E-02	2,2E-02	5,3E-02	3,6E-02	2,1E-02	1,7E-02	2,3E-02	5,1E-02	2,1E-02	1,8E-02	1,4E-02	3,0E-02	4,5E-02	3,2E-02	7,3E-01	9,8E-02
Exploitation fictive - Variante A	1 an	4,0E-02	4,1E-02	6,2E-03	9,2E-03	3,9E-03	3,6E-03	7,8E-03	8,3E-03	6,0E-03	1,4E-02	1,3E-02	1,0E-02	7,8E-03	6,6E-03	2,0E-02	1,3E-02	1,6E-02	5,8E-03	7,7E-03	2,5E-02	8,2E-03	6,5E-03	9,0E-03	1,7E-02	1,8E-02	5,9E-03	2,5E-01	4,6E-02
Début d'exploitation (avec halde temporaire) - Variante B	1 an	6,7E-03	5,5E-03	2,0E-03	1,1E-03	9,8E-04	9,1E-04	2,1E-03	2,2E-03	2,2E-03	2,0E-03	1,5E-03	1,2E-03	9,6E-04	1,0E-03	3,7E-03	2,3E-03	2,2E-03	8,2E-04	1,1E-03	3,8E-03	1,3E-03	1,0E-03	1,0E-03	2,0E-03	3,4E-03	2,3E-03	1,2E-01	7,3E-03
Exploitation à long terme - Variante C	1 an	6,4E-03	4,8E-03	1,8E-03	9,7E-04	9,1E-04	8,3E-04	1,9E-03	2,0E-03	1,9E-03	1,9E-03	1,3E-03	1,1E-03	8,4E-04	9,6E-04	3,5E-03	2,2E-03	1,7E-03	7,7E-04	9,9E-04	3,5E-03	1,3E-03	9,7E-04	9,2E-04	1,7E-03	3,2E-03	2,1E-03	6,9E-02	6,8E-03

Secteur des IGRM

Scénario modélisé	Période	RES01	RES02	RES03	RES04	RES05	RES06	RES07	RES08	RES09	RES10	RES11	RES12	RES13	RES14	RES15	RES16	RES17	RES18	RES19	RES20	RES21	RES22	RES23	RES24	RES25	RES26	RES27	RES28	RES29
Exploitation	1 heure	5,6E+00	5,3E+00	5,1E+00	5,1E+00	5,0E+00	5,0E+00	4,9E+00	4,9E+00	5,2E+00	3,5E+00	4,1E+00	3,9E+00	4,3E+00	3,9E+00	2,8E+00	2,5E+00	2,4E+00	2,3E+00	2,1E+00	2,1E+00	3,1E+00	2,9E+00	2,7E+00	2,6E+00	3,0E+00	2,5E+00	5,2E+00	5,4E+00	1,8E+00
Exploitation	24 heures	2,7E+00	2,2E+00	2,2E+00	2,3E+00	2,3E+00	2,3E+00	2,3E+00	2,3E+00	2,5E+00	9,2E-01	1,8E+00	1,2E+00	1,4E+00	1,1E+00	6,6E-01	5,0E-01	4,9E-01	3,5E-01	2,3E-01	1,9E-01	1,2E+00	1,2E+00	8,7E-01	6,3E-01	1,2E+00	4,4E-01	5,0E-01	6,0E-01	2,4E-01
Exploitation	1 an	3,5E-02	2,7E-02	2,6E-02	2,8E-02	2,7E-02	2,8E-02	2,7E-02	2,8E-02	3,1E-02	1,9E-02	2,2E-02	2,1E-02	1,9E-02	1,6E-02	1,2E-02	6,7E-03	7,9E-03	4,3E-03	3,4E-03	3,2E-03	1,4E-02	1,2E-02	6,8E-03	5,8E-03	1,0E-02	5,1E-03	5,1E-03	6,8E-03	3,0E-03

Scénario modélisé	Période	VILL12	VILL20	ABRI01A	ABRI02A	ABRI03A	ABRI04A	ABRI05A	ABRI06A	ABRI07A	ABRI08A	ABRI09A	ABRI10A	ABRI11A	ABRI13A	ABRI14A	ABRI15A	ABRI16A	ABRI17A	ABRI18A	ABRI19A	ABRI21A	ABRI22A	BEL01	BEL02	BEL03	ERA1	ERA2
Exploitation	1 heure	2,8E+00	2,8E+00	4,6E+00	2,1E+00	1,8E+01	7,5E+00	6,2E+00	2,2E+00	6,0E+00	4,6E+00	1,4E+00	1,0E+00	1,4E+00	1,3E+00	2,1E+00	1,1E+00	8,8E+00	1,8E+00	3,7E+00	4,6E+00	2,0E+01	1,5E+00	6,0E+00	3,5E+00	5,3E+00	9,0E+00	1,5E+01
Exploitation	24 heures	5,5E-01	5,5E-01	7,8E-01	3,3E-01	3,9E+00	9,5E-01	9,0E-01	2,7E-01	1,1E+00	7,7E-01	2,4E-01	1,6E-01	2,3E-01	1,2E-01	2,0E-01	1,3E-01	2,5E+00	3,3E-01	7,3E-01	6,6E-01	5,6E+00	2,5E-01	2,7E+00	7,9E-01	1,7E+00	2,0E+00	8,2E+00
Exploitation	1 an	2,3E-03	2,3E-03	5,9E-03	2,0E-03	6,2E-02	1,4E-02	8,8E-03	1,5E-03	9,1E-03	5,0E-03	1,3E-03	7,3E-04	9,8E-04	9,4E-04	1,4E-03	1,5E-03	2,0E-02	2,5E-03	4,2E-03	3,7E-03	1,0E-01	1,2E-03	5,4E-02	1,6E-02	2,4E-02	1,5E-02	1,1E-01

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

ANNEXE

COMP-114-5 CONTRIBUTION DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES À L'EXPOSITION À CERTAINS MÉTAUX

CONTRIBUTION DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES À L'EXPOSITION À CERTAINS MÉTAUX

PROJET HORNE 5
ROUYN-NORANDA, QUÉBEC

Document confidentiel présenté à

RESSOURCES FALCO

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

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

SANEXEN
SERVICES ENVIRONNEMENTAUX INC.

ÉQUIPE DE TRAVAIL

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

Suivi des versions émises du rapport

Version	Date (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[1] 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[2]. 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[3] 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[4], 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)[5] englobe les résidences, institutions, sites d'activités récréatives et milieux naturels situés aux alentours du site du CMH5.

Pour connaitre 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[6]. 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[1] 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

1. INTRODUCTION 1

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

2. IDENTIFICATION DU DANGER 5

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

3. CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION 8

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 *via* l'alimentation générale (bruit de fond) 20
3.6 Doses d'exposition estimées 21

TABLE DES MATIÈRES (suite)

4. ANALYSE DE L'INCERTITUDE 22

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

5. CONTRIBUTION DU PROJET À L'EXPOSITION ET RISQUES ASSOCIÉS 33

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

6. CONCLUSION 36

7. RÉFÉRENCES 37

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 Effets potentiels sur la santé associés à l'exposition aux substances d'intérêt 40

TABLEAU 2 Valeurs toxicologiques de référence retenues pour une exposition aiguë par inhalation 41

TABLEAU 3 Valeurs toxicologiques de référence retenues pour une exposition chronique (c. VTR) 42

TABLEAU 4 Valeurs toxicologiques de référence retenues pour évaluer le risque additionnel de cancer 43

TABLEAU 5 Voies d'exposition considérées 44

TABLEAU 6 Catégories de récepteurs sélectionnées pour chaque durée d'exposition 45

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 46

TABLEAU 8 Concentrations additionnelles (µg/m^3) modélisées dans l'air ambiant pour estimation de l'exposition aiguë par inhalation 47

TABLEAU 9 Concentrations additionnelles (µg/m^3) modélisées dans l'air ambiant pour estimation de l'exposition chronique 48

TABLEAU 10 Concentrations additionnelles modélisées dans l'air intérieur et les poussières intérieures pour estimation de l'exposition chronique 49

TABLEAU 11 Concentrations (mg/kg-frais) additionnelles modélisées dans les aliments d'origine locale pour estimation de l'exposition chronique 50

TABLEAU 12 Teneurs de fond (µg/m^3) dans l'air ambiant 51

TABLEAU 13 Teneurs de fond (mg/kg) dans les sols retenues au récepteur pertinent le plus exposé 52

TABLEAU 14 Teneurs de fond (mg/kg) dans les sols retenues pour estimer les concentrations dans le gibier 53

TABLEAU 15 Teneurs de fond (mg/L) estimées dans l'eau potable et l'eau de surface 54

TABLEAU 16 Teneurs de fond (modélisées) dans l'air intérieur et les poussières intérieures 55

TABLEAU 17 Teneurs de fond (mg/kg-frais) estimées ou modélisées dans les aliments d'origine locale 56

TABLEAU 18 Intervalles des doses (mg/kg-pc par jour) d'exposition chronique estimées 57

TABLEAU 19 Doses (mg/kg-pc par jour) additionnelles estimées pour une exposition chronique par voies multiples 58

TABLEAU 20 Niveaux moyens d'exposition additionnelle à vie estimées pour les métaux cancérogènes ou probablement cancérogènes chez l'humain 59

TABLEAU 21 Contribution (%) des émissions atmosphériques du Projet Horne 5 au récepteur le plus exposé 60

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 61

TABLEAU 23 Indices de risque maximaux pour l'exposition additionnelle 62

TABLEAU 24 Risque additionnel de cancer estimé pour une exposition durant toute la durée du Projet 63

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 Limites de la zone d'étude 65

FIGURE 2 Localisation des récepteurs.....66

FIGURE 3 Stations de mesure de la qualité de l'air considérées 67

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A Figures tirées de l'ÉIE (WSP)

ANNEXE B Conditions générales et limitations de l'étude

ANNEXE C Information relative aux données toxicologiques

ANNEXE D Description et localisation précise des récepteurs

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

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

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 H Données locales (concentrations de métaux existantes) utilisées pour estimer les teneurs de fond dans la zone d'étude

ANNEXE I Apports alimentaires en métaux pour la population générale

ANNEXE J Détail des doses de métaux estimées pour chacune des voies d'exposition

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

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

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES (suite)

U.S. EPA	U.S. *Environmental Protection Agency*
VTR	Valeur toxicologique de référence
WSP	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[1].

Pour être autorisé, le Projet Horne 5 est assujetti à la procédure provinciale d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement en vertu de la LQE[2]. 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[3] sont déjà atteintes pour le bruit de fond[4] 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_{10}, 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[1], 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[2].

1.4 Démarche méthodologique

Pour connaitre 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[3], 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[4] 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[5], 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[1] 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[2]. L'utilisation du minerai produit ne fait pas partie du projet évalué dans l'ÉIE, 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)[1]. 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[2].

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 pi³/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[1] ou épidémiologiques[2] et peuvent être de 2 types :

- Pour estimer les effets « avec seuil »[3], les VTR correspondent à un niveau d'exposition jugé sécuritaire et sont exprimées sous forme de concentration (VTR par inhalation en µg/m^3) ou de dose (VTR par ingestion en mg/kg-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[4] ou chronique[5]);
- Pour les effets « sans seuil »[6], 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 (µg/m^3)$^{-1}$) ou de dose d'exposition (coefficient de cancérogénicité, en (mg/kg-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[7] 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[8] et une durée d'exposition[9] 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[10] 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[1] et temporellement[2] 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[1] ou, par défaut, à partir de concentrations estimées par modélisation[2]. 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[3].

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[4]), 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[5] 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[6]. La consommation des abats de gibier provenant de la région n'est pas recommandée[7]. 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[8] ont déjà été ensemencés 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[9]. 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 chaine 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'EIE).
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 aout 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[1] 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[2], 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[1] 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)[2]. 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[3] 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[4] 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[5] 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[6] 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)[7].

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 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[1] (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[2]. Les concentrations ont été estimées sans distinction de la forme chimique des métaux, excepté pour l'arsenic[3], 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)[4], iii) l'utilisation de la flotte maximale d'équipements souterrains, iv) la ventilation permanente de la mine souterraine en production[5] 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.
2 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 pi³/min.

minerai 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 minerai 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[1], 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 minerai 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 chaine 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^{MC} 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[2].

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_{10}) et 93,93% pour les particules fines ($PM_{2.5}$) (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[1] 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[2] sur 1 heure, 8 heures et/ou 24 heures;
- Exposition chronique (exposition quotidienne à long terme) : concentration moyenne annuelle modélisée[3] 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)[4] et au tableau 9 (exposition chronique)[5].

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_{10}), c.-à-d. les particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 µm, car d'un point de vue toxicologique, les PM_{10} 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_{10}).
5 Métaux sous forme de PM_{10} 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[1] 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[2], la gélinotte huppée (perdrix) 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'EIE.

- 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[1] 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)[2] 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[3]) de Falco étaient situées dans le QND (station WSP)[4] 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[5], alors que les stations du MELCC en ont documenté 5 (As, Be, Cd, Cu, Pb)[6]. 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[7], 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 : 98e centile des concentrations mesurées;
- Teneurs de fond sur une base annuelle : estimation prudente de la moyenne des concentrations[8], 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, 7e 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)[1], des teneurs de fond représentatives des concentrations existantes dans 2 couches de sol (sol de surface et sol de sous-surface)[2] 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 chaine 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[3] (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[4]. Toutes les autres valeurs[5] ont été déterminées à partir des concentrations de métaux mesurées[6] 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[7] 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)[1] 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[2] ou non mesurés[3] 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)[4].

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[5]. Les teneurs de fond retenues dans l'eau de surface correspondent à une estimation prudente de la moyenne (LSC95)[6].

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[1] 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[2] (Proulx*, et coll.*, 2015). La médiane des valeurs rapportées[3] 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[1] 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)[2] 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[3] sont présentés au tableau 20. Il est à noter que ces dernières valeurs n'ont été calculées que pour les 5 métaux classés cancérogènes ou probablement cancérogènes pour l'humain et pour lesquels un risque unitaire (applicable à une concentration dans l'air) ou un coefficient de cancérogénicité (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 correspondent 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[1], 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[2] 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[1] 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[1] 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[2]. Compte tenu des résultats obtenus à partir de la variante C[3], 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_{10}. Les PM_{10} 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_{10} 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_{10} 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_{10}), 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'infiltraient dans les résidences. Les taux d'infiltration rapportés dans la littérature, qui dépendent notamment de la taille des particules et de l'isolation[1] 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[2], 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[3] 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)[4]. 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 (≤ 0,009%) des concentrations totales dans les sols[5] 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[6] 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[1] 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[2]. 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_{10} 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[1]. 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)[2] ou sur 24 h (cas du Cu et du Ni)[3]. 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[4]. 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, 6e rue) à l'intérieur de la limite du parc industriel.
2 Norme sur une base annuelle : As : 3×10^{-3} µg/m³, Ba : 5×10^{-2} µg/m³, Cd : $3{,}6 \times 10^{-3}$ µg/m³ et Pb : 1×10^{-1} µg/m³.
3 Norme sur 24 heures : Cu : 2,5 µg/m³ et Ni : $1{,}4 \times 10^{-2}$ µg/m³.
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)[1] et dans des matériaux de surface (sol, sable ou gravier) provenant du périmètre urbain, incluant le QND (DSPu-AT, 2020)[2], 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[3], 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[4]. 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[5] 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[6], 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 fraiche 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[1]. 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[2] 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[1] (Johnson, 2002)[2]. 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)[3]. Plus précisément, elles se sont avérées légèrement supérieures aux valeurs mesurées (Cu et Pb)[4], ou légèrement inférieures aux valeurs mesurées (Ni)[5]. 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[6], 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 [7] 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_{sec} et Pb : 19 mg/kg_{sec}) 2 à 5 fois plus élevées que les valeurs mesurées (Cu : 12,8 mg/kg_{sec} et Pb : 4,0 mg/kg_{sec}).
5 Valeurs modélisées (0,94 mg/kg_{sec}) environ 4 fois plus faibles que les valeurs mesurées (3,6 mg/kg_{sec}).
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[1], 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[2]. 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[3] 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'orignaux.
2 https://www.cisss-at.gouv.qc.ca/attention-a-la-consommation-dabats/
3 En sélectionnant le facteur de bioaccumulation le plus élevé (FBA de 100; OEHHA (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)[1] 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[2] 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 peut être résumé comme suit :

- Exposition aiguë par inhalation : les concentrations additionnelles maximales modélisées dans l'air ambiant de la zone d'étude (tableau 8)[3] 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)[4] 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[5] (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[6] 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 (3×10^{-3} µg/m³), Ba (5×10^{-2} µg/m³), Cd ($3{,}6 \times 10^{-3}$ µg/m³) et Pb (1×10^{-1} µg/m³), et norme sur 24 heures pour Cu (2,5 µg/m³) et Ni ($1{,}4 \times 10^{-2}$ µg/m³). 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 (≤0,09%)[1] 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[2]) avec les VTR correspondantes[3].

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 ≤ 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[1]).

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[1] 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 Toxycology - ATSDR. 7 p. https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp4-c1-b.pdf.

DSPu-AT (2019). Rapport de l'étude de biosurveillancemenée 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.cisss-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.

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.

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/crnr/combinedsmall.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.

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 - Qualite des eaux de surface et des sediments, 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

TABLEAU 1 Effets potentiels sur la santé associés à l'exposition aux substances d'intérêt 40

TABLEAU 2 Valeurs toxicologiques de référence retenues pour une exposition aiguë par inhalation 41

TABLEAU 3 Valeurs toxicologiques de référence retenues pour une exposition chronique (c. VTR) 42

TABLEAU 4 Valeurs toxicologiques de référence retenues pour évaluer le risque additionnel de cancer 43

TABLEAU 5 Voies d'exposition considérées 44

TABLEAU 6 Catégories de récepteurs sélectionnées pour chaque durée d'exposition 45

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 46

TABLEAU 8 Concentrations additionnelles (µg/m^3) modélisées dans l'air ambiant pour estimation de l'exposition aiguë par inhalation 47

TABLEAU 9 Concentrations additionnelles (µg/m^3) modélisées dans l'air ambiant pour estimation de l'exposition chronique 48

TABLEAU 10 Concentrations additionnelles modélisées dans l'air intérieur et les poussières intérieures pour estimation de l'exposition chronique 49

TABLEAU 11 Concentrations (mg/kg-frais) additionnelles modélisées dans les aliments d'origine locale pour estimation de l'exposition chronique 50

TABLEAU 12 Teneurs de fond (µg/m^3) dans l'air ambiant 51

TABLEAU 13 Teneurs de fond (mg/kg) dans les sols retenues au récepteur pertinent le plus exposé 52

TABLEAU 14 Teneurs de fond (mg/kg) dans les sols retenues pour estimer les concentrations dans le gibier 53

TABLEAU 15 Teneurs de fond (mg/L) estimées dans l'eau potable et l'eau de surface 54

TABLEAU 16 Teneurs de fond (modélisées) dans l'air intérieur et les poussières intérieures 55

TABLEAU 17 Teneurs de fond (mg/kg-frais) estimées ou modélisées dans les aliments d'origine locale 56

TABLEAU 18 Intervalles des doses (mg/kg-pc par jour) d'exposition chronique estimées 57

TABLEAU 19 Doses (mg/kg-pc par jour) additionnelles estimées pour une exposition chronique par voies multiples 58

TABLEAU 20 Niveaux moyens d'exposition additionnelle à vie estimées pour les métaux cancérogènes ou probablement cancérogènes chez l'humain 59

TABLEAU 21 Contribution (%) des émissions atmosphériques du Projet Horne 5 au récepteur le plus exposé 60

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 61

TABLEAU 23 Indices de risque maximaux pour l'exposition additionnelle 62

TABLEAU 24 Risque additionnel de cancer estimé pour une exposition durant toute la durée du Projet 63

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

Arsenic (inorganique)	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 cancérogène pour l'humain (U.S. EPA, CIRC et Santé Canada).
Baryum	Effets possibles sur le tractus gastro-intestinal, les muscles, le système cardiovasculaire et les reins. Non classable pour son potentiel cancérogène chez l'humain (U.S. EPA et Santé Canada). Potentiel cancérogène chez l'humain non évalué par le CIRC.
Béryllium	Effets possibles sur le système respiratoire (bérylliose) et le système gastro-intestinal. Classé comme cancérogène pour l'humain par le CIRC et comme probablement cancérogène pour l'humain par U.S. EPA.
Cadmium	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 cancérogène pour l'humain par le CIRC et comme probablement cancérogène pour l'humain par U.S. EPA et Santé Canada.
Cuivre	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 cancérogène chez l'humain (U.S. EPA). Potentiel cancérogène chez l'humain non évalué par le CIRC.
Nickel	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 cancérogène chez l'humain variable selon les formes chimiques (cancérogène, probablement cancérogène ou non classable) (U.S. EPA, CIRC et Santé Canada).
Plomb	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 cancérogène probable (U.S. EPA et CIRC) ou possible (Santé Canada) chez l'humain.

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

1 *Toxic Substances Portal* (http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/index.asp).
2 *Office of Environmental Health Assessment (OEHHA).* Air https://oehha.ca.gov/air).
3 Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement (http://www.ccme.ca/publications/ceqg_rcqe.fr.html)
4 Monographies du CIRC sur l'évaluation des risques de cancérogénicité 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).

TABLEAU 2

Valeurs toxicologiques de référence retenues pour une exposition aiguë par inhalation

Substance	Inhalation (VTR_{inh}, µg/m³)					
	1 heure		8 heures		24 heures	
	VTR	Origine[a]	VTR	Origine[a]	VTR	Origine[a]
Arsenic	0,2[b]	Cal/EPA				
Baryum			(5)	TLV-TWA/100		
Béryllium					(0,02)[c]	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_{ing})		Inhalation (c. VTR_{inh})		
	Dose (mg/kg-pc par jour)	Origine[a]	Dose (mg/kg-pc par jour)	Concentration ($\mu g/m^3$)	Origine[b]
Arsenic	0,3[c]	ATSDR, IRIS	-[d]		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	-[e]	0,02	Cal/EPA
Cuivre	0,426	Santé Canada	-[d]		Dérivé de ingestion
Nickel	0,011	Cal/EPA		0,02	Santé Canada
Plomb	0,00025[f]	CCME	-[d]		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 cancérogène pour l'humain[a]	Ingestion		Inhalation	
		Coefficient de cancérogénicité $(mg/kg.j)^{-1}$	Origine[b]	Risque unitaire $(\mu g/m^3)^{-1}$	Origine[b]
Arsenic	A, 1, I	1,5[c]	IRIS, Cal/EPA	4,3E-03[c]	IRIS
Baryum	N.C.	N.A.		N.A.	
Béryllium	B1, 1	N.A.[d]		2,4E-03	IRIS, Cal/EPA, OMS
Cadmium	B1, 1, II	N.A.[d]		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); **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[a]	N.A.	√
Ingestion d'aliments d'origine locale[b]	√	√
Ingestion de lait maternel (0-6 mois)[c]	√	√
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[a]	Durée d'exposition	
		Aiguë[b]	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	√[c]	

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[a]**	**Utilisation[b]**
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[c] → 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[c] → eau de surface	Retombées atmosphériques dans les lacs (bilan de masse)	Vérification Add
Air ambiant[c] → sol	Retombées atmosphériques (bilan de masse)	Vérification Add
Air ambiant[c] → chair de gibier	Inhalation	BF, Add
Air intérieur[c] → 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 (µg/m^3) modélisées dans l'air ambiant
pour estimation de l'exposition aiguë par inhalation

Substance	**Maximum sur 1 heure**	**Maximum sur 8 heures**	**Maximum 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 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 (µg/m^3) modélisées dans l'air ambiant
pour estimation de l'exposition chronique

Substance	Pour estimer l'exposition par inhalation[a]	Pour estimer l'exposition par ingestion et contact cutané[b]
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 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[a] (µg/m³)	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[a]	Légumes racines[a]	Autres légumes[a]	Chair de gibier[b]	Chair de poisson[c]
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 (µg/m^3) dans l'air ambiant

Substance	24 heures[a]	Annuelle[b]	Station d'échantillonnage[c]
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 98e 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[a]	11
Baryum	166	108
Béryllium	0,5[c]	0,6
Cadmium	18[a]	1,8
Cuivre	3487	120
Nickel	29	32
Plomb	630[a]	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).

TABLEAU 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[a]	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[a]	Eau de surface[b]
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[a] ($\mu g/m^3$)	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[a]	Légumes racines[a]	Autres légumes[a]	Chair de gibier[b]	Chair de poisson[c]
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[a]	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 mois	0,5-4 ans	5-11 ans	12-19 ans	20 ans et +
Arsenic[a]	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

Substance	**Inhalation** (concentration, µg/m^3)	**Ingestion et contact cutané** (dose, mg/kg-pc par jour)
Arsenic[a]	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[a]	Exposition chronique[b]		
	Inhalation	Ingestion	Contact cutané	Inhalation
Arsenic[c]	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 x concentration additionnelle maximale sur 24 heures (tableau 8) / [teneur de fond maximale sur 24 heures (tableau 12) + 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 x dose additionnelle / [dose bruit de fond + 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[a]	Exposition chronique[b]		
	Inhalation	Ingestion	Contact cutané	Inhalation
Arsenic[c]	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[a]			Exposition chronique[b]	
	1 heure	8 heures	24 heures	Inhalation	Voies multiples
Arsenic	0,01[c]	-	-	-	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_{Add}) = concentration additionnelle maximale estimée sur la période (tableau 8) / VTR_{inh} correspondante (tableau 2).

b Ces valeurs ont été calculées comme suit : Indice de risque additionnel maximal (IR_{Add}) = dose additionnelle maximale par inhalation ou par voies multiples (tableau 18) / c. VTR_{inh} ou c. VTR_{ing} (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 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 par million d'individu ($x10^{-6}$)	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

FIGURE 1 Limites de la zone d'étude 65

FIGURE 2 Localisation des récepteurs.....66

FIGURE 3 Stations de mesure de la qualité de l'air considérées 67

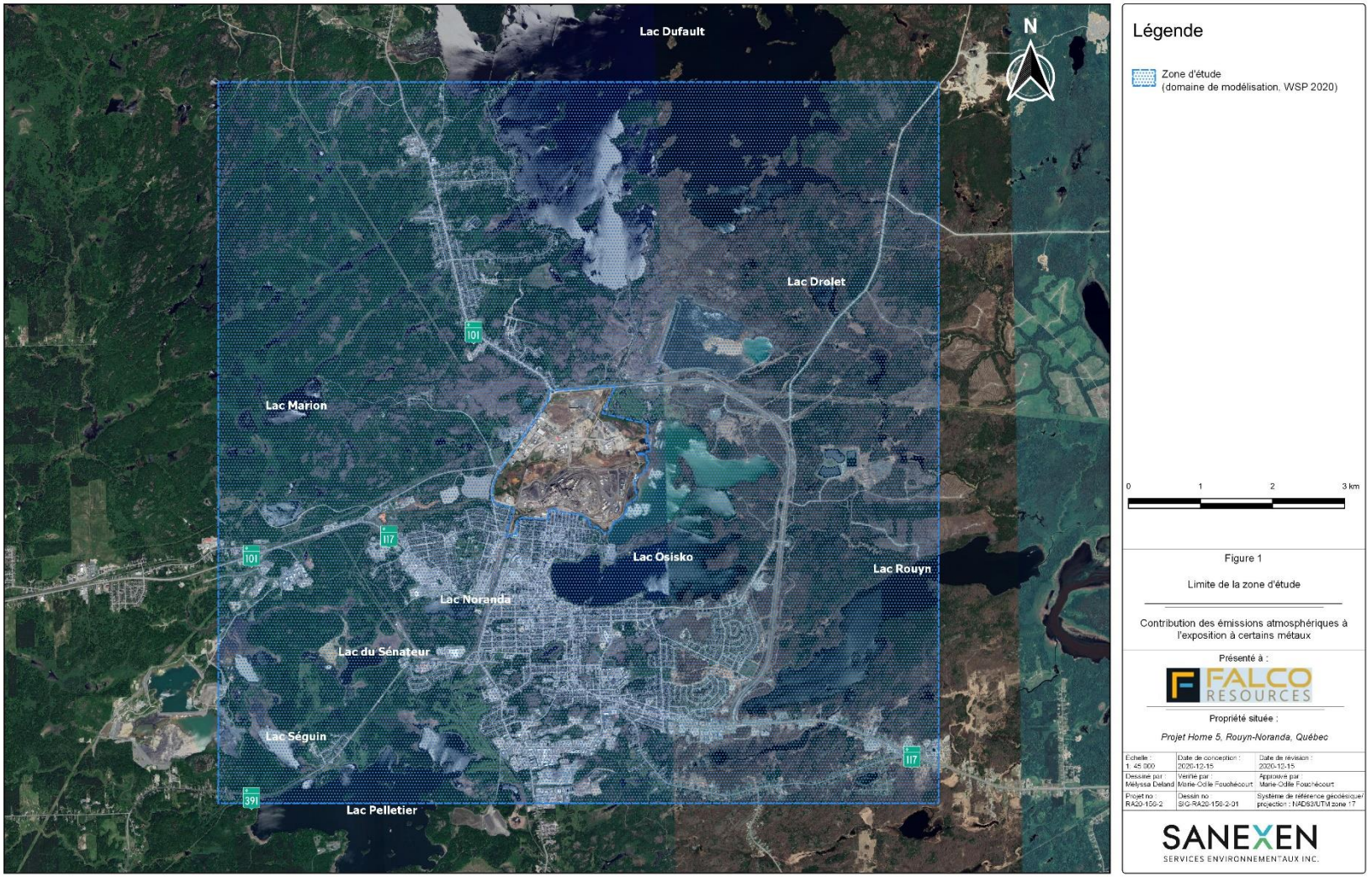


FIGURE 1 Limites de la zone d'étude

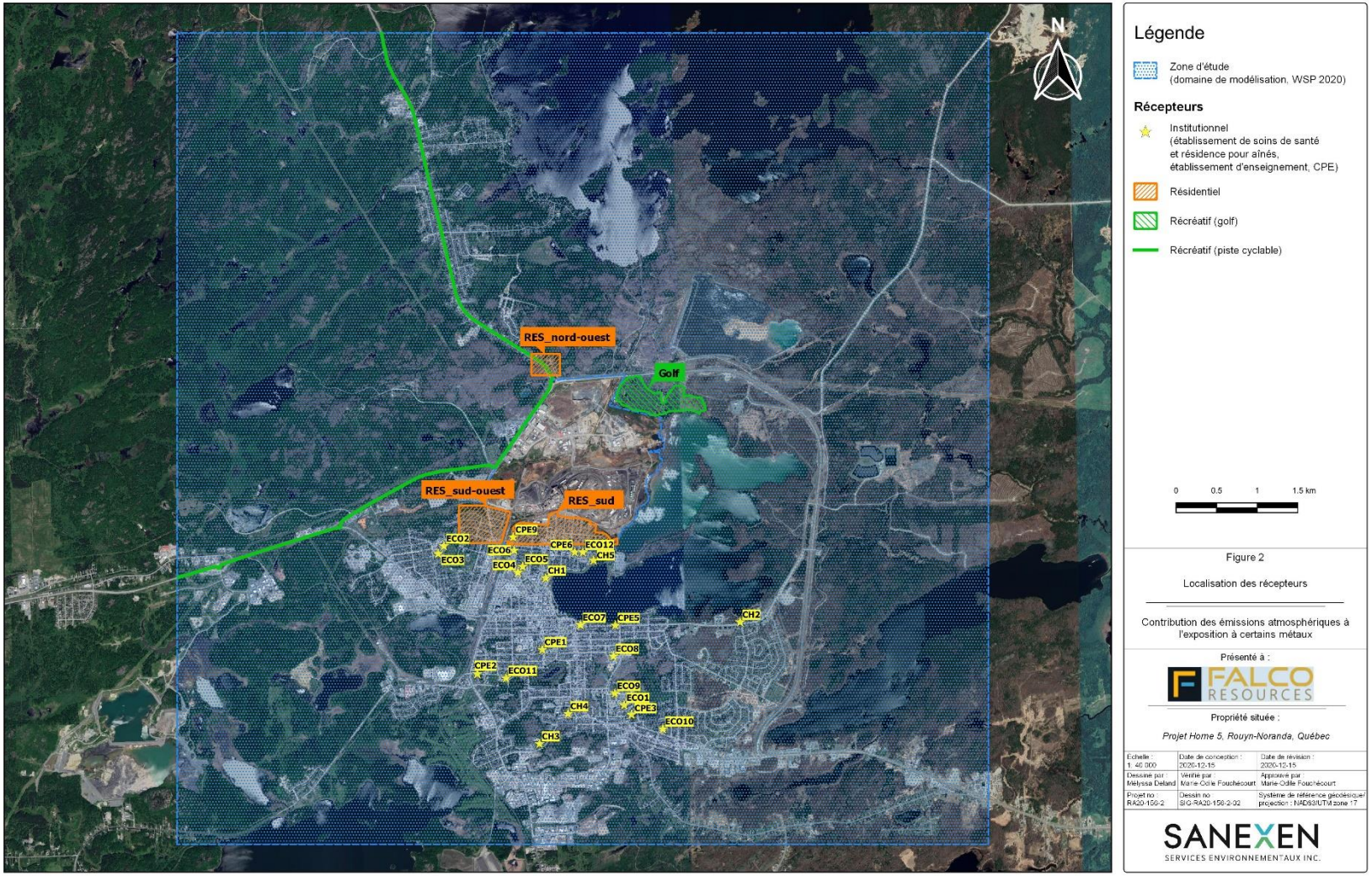


FIGURE 2 Localisation des récepteurs

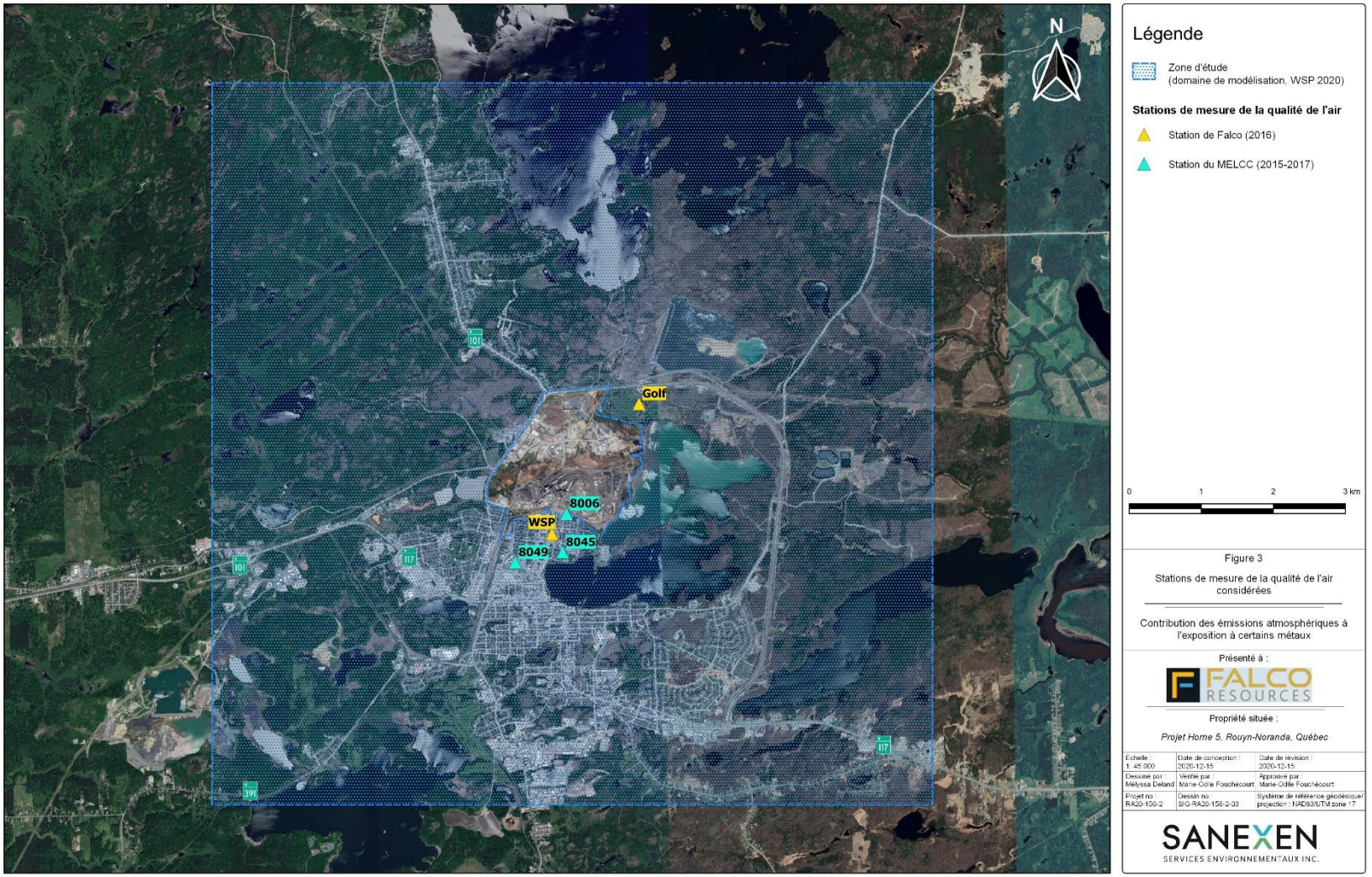
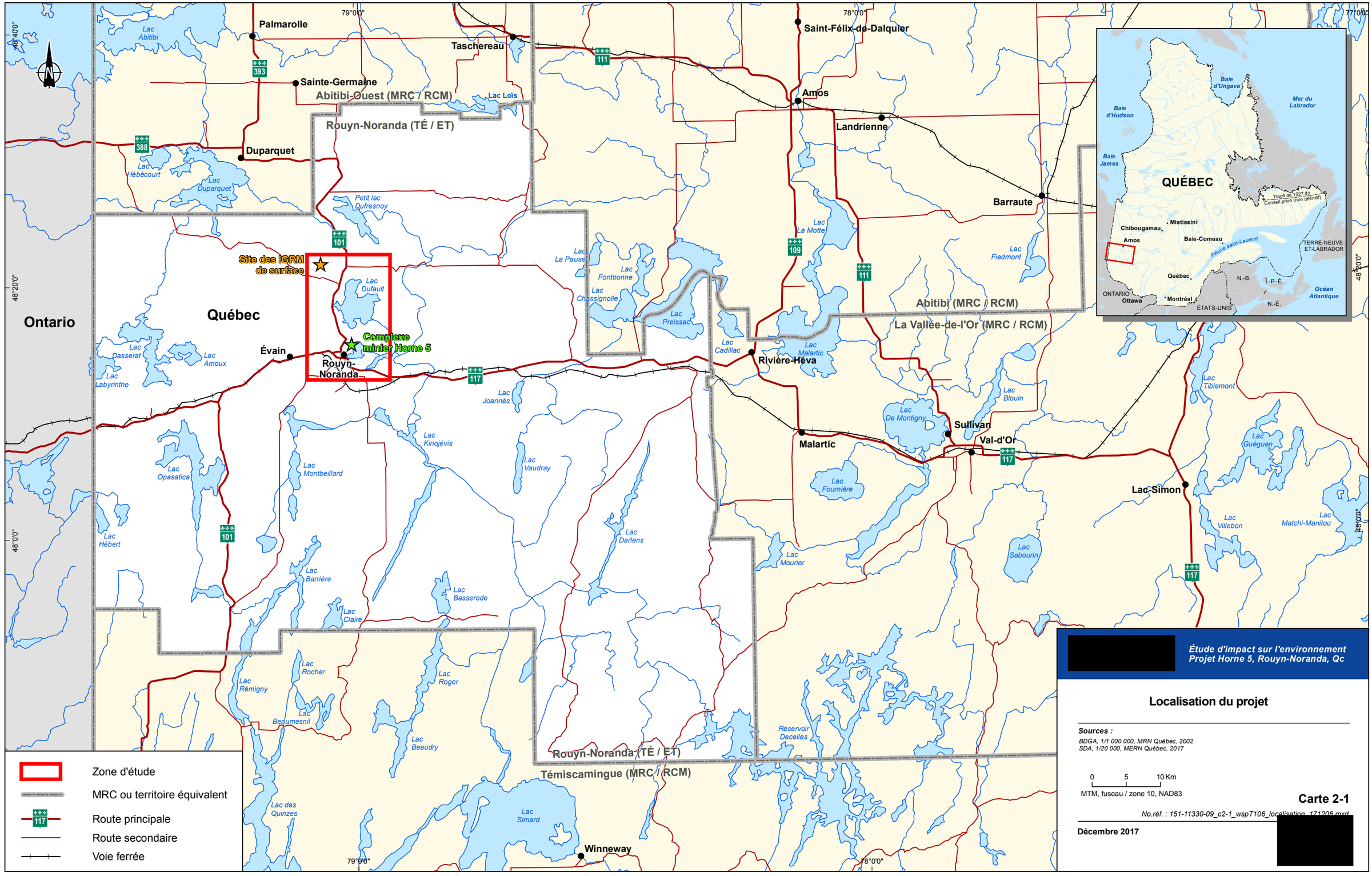


FIGURE 3 Stations de mesure de la qualité de l'air considérées

ANNEXE A

Figures tirées de l'ÉIE (WSP)



[redacted]

Étude d'impact sur l'environnement
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Localisation du projet

Sources :
BDGA, 1/1 000 000, MRN Québec, 2002
SDA, 1/20 000, MERN Québec, 2017

0 5 10 Km
MTM, fuseau / zone 10, NAD83

Carte 2-1

No.réf. : 151-11330-09_c2-1_wspT106_localisation_171206.mxd

Décembre 2017

[redacted]

FALCO RESOURCES

Étude d'impact sur l'environnement
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Emplacement des composantes du projet

Sources :

CanVec version 10, 1/50 000
RNCan, 2016
Données de projet, 2017

0 460 920 m
MTM, fuseau 10, NAD83

Carte 2-2

No.réf. : 151-11330-09_c2-2_wspT105_composantes_171206.mxd

Décembre 2017

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-divulgation 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

1. VTR POUR EXPOSITION AIGUË 1

1.1 *Risk Exposure Level* (*acute REL* et *8-hour REL*) proposées par Cal/EPA 1

1.2 *Minimal Risk Level* (*acute MRL*) proposées par ATSDR 1

1.3 Autres sources de données 1

1.4 VTR provisoires 3

2. VTR POUR EXPOSITION CHRONIQUE 4

3. VTR PROVISOIRES RETENUES 5

4. CLASSIFICATIONS DU POTENTIEL CANCÉROGÈNE POUR L'HUMAIN 6

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

5. INFORMATION SUR LES CONVERSIONS (DOSE-CONCENTRATION) 8

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)[1] 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[2]). La répétition d'expositions de courte durée (≤ 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*[3] 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[4]). 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[5]. 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)[1]. 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)[2].

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 Occupationnal Safety and Health (NIOSH*) et *l'Occupationnal Safety and Health Administration (OSHA*). Au Québec, les VEMP sont inscrites dans le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST)[3]. Par défaut, des valeurs provisoires *(Workplace Environmental Exposure Levels, WEELs)*[4] 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-signaletique/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)[1] 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[1] et dans d'autres documents disponibles en ligne[2,3];
- 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), C*ancer 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[4] 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[5];
- *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_aqg/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[1]) 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_{inh} 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[1]

Classification la plus récente[2], disponible uniquement pour les substances évaluées à partir de 2005 :

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

Classification antérieure[4] (1986-2005) :

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

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)[1]

- 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[2]

- 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^3/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[1] (0,223 m^3/kg-p.c. par jour, poids corporel : 74,6 kg, d'où un taux d'inhalation de 16,6 m^3/jour) et fédérales[2] (poids corporel d'un adulte : 70,4 kg, taux d'inhalation : 16,6 m^3/jour, d'où un volume d'air inhalé de 0,235 m^3/jour).

Ainsi :

Concentration de référence provisoire = (Dose de référence / Volume d'air inhalé par jour) x (F_{oral}/F_{inhal}) x 1 000

Et inversement :

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

Où :

Concentration de référence provisoire :	Concentration exprimée en µg/m^3
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^3/kg-p.c. par jour; voir ci-dessus)
F_{oral} :	Taux d'absorption par voie orale
F_{inhal} :	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

1. PARAMÈTRES D'EXPOSITION 1

2. PROPRIÉTÉS DES MÉTAUX 3

3. JEU D'ÉQUATIONS 4

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

4. RÉFÉRENCES 11

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU E-1 Paramètres d'exposition des récepteurs 2

TABLEAU E-2 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.

TABLEAU E-1
Paramètres d'exposition des récepteurs

Paramètre	Tranche d'âge				
	0-6 mois	0,5-4 ans	5-11 ans	12-19 ans	20 ans 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^2)	0,345	0,577	0,985	1,608	1,856
Taux d'inhalation (m^3/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)[a]	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[b]	0	0	0	0
Proportion de viande d'origine locale (%)[c]	50	50	50	50	50
Proportion de fruits et légumes d'origine locale (%)[c]	50	50	50	50	50
Proportion de poisson d'origine locale (%)[d]	100	100	100	100	100
Aliments d'origine commerciale (%)[e]	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^2)	0	0,2	0,2	0,07	0,07
Taux d'adhérence des poussières sur la peau (mg/cm^2)	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 (cm/h)	KPA (cm/h)	$f_{abs\text{-}cut}$ -	f_{abs_GI} -	$f_{abs\ inh}$ -	FBT_{lait_mater} (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[a]	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 logKPA = 1,979279 + 1,60838 logKPE (MEF, 1996).
$f_{abs\text{-}cut}$: Fraction absorbée au niveau cutané à partir du sol. Valeurs tirées d'INSPQ, 2012.
f_{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).
FAR_{inh} : Fraction absorbée par inhalation. Par défaut, 1.
FBT_{lait_mater} : Facteur de biotransfert pour le lait maternel. Valeurs tirées de Yu, *et coll.*, 2001.
a 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^3
$Ca_{ext.part}$	Concentration dans l'air extérieur sous forme particulaire, mg/m^3
Inh	Taux d'inhalation, m^3/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 (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^3
$Ca_{ext.part}$	Concentration dans l'air extérieur sous forme particulaire, mg/m^3
Inh	Taux d'inhalation, m^3/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 (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 (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 (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

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

Où :

$Dcut_{sol}$	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/cm²-événement
A	Surface corporelle exposée aux particules, cm^2
Abs	Fraction du contaminant absorbée par la peau ($f_{abs\text{-}cut}$, tableau E2)
FE	Fréquence d'exposition pour la période d'exposition considérée (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

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

Où :

$Dcut_{pou}$	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/cm²-événement
A	Surface corporelle exposée aux particules, cm^2
Abs	Fraction du contaminant absorbé par la peau ($f_{abs\text{-}cut}$, tableau E2)

FE	Fréquence d'exposition pour la période d'exposition considérée (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_e	Dose par ingestion d'eau potable, mg/kg-pc par jour
C_e	Concentration dans l'eau potable, mg/L
QI_e	Taux d'ingestion d'eau potable, L/jour
FE	Fréquence d'exposition pour la période d'exposition considérée (temps passé dans la zone d'étude (jours par période)/durée de la période en jours)
F_{eau}	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'autre légumes

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

Où :

D_{fruits}	Dose par ingestion de fruits (ou de légumes racines ou d'autres légumes), mg/kg-pc par jour
C_{fruits}	Concentration dans les fruits (ou les légumes racines ou d'autres légumes), mg/kg
QI_{fruits}	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 (temps passé dans la zone d'étude (jours par période)/durée de la période en jours)
F_{fruits}	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_{viande}	Dose par ingestion de viande, mg/kg-pc par jour
C_{viande}	Concentration dans la viande, mg/kg
QI_{viande}	Taux d'ingestion de viande, kg/jour
FE	Fréquence d'exposition pour la période d'exposition considérée (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 (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

$$Dcut_{air} = \frac{[(Cair_{ext} \times Kp_{air} \times A \times t_{ext}) + (Cair_{int} \times Kp_{air} \times A \times t_{int})] \times FE}{P}$$

Où :

$Dcut_{air}$	Dose par contact cutané avec l'air ambiant, mg/kg-pc par jour
$Cair_{ext}$	Concentration dans l'air extérieur sous forme gazeuse, mg/cm³
Kp_{air}	Constante de perméabilité dans l'air sous forme gazeuse, cm/heure (KPA, tableau E2)
A	Surface de la peau exposée aux vapeurs, cm²
t_{ext}	Temps d'exposition à l'extérieur, nombre d'heures par jour
$Cair_{int}$	Concentration dans l'air intérieur sous forme gazeuse, mg/cm³
t_{int}	Temps d'exposition à l'intérieur, nombre d'heures par jour
FE	Fréquence d'exposition pour la période d'exposition considérée (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)

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

$$DA = K_{p\_eau} \times C_e \times t$$

Où :

$Dcut_{eau}$	Dose par voie cutanée à partir de l'eau, mg/kg-pc par jour
DA	Dose absorbée par événement d'exposition, mg/cm²/événement
A	Surface corporelle exposée, cm²
EV	Nombre d'événements d'exposition par jour
FE	Fréquence d'exposition pour la période d'exposition considérée (temps passé dans la zone d'étude - jours/période / Durée – période)
P	Poids corporel, kg
Kp_{eau}	Coefficient de perméabilité cutanée à partir de l'eau, cm/heure (KPE, tableau E2)
C_e	Concentration dans l'eau, mg/cm³ (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)

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

$$C_{lait\_mat} = Dose_{éq\_oral}\ x\ FBT_{lait\_mat}\ x\ \delta_{lait\_mat}$$

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

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

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

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

Où :

$Dose_{lait\_mat}$	Dose par ingestion de lait maternel (0 à 6 mois), mg/kg-pc par jour
C_{lait_mat}	Concentration dans le lait maternel, mg/L
TI_{lait_mat}	Taux d'ingestion de lait maternel, 0,73 kg/jour
δ_{lait_mat}	Densité du lait maternel, 1,03 kg/L
PC_{tout_petits}	Poids corporel des tout-petits, 6,70 kg
$Dose_{éq\_orale}$	Dose totale en équivalent oral (ingestion) de la mère, mg/jour
FBT_{lait_mat}	Facteur de biotransfert pour le lait maternel, jour/kg (tableau E2)
$Dose_{tot\_ing}$	Dose totale par ingestion de la mère, mg/kg-pc par jour
$Dose_{tot\_inh}$	Dose totale par inhalation de la mère, mg/kg-pc par jour
F_{abs_Inh}	Fraction absorbée par inhalation (tableau E2)
F_{abs_GI}	Facteur absorption par voie gastrointestinale (tableau E2)
$Dose_{tot\_cut}$	Dose totale par voie cutanée de la mère, mg/kg-pc par jour
$PC_{mère}$	Poids corporel de la mère, 69,1 kg
$Dose_1$	Dose de la mère par inhalation d'air extérieur en été, mg/kg-pc par jour

$Dose_2$ Dose de la mère par inhalation d'air intérieur en été, mg/kg-pc par jour
$Dose_3$ Dose de la mère par inhalation d'air extérieur en hiver, mg/kg-pc par jour
$Dose_4$ Dose de la mère par inhalation d'air intérieur en hiver, mg/kg-pc par jour
$Dose_5$ Dose de la mère par voie cutanée avec l'air intérieur et extérieur en été, mg/kg-pc par jour
$Dose_6$ Dose de la mère par voie cutanée avec l'air intérieur et extérieur en hiver, mg/kg-pc par jour
$Dose_7$ Dose de la mère par voie cutanée avec le sol en été, mg/kg-pc par jour
$Dose_8$ Dose de la mère par voie cutanée avec le sol en hiver, mg/kg-pc par jour
$Dose_9$ Dose de la mère par voie cutanée avec l'eau de baignade extérieure en été, mg/kg-pc par jour
$Dose_{10}$ Dose de la mère par voie cutanée avec l'eau de baignade extérieure en hiver, mg/kg-pc par jour
$Dose_{11}$ Dose de la mère par voie cutanée avec l'eau d'usage domestique, mg/kg-pc par jour
$Dose_{12}$ Dose de la mère par voie cutanée avec les poussières en été, mg/kg-pc par jour
$Dose_{13}$ Dose de la mère par voie cutanée avec les poussières en hiver, mg/kg-pc par jour
$Dose_{14}$ Dose de la mère par ingestion de sol en été, mg/kg-pc par jour
$Dose_{15}$ Dose de la mère par ingestion de sol en hiver, mg/kg-pc par jour
$Dose_{16}$ Dose de la mère par ingestion de poussières en été, mg/kg-pc par jour
$Dose_{17}$ Dose de la mère par ingestion de poussières en hiver, mg/kg-pc par jour
$Dose_{18}$ Dose de la mère par ingestion d'eau potable, mg/kg-pc par jour
$Dose_{19}$ Dose de la mère par ingestion de fruits, mg/kg-pc par jour
$Dose_{20}$ Dose de la mère par ingestion de légumes, mg/kg-pc par jour
$Dose_{21}$ Dose de la mère par ingestion de viandes, mg/kg-pc par jour
$Dose_{22}$ Dose de la mère par ingestion de poisson, mg/kg-pc par jour
$Dose_{23}$ Dose de la mère par ingestion d'aliments commerciaux (soit 50% des apports mentionnés à l'Annexe I)[1], 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 :

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

Où :

$Dose_{cut\_éq.oral\_i}$ 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 :

$$Dose_{inh\_éq.oral} = Dose_{tot\_inh}\ x\ \frac{f_{abs\_inh}}{f_{abs\_GI}}$$

Où :

$Dose_{inh\_éq.oral}$	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[1] (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 (µg/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[2] 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.qc.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 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.

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.

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

1. MODÉLISATIONS DES CONCENTRATIONS MULTIMÉDIAS 1

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 Parties végétatives et reproductrices 3
1.4.3.2 Racines 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

2. PROPRIÉTÉS DES SUBSTANCES D'INTÉRÊT 11

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

3. PROPRIÉTÉS DES ESPÈCES DE MAMMIFÈRES ET D'OISEAUX INCLUSES AU MODÈLE CONCEPTUEL 14

4. CONCENTRATIONS ESTIMÉES OU MODÉLISÉES DANS LES MÉDIAS ENVIRONNEMENTAUX 15

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

5. RÉFÉRENCES 17

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU F-1 Propriétés des métaux utilisées pour modéliser des concentrations multimédias 23

TABLEAU F-2 Caractéristiques des plantes utilisées pour modéliser les concentrations découlant du dépôt atmosphérique 25

TABLEAU F-3 Propriété des espèces de mammifères et d'oiseaux incluses au modèle conceptuel de l'écosystème du gibier 26

TABLEAU F-4 Régimes alimentaires des espèces de mammifères et d'oiseaux incluses au modèle conceptuel de l'écosystème du gibier 27

TABLEAU F-5 Teneurs de fond mesurées ou modélisées dans l'écosystème du gibier 28

TABLEAU F-6 Concentrations additionnelles modélisées dans l'écosystème du gibier 29

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 30

LISTE DES FIGURES

FIGURE F-1 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[1], 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 :

$$C_{ai} = TP \text{ x } C_{air}$$

Où :

C_{ai} : Concentration de la substance (sous forme de particule) dans l'air intérieur, mg/m³
C_{air} : Concentration de la substance (sous forme de particule) dans l'air extérieur, mg/m³ (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.

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

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

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[1])
C_{ai} : Concentration de la substance dans l'air intérieur, mg/m³ (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/m³ (fixé à 70 % de la concentration en PST dans l'air extérieur[2])
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 :

$$C_{poisson} = C_{eau} \, x \, FBA_{poisson}$$

Où

$C_{poisson}$: Concentration de la substance dans les poissons, mg/kg_{frais}
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_{frais} (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[3].
- 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/m³ (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 radiculaire (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[1] (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_{frais}
TH : Taux d'humidité, kg_{eau}/kg_{frais}
C_{rad} : Concentration de la substance provenant de l'absorption radiculaire, mg/kg_{sec}
$C_{dépôt}$: Concentration de la substance due au dépôt atmosphérique, mg/kg_{sec}

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 radiculaire 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 radiculaire sont calculées à l'aide de l'équation suivante :

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

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

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

Où :

$T_{dépôt-sec}$:	Taux de dépôt atmosphérique sec de la substance, $mg/m^2/an$
$T_{dépôt-sec}$:	Taux de dépôt atmosphérique humide de la substance, $mg/m^2/an$
F_w :	Fraction de la substance dans le dépôt humide qui adhère au végétal
Rp :	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^{-1}
t :	Temps moyen d'accumulation des dépôts atmosphériques sur la plante, an
Yp :	Productivité de la plante, $kg\text{-}sec/m^2$ (tableau F-2)

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

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

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

Où :

C_{air} :	Concentration de la substance dans l'air (sous forme particulaire), mg/m^3
V_{dp} :	Vitesse de dépôt des particules, m/s
p :	Précipitations annuelles, m/an
Λ_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 (Λ_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[1]) dans les racines se calculent directement à partir des concentrations dans le sol, à l'aide d'un FBC, selon l'équation suivante :

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

Où :

C_{rac} :	Concentration de la substance dans les racines, mg/kg$_{frais}$
TH :	Taux d'humidité, kg$_{eau}$/kg$_{frais}$
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$_{sec}$ (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 radiculaire) 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 radiculaire 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[1]. 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 ($FBC_{sol\text{-}inv\_terr}$ invariable).

Type I :

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

Type 2 :

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

Où :

C_{inv_terr} :	Concentration de la substance dans les invertébrés terrestres, mg/kg_{frais}
0,17 :	Facteur de conversion masse sèche vers masse fraîche, kg_{sec}/kg_{frais}
B0, B1, B2[2] :	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))
$FBC_{sol\text{-}inv\_terr}$:	Facteur de bioconcentration sol-invertébrés terrestres de la substance (base sèche, kg_{sol}/kg_{sec})

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 $FBC_{sol\text{-}inv\_sol}$ (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[1], 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 :

$$C_{inv\_terr} = C_{vgt} \; x \; FBC_{vgt-inv\_terr}$$

Où :

C_{inv_terr} : Concentration de la substance dans les invertébrés terrestres, mg/kg$_{frais}$
C_{vgt} : Concentration de la substance dans les parties végétatives de la végétation terrestre[2], mg/kg$_{frais}$
$FBC_{vgt\text{-}inv\_terr}$: Facteur de bioconcentration de la substance entre les végétaux et les invertébrés terrestres associés aux végétaux (soit, à défaut de valeurs documentées, 1 kg$_{frais}$/kg$_{frais}$).

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[3], 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 radiculaire 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 ($FBC_{sed\text{-}rac\_vgt\_aq}$) 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 ($FBC_{sed\text{-}vgt}$ et $FBC_{sol\text{-}rep}$ 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^2, 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 :

$$C_{inv\_aq} = C_{eau}\, x\, FBC_{eau-inv\_aq}$$

Invertébrés aquatiques benthiques :

$$C_{inv\_ben} = C_{sed}\, x\, FBC_{sed-inv\_ben}$$

Où

C_{inv_aq} : Concentration de la substance dans les invertébrés aquatiques, mg/kg_{frais}
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_{frais}
et
C_{inv_ben} : Concentration de la substance dans les invertébrés benthiques, mg/kg_{frais}
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_{frais}

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^{MC} (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[1]. 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 ($kg_{sol}/kg_{aliments\ secs}$). 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[2].

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[MC] (Sanexen, 2002b) :

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

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

Où

C_{chair} : Concentration de la substance dans la chair d'une espèce (en mg/kg$_{frais}$);
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$_{frais}$/kg$_{frais}$, tableau F-4)
$T_{ing-alim}$: Taux d'ingestion de nourriture de l'espèce considérée (en kg$_{frais}$/j, tableau F-3);
$C_{alim\ i}$: Concentration de la substance dans l'élément i du régime alimentaire (en mg/kg$_{frais}$);
$T_{ing-eau}$: 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$_{sol\ sec}$/j, tableaux F-3);
C_{sol} : Concentration de la substance dans le sol de surface ou dans les sédiments (en mg/kg$_{sol\ sec}$);
T_{inh} Taux d'inhalation de l'espèce considérée (en m^3/j, tableau F-3);
C_{Air} : Concentration de la substance dans l'air ambiant (en mg/m^3; 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$_{frais}$);
$FBT_{reference}$: Facteur de biotransfert de la substance pour l'espèce de référence (en j/kg$_{frais}$, tableau F-1);
$M_{espèce}$ Masse de l'espèce considérée (en kg$_{frais}$, tableaux F-3);
$M_{référence}$ Masse de l'espèce de référence (soit 1,75 kg$_{frais}$ 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^{MC} (Sanexen, 2002b). Celles-ci ont été documentées à partir de la littérature scientifique.

2.1 Facteur de bioaccumulation par le poisson

Le seul $FBA_{poisson}$ requis dans le cadre de la présente étude concerne le Be[1]. La valeur retenue (100 L/kg_{frais}) 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 ($FBC_{sol\text{-}vgt}$, $FBC_{sol\text{-}rep}$, $FBC_{sol\text{-}rac}$) retenus dans la présente étude ont été déterminés comme suit :

- Pour 3 métaux (As, Cd, Pb)[2], 50e centiles des valeurs rapportés par Bonnard*, et coll.* (2017) pour les légumes-feuilles ($FBC_{sol\text{-}vgt}$) et pour légumes-fruits et les fruits ($FBC_{sol\text{-}rep}$). Le $FBC_{sol\text{-}rac}$ a quant à lui été estimé à partir de la moyenne des 50e 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)[3] (Denys*, et coll.*, 2012). Malgré une certaine variabilité[4], 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 50e centile des FBC rapportés dans la BAPPET pour des concentrations dans les sols similaires aux teneurs de fond documentées dans la zone d'étude[5]. 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 radiculaire 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 (50e 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 $FBC_{sol\text{-}inv\_sol}$ 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[1]. 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[2].

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 $FBC_{sol\text{-}inv\text{-}terr}$ 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[3] de l'U.S. EPA (1999) a été retenue.

2.4 Facteurs de bioconcentration sédiments-racines

Pour tous les métaux à l'étude, des $FBC_{sed\text{-}rac\_vgt\_aq}$ 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 $FBC_{sed\text{-}rac\_vgt\_aq}$ moyen[4] 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 $FBC_{sed\text{-}rac\_vgt\_aq}$ obtenus dans les différentes études a été retenu pour la présente étude.

Les concentrations rapportées dans les racines des végétaux étant fournies en base sèche (mg/kg_{sec}), les $FBC_{sed\text{-}rac\_vgt\_aq}$ calculés sont également présentés en base sèche (kg/kg_{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 prédira 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 $FBC_{eau\text{-}inv\_aq}$ retenus pour le Be et le Pb sont basés sur des données expérimentales, et ont été proposées par l'U.S. EPA (1999);
- Le $FBC_{sed\text{-}inv\text{-}ben}$ retenu pour le Be est basé sur des données expérimentales, et a été rapporté par Stantec (2009)[1].

  Pour le Pb, la valeur retenue a été estimée à partir de la droite de régression développée[2] par l'ORNL (1998). Cette droite de régression permet d'estimer les concentrations dans les invertébrés benthiques sur une base sèche (mg/kg_{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 kg_{eau}/kg_{frais} (Sanexen, 2002a). L'équation utilisée est la suivante :

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

Où :

$FBC_{sed\text{-}inv\text{-}ben}$:	Facteur de bioconcentration sédiments-invertébrés benthiques (kg/kg_{frais})
0,17 :	Facteur de conversion masse sèche vers masse fraîche (kg_{sec}/kg_{frais})
C_{sed} :	Concentration en Pb dans les sédiments (mg/kg_{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'OEHHA (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 dépuration 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)[1]. Pour le fuligule à collier, en l'absence d'une telle fiche, le document préparé par le CEAEQ (2005)[2] 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[3] 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[4] pour des spécimens collectés au Wyoming (États-Unis). Cependant, l'information disponible suggère que l'orignal s'alimente durant l'été[5] de végétaux aquatiques dont une certaine proportion correspond à des tubercules. Dans ces conditions, il a été considéré que cet organisme ingérait 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 ($kg_{sol\ /sed}/kg_{aliments\_secs}$).
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[1], 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[2] des concentrations rapportées par Proulx (2014) (pour As, Ba, Cd, Cu et Ni)[3]. Cette publication présente des concentrations moyennes mesurées dans les larves de diverses espèces de *chironomus*, prélevées dans 7 lacs de la zone d'étude[4]. 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[5].

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 situées 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[1] 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)[2]. 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)[3], 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 x 10^{-3} µg/m³, Ba : 5 x 10^{-2} µg/m³, Cd : 3,6 x 10^{-3} µg/m³ et Pb : 1 x 10^{-1} µg/m³.
3 Norme sur 24 heures : Cu : 2,5 µg/m³ et Ni : 1,4 x 10^{-2} µg/m³.

5. RÉFÉRENCES

Baes III, C. F., Sharp, R. D., Sjoreen, 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.

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.

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/crnr/combinedsmall.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/eccc/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., Efroymson, 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.

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.

Staven, L. H., Rhoads, K., Napier, B. A. et Strenge, 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., Efroymson, 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?Dockey=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/recordisplay.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 - Qualite des eaux de surface et des sediments, décembre 2017. Projet No : 151-11330-09. Rapport de WSP pour Ressources Falco Ltée.

TABLEAUX

TABLEAU F-1

Propriétés des métaux utilisées pour modéliser des concentrations multimédias

Voie de transfert	Paramètre (Référence)[a]	Unité	Arsenic	Baryum	Béryllium	Cadmium	Cuivre	Nickel	Plomb
sol/sédiment->végétaux (parties végétatives)	$FBC_{sol-vgt}$	kg/kg_{sec}	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)	$FBC_{sol-rep}$	kg/kg_{sec}	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)[b]	$FBC_{sol-rac}$	kg/kg_{sec}	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	-[b]	0,841
sol->invertébrés terrestres	B2	-	-			-0,237	-	-	-0,975
sol->invertébrés terrestres	$FBC_{sol-inv-terr}$	kg/kg_{sec}	-	1,2	1,3	-	-	-	-
	(Référence)		4	5	6	4	4	4	4
végétaux->invertébrés terrestres	$FBC_{vgt\_inv\_terr}$	kg_{frais}/kg_{frais}	1	1	1	1	1	1	1
sédiment->végétaux aquatiques (racines)	$FBC_{sed-rac\_vgt\_aq}$	kg/kg_{sec}	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	$FBC_{eau-inv\_aq}$	L/kg_{frais}	-	-	45	-	-	-	5059
	(Référence)		-	-	6	-	-	-	6
sédiment->invertébrés benthiques	$FBC_{sed-inv\_ben}$	kg/kg_{frais}	-	-	0,13	-	-	-	0,015
	(Référence)		-	-	8	-	-	-	9
eau->poisson	$FBA_{poisson}$	L/kg_{frais}	-	-	100	-	-	-	-
	(Référence)		-	-	2	-	-	-	-
nourriture/eau/sol/sédiments->viande (mammifère de référence)	FBT_{boeuf}	j/kg_{frais}	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_{poulet}	j/kg_{frais}	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 : OEHHA (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.

$FBC_{sol-vgt}$ Facteur de bioconcentration sol-végétaux (parties végétatives)

$FBC_{sol-rep}$ Facteur de bioconcentration sol-végétaux (parties reproductrices)

$FBC_{sol-rac}$ Facteur de bioconcentration sol-végétaux (racines)

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

$FBC_{sol-inv\_terr}$ Facteur de bioconcentration sol-invertébrés terrestres

$FBC_{vgt\text{-}inv\_terr}$	Facteur de bioconcentration végétaux-invertébrés terrestres (par défaut, 1)
$FBC_{sed\text{-}rac\_vgt\_aq}$	Facteur de bioconcentration sédiments-racines des végétaux aquatiques documentés à partir de la littérature scientifique (voir section 2.3)
$FBC_{eau\text{-}inv\_aq}$	Facteur de bioconcentration eau-invertébrés aquatiques
$FBC_{sed\text{-}inv\_ben}$	Facteur de bioconcentration sédiments-invertébrés benthiques
$FBA_{poisson}$	Facteur de bioaccumulation par le poisson
FBT_{boeuf}	Facteur de biotransfert pour le bœuf
FBT_{poulet}	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[a]	**Productivité de la plante (Y_p) (kg/m²)**	**Fraction d'interception (Rp) (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[a]	Taux d'ingestion				Taux d'inhalation (m^3/j)
			Aliments (kg_{frais}/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[b]	4,1[b]	0,04[b]	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)[1]. 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. 50% rep.	25% veg. 30% rep.	-
	Hiver	5% veg. 5% rep.	NR	25% veg. 25% rep.	NR
Végétation arborescente	Été	20% veg.	5% veg.	-	-
	Hiver	45% veg. 45% rep.	NR	25% veg. 25% rep.	NR
Végétation aquatique	Été	5% rac. 35% veg.	-	-	4% veg. 44% rep. 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/épines, les branches et les tiges.

rac. Racines
rep. Partie reproductrice des végétaux
vég. 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 ambiant (mg/m^3)	Sol de surface (mg/kg)	Sédiments (mg/kg)	Eau de surface (mg/L)	Végétation terrestre (mg/kg_{frais})							Végétation aquatique (mg/kg_{frais})			Invertébrés (mg/kg_{frais})			Poisson (mg/kg_{frais})	Orignal[b] (mg/kg_{frais})	Ours noir[b] (mg/kg_{frais})	Gélinotte huppée[b] (mg/kg_{frais})	Fuligule à collier[b] (mg/kg_{frais})
					Racines	Herbacée		Arbustive		Arborescente		Racines	Feuilles et tiges	Fruits et graines	Terrestres[a]	Aquatiques	Benthiques					
						Feuilles et tiges	Fruits et graines	Feuilles et tiges	Fruits et graines	Feuilles et tiges	Fruits et graines											
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 ambiant (mg/m^3)	Sol de surface (mg/kg)	Sédiments (mg/kg)	Eau de surface (mg/L)	Végétation terrestre (mg/kg_{frais})									Végétation aquatique (mg/kg_{frais})			Invertébrés (mg/kg_{frais})			Poisson (mg/kg_{frais})	Orignal[b] (mg/kg_{frais})	Ours noir[b] (mg/kg_{frais})	Gélinotte huppée[b] (mg/kg_{frais})	Fuligule à collier[b] (mg/kg_{frais})
					Herbacée			Arbustive			Arborescente													
					Racines	Feuilles et tiges	Fruits et graines	Racines	Feuilles et tiges	Fruits et graines	Racines	Feuilles et tiges	Fruits et graines	Racines	Feuilles et tiges	Fruits et graines	Terrestres[a]	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 annuelle air ambiant (mg/m^3)	Végétation terrestre (mg/kg_{frais})							Végétation aquatique (mg/kg_{frais})			Orignal[b] (mg/kg_{frais})	Ours noir[b] (mg/kg_{frais})	Gélinotte huppée[b] (mg/kg_{frais})	Fuligule à collier[b] (mg/kg_{frais})
		Racines[a]	Herbacée		Arbustive		Arborescente		Racines[a]	Feuilles et tiges	Fruits et graines				
			Feuilles et tiges	Fruits et graines	Feuilles et tiges	Fruits et graines	Feuilles et tiges	Fruits 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

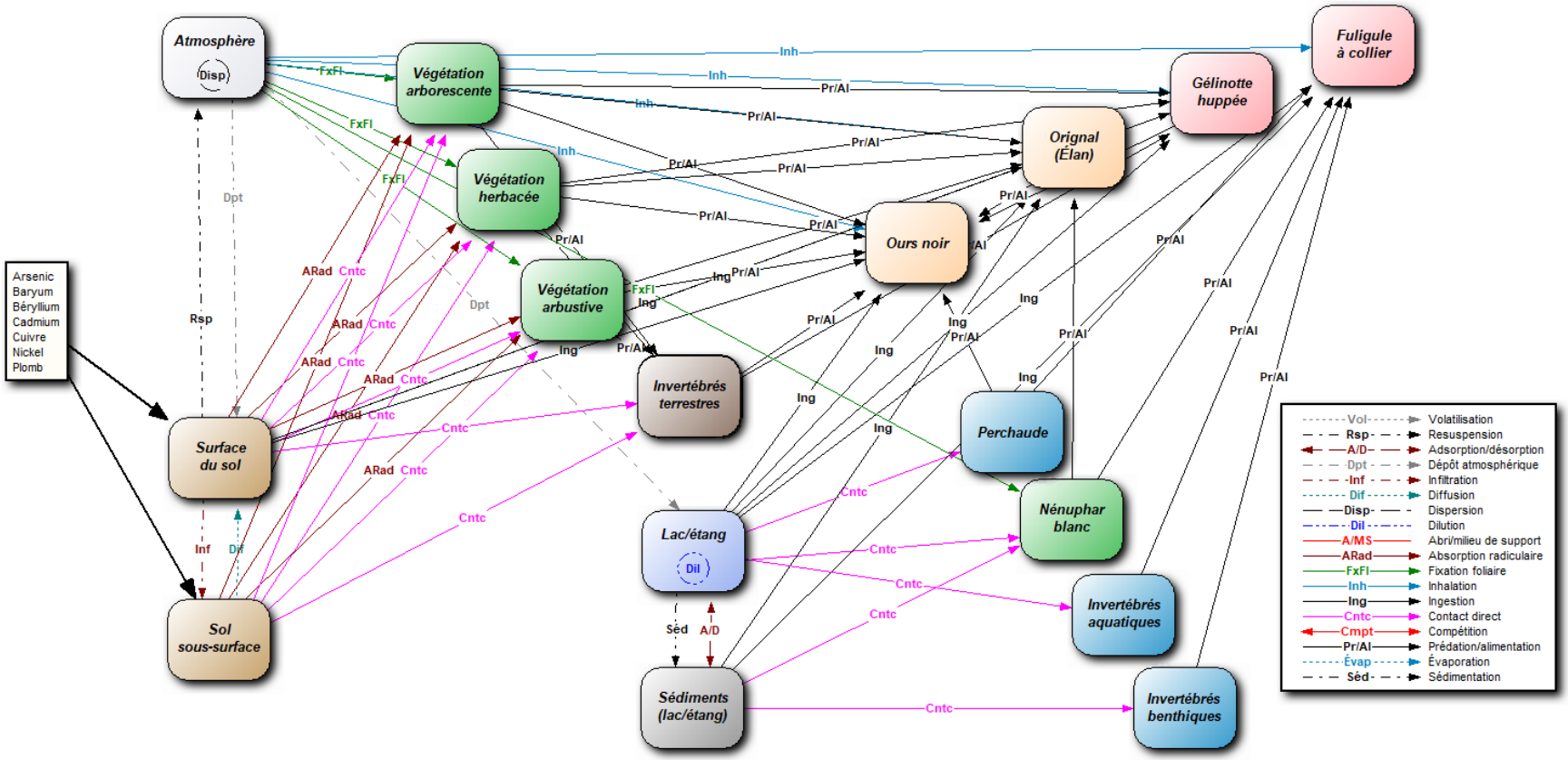


FIGURE F-1 Modèle conceptuel de l'écosystème modélisé

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^3) 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	3,0E-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	6,7E-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-06	1,1E-05	4,3E-05	1,2E-05	1,1E-05	1,2E-05	2,4E-05	3,3E-05	2,3E-05	2,7E-03	7,0E-05	2E-05
Nickel	PST	1 an	1,4E-06	1,2E-06	4,1E-07	1,4E-07	1,9E-07	1,7E-07	3,4E-07	3,7E-07	3,8E-07	2,8E-07	2,1E-07	1,6E-07	1,2E-07	1,4E-07	6,6E-07	3,7E-07	2,5E-07	1,1E-07	1,4E-07	6,1E-07	2,0E-07	1,4E-07	1,3E-07	2,7E-07	6,2E-07	4,1E-07	1,6E-05	1,6E-06	2E-07
Plomb	PST	1 an	2,8E-06	3,1E-06	8,6E-07	6,3E-07	4,2E-07	3,9E-07	9,3E-07	9,9E-07	9,9E-07	1,0E-06	8,9E-07	6,8E-07	5,4E-07	4,6E-07	1,8E-06	1,0E-06	1,5E-06	3,8E-07	5,3E-07	2,0E-06	5,9E-07	4,7E-07	5,9E-07	1,2E-06	1,5E-06	1,1E-06	1,5E-04	3,1E-06	9E-07
Arsenic	PM10	14 jours	4,9E-06	5,5E-06	2,3E-06	1,1E-06	1,0E-06	9,7E-07	1,7E-06	1,9E-06	2,6E-06	1,5E-06	1,7E-06	1,2E-06	1,1E-06	9,8E-07	2,6E-06	2,0E-06	2,2E-06	6,0E-07	8,4E-07	3,0E-06	1,0E-06	9,7E-07	1,1E-06	2,2E-06	2,3E-06	2,8E-06	2,4E-04	4,7E-06	ND
Baryum	PM10	14 jours	2,9E-06	2,7E-06	1,2E-06	5,0E-07	5,7E-07	5,4E-07	1,0E-06	1,1E-06	1,2E-06	7,6E-07	6,8E-07	5,1E-07	4,7E-07	5,5E-07	1,5E-06	1,2E-06	8,5E-07	3,6E-07	4,2E-07	1,4E-06	6,3E-07	5,3E-07	4,8E-07	8,7E-07	1,6E-06	1,3E-06	8,3E-05	2,9E-06	ND
Béryllium	PM10	14 jours	4,9E-08	4,4E-08	1,6E-08	5,8E-09	8,4E-09	7,4E-09	1,4E-08	1,5E-08	1,4E-08	1,1E-08	8,3E-09	6,4E-09	5,0E-09	7,2E-09	2,4E-08	1,7E-08	1,0E-08	4,9E-09	5,8E-09	2,2E-08	8,9E-09	7,0E-09	5,4E-09	1,1E-08	2,4E-08	1,4E-08	5,2E-07	5,0E-08	ND
Cadmium	PM10	14 jours	1,8E-06	2,0E-06	8,5E-07	4,2E-07	3,7E-07	3,5E-07	6,2E-07	6,6E-07	9,4E-07	5,5E-07	6,3E-07	4,5E-07	3,9E-07	3,5E-07	9,5E-07	7,2E-07	8,2E-07	2,2E-07	3,1E-07	1,1E-06	3,6E-07	3,5E-07	3,9E-07	8,2E-07	8,1E-07	1,0E-06	8,8E-05	1,7E-06	ND
Cuivre	PM10	14 jours	1,8E-04	1,9E-04	1,3E-04	4,4E-05	9,1E-05	9,6E-05	8,1E-05	8,6E-05	9,8E-05	8,0E-05	6,9E-05	5,8E-05	3,6E-05	5,5E-05	1,2E-04	1,2E-04	7,4E-05	2,7E-05	5,1E-05	1,1E-04	4,1E-05	4,3E-05	3,8E-05	7,9E-05	9,1E-05	9,4E-05	7,7E-03	1,9E-04	ND
Nickel	PM10	14 jours	2,8E-06	2,5E-06	8,8E-07	3,0E-07	4,7E-07	4,1E-07	7,4E-07	8,1E-07	7,5E-07	6,2E-07	4,3E-07	3,3E-07	2,6E-07	3,8E-07	1,3E-06	9,4E-07	5,4E-07	2,6E-07	3,2E-07	1,3E-06	4,8E-07	3,8E-07	2,8E-07	5,5E-07	1,3E-06	7,9E-07	1,9E-05	2,8E-06	ND
Plomb	PM10	14 jours	8,8E-06	1,0E-05	4,2E-06	2,0E-06	1,9E-06	1,7E-06	3,1E-06	3,3E-06	4,6E-06	2,7E-06	3,1E-06	2,2E-06	1,9E-06	1,7E-06	4,6E-06	3,6E-06	4,0E-06	1,1E-06	1,5E-06	5,5E-06	1,8E-06	1,7E-06	1,9E-06	4,0E-06	4,1E-06	5,0E-06	4,3E-04	8,4E-06	ND

Exploitation à long terme - Variante C

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	3,5E-05	3,2E-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	2,5E-03	2,3E-04	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	4,9E-05	1,5E-06	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	1,0E-03	4,5E-05	ND
Baryum	PM10	8 heures	2,4E-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	1,2E-05	1,1E-05	4,3E-04	8,4E-06	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	3,2E-03	1,8E-04	ND
Plomb	PM10	8 heures	1,1E-04	7,1E-05	2,1E-05	1,8E-05	1,5E-05	1,4E-05	3,1E-05	3,1E-05	3,2E-05	5,1E-05	3,7E-05	2,6E-05	1,4E-05	2,6E-05	4,9E-05	4,3E-05	2,4E-05	1,9E-05	3,5E-05	6,4E-05	3,1E-05	1,7E-05	1,5E-05	4,2E-05	4,2E-05	3,3E-05	1,5E-04	3,1E-06	ND
Arsenic	PM10	24 heures	1,9E-05	1,5E-05	6,3E-06	3,8E-06	3,8E-06	3,4E-06	7,2E-06	7,5E-06	6,9E-06	9,6E-06	7,1E-06	5,0E-06	2,8E-06	5,0E-06	1,0E-05	7,6E-06	4,6E-06	4,1E-06	6,5E-06	1,2E-05	5,2E-06	4,5E-06	3,7E-06	8,0E-06	7,6E-06	6,8E-06	3,0E-05	6,0E-07	ND
Baryum	PM10	24 heures	1,2E-05	1,1E-05	6,2E-06	2,0E-06	3,5E-06	3,1E-06	5,0E-06	5,2E-06	5,0E-06	4,1E-06	3,1E-06	2,2E-06	1,4E-06	2,8E-06	7,3E-06	5,0E-06	2,7E-06	2,3E-06	2,5E-06	7,1E-06	2,8E-06	2,3E-06	1,8E-06	3,5E-06	6,6E-06	4,3E-06	7,9E-02	3,2E-02	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	7,5E-08	1,7E-03	5,8E-05	ND
Cadmium	PM10	24 heures	7,0E-06	5,4E-06	2,1E-06	1,4E-06	1,3E-06	1,1E-06	2,5E-06	2,6E-06	2,4E-06	3,5E-06	2,6E-06	1,8E-06	1,0E-06	1,8E-06	3,5E-06	2,7E-06	1,6E-06	1,5E-06	2,4E-06	4,4E-06	1,9E-06	1,6E-06	1,4E-06	2,9E-06	2,8E-06	2,4E-06	3,3E-02	2,0E-03	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	9,3E-05	7,0E-04	5,6E-04	1,5E-03	1,6E-04	1,6E-04	4,5E-04	7,0E-04	2,7E-04	3,2E-04	2,6E-04	4,1E-04	3,8E-04	3,2E-04	7,7E-03	1,9E-04	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	2,7E-03	7,0E-05	ND
Plomb	PM10	24 heures	3,4E-05	2,7E-05	1,1E-05	6,8E-06	6,6E-06	5,9E-06	1,3E-05	1,3E-05	1,2E-05	1,7E-05	1,3E-05	9,0E-06	5,0E-06	9,0E-06	1,8E-05	1,4E-05	8,2E-06	7,4E-06	1,2E-05	2,2E-05	9,4E-06	8,0E-06	6,7E-06	1,4E-05	1,4E-05	1,2E-05	1,3E-04	1,0E-04	ND
Arsenic	PM10	1 an	1,2E-06	9,3E-07	2,7E-07	2,0E-07	1,5E-07	1,4E-07	3,5E-07	3,7E-07	3,3E-07	4,0E-07	2,8E-07	2,2E-07	1,8E-07	2,0E-07	6,5E-07	4,3E-07	3,7E-07	1,6E-07	2,1E-07	7,0E-07	2,5E-07	2,0E-07	2,0E-07	3,6E-07	5,9E-07	3,5E-07	1,7E-05	1,2E-06	ND
Baryum	PM10	1 an	8,9E-07	6,7E-07	2,6E-07	1,3E-07	1,3E-07	1,2E-07	2,6E-07	2,8E-07	2,7E-07	2,5E-07	1,8E-07	1,4E-07	1,1E-07	1,3E-07	4,8E-07	3,0E-07	2,2E-07	1,0E-07	1,3E-07	4,8E-07	1,7E-07	1,3E-07	1,2E-07	2,3E-07	4,5E-07	2,9E-07	8,6E-06	9,7E-07	ND
Béryllium	PM10	1 an	1,4E-08	1,2E-08	4,7E-09	1,8E-09	2,2E-09	2,0E-09	4,1E-09	4,5E-09	4,5E-09	3,5E-09	2,6E-09	2,0E-09	1,5E-09	1,8E-09	7,5E-09	4,5E-09	2,9E-09	1,5E-09	1,8E-09	7,1E-09	2,4E-09	1,8E-09	1,7E-09	3,3E-09	7,1E-09	4,9E-09	1,3E-07	1,6E-08	ND
Cadmium	PM10	1 an	4,0E-07	3,3E-07	9,1E-08	7,2E-08	5,2E-08	4,8E-08	1,2E-07	1,3E-07	1,1E-07	1,4E-07	9,9E-08	7,8E-08	6,3E-08	6,9E-08	2,3E-07	1,5E-07	1,3E-07	5,7E-08	7,5E-08	2,5E-07	9,0E-08	7,1E-08	7,0E-08	1,3E-07	2,0E-07	1,2E-07	6,4E-06	4,2E-07	ND
Cuivre	PM10	1 an	4,7E-05	3,9E-05	1,5E-05	8,6E-06	8,3E-06	8,0E-06	1,4E-05	1,5E-05	1,4E-05	1,6E-05	1,2E-05	9,4E-06	6,7E-06	7,5E-06	2,6E-05	1,7E-05	1,4E-05	6,2E-06	8,7E-06	2,9E-05	9,7E-06	8,5E-06	7,9E-06	1,5E-05	2,3E-05	1,4E-05	6,4E-04	5,0E-05	ND
Nickel	PM10	1 an	7,9E-07	6,6E-07	2,7E-07	9,7E-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	8,2E-08	9,7E-08	4,2E-07	2,5E-07	1,6E-07	7,9E-08	9,8E-08	3,9E-07	1,3E-07	9,9E-08	8,9E-08	1,8E-07	3,9E-07	2,7E-07	7,3E-06	8,8E-07	ND
Plomb	PM10	1 an	2,1E-06	1,7E-06	4,8E-07	3,6E-07	2,7E-07	2,5E-07	6,2E-07	6,6E-07	5,9E-07	7,1E-07	5,0E-07	3,9E-07	3,1E-07	3,5E-07	1,2E-06	7,6E-07	6,6E-07	2,9E-07	3,8E-07	1,2E-06	4,5E-07	3,6E-07	3,5E-07	6,3E-07	1,0E-06	6,2E-07	3,1E-05	2,2E-06	ND

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	1,3E-06	4,7E-07	3,8E-07	2,7E-07	5,4E-07	1,3E-06	7,9E-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
Bérylium	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	3,3E-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	2,6E-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	2,8E-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
Bérylium	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	5,3E-04	6,1E-04	2,7E-04	2,4E-04	4,2E-04	4,4E-04	4,4E-04	8,9E-04	8,4E-04	6,5E-04	4,5E-04	4,4E-04	1,2E-03	7,3E-04	1,1E-03	4,6E-04	5,8E-04	1,3E-03	5,1E-04	3,8E-04	6,5E-04	1,1E-03	9,9E-04	4,7E-04	8,8E-03	2,1E-03	ND
Nickel	PM10	14 jours	4,0E-06	3,4E-06	9,9E-07	7,0E-07	5,8E-07	5,2E-07	8,7E-07	9,5E-07	8,4E-07	1,2E-06	9,8E-07	7,5E-07	5,6E-07	7,0E-07	2,2E-06	1,4E-06	1,2E-06	6,4E-07	7,1E-07	2,0E-06	8,8E-07	6,2E-07	7,2E-07	1,3E-06	2,1E-06	8,6E-07	2,0E-05	4,3E-06	ND
Plomb	PM10	14 jours	1,1E-04	1,3E-04	3,0E-05	3,4E-05	1,5E-05	1,3E-05	2,3E-05	2,5E-05	2,5E-05	4,8E-05	4,7E-05	3,7E-05	2,5E-05	2,4E-05	6,4E-05	4,1E-05	6,1E-05	2,6E-05	3,1E-05	7,3E-05	2,8E-05	2,1E-05	3,7E-05	6,2E-05	5,5E-05	2,6E-05	4,9E-04	1,2E-04	ND

ND: Non déterminé (inoformation non pertinente pour la présente étude)

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^3) retenues pour estimer les teneurs de fond en métaux dans l'air ambiant de la zone d'étu

Échantillonage sur des périodes de 24 heures; métaux mesurés sous forme de PST

No Station[a]	Etiquette	Date	Concentration	No Station[a]	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[a]	Etiquette	Date	Concentration	No Station[a]	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[a]	Etiquette	Date	Concentration	No Station[a]	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[a]	Etiquette	Date	Concentration	No Station[a]	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[a]	Etiquette	Date	Concentration	No Station[a]	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[a]	Etiquette	Date	Concentration	No Station[a]	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[a]	Etiquette	Date	Concentration	No Station[a]	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 (UTM Z17N)	Y (UTM Z17N)	Profondeur minimale (m)	Profondeur maximale (m)	Élévation (m)	Distance du 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/pub00822_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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	tableau 25	ES-3	Ruisseau ES-3	Inclus	CMH5	10/23/2017	645465	5348718	3.0	2.2E-03	4.8E-03	<0,00001	2.9E-04	1.1E-02	5.8E-04	2.1E-03
WSP (2017)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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	1.4E-02	6.8E-04	1.7E-03
WSP (2017)[a]	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)[a]	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)[b]	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)[b]	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)[b]	tableau 4-4	Osisko 1	Lac Osisko	Inclus	CMH5	3/30/2011	647197	5345046	1.3	1.60E-03	3.00E-02	<0,0002	<0,0003	1.80E-02	2.00E-03	<0,004
Proulx (2015)[b]	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)[b]	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)[b]	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)[b]	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)[b]	tableau 4-4	Osisko 2	Lac Osisko	Inclus	CMH5	3/30/2011	649126	5345138	2.2	1.40E-03	3.20E-02	<0,0002	<0,0003	2.80E-02	2.00E-03	<0,004
Proulx (2015)[b]	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)[b]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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)[a]	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 - Qualite des eaux de surface et des sediments, décembre 2017. Projet No : 151-11330-09. Rapport de WSP pour Ressources Falco Ltée.

Tableau H-4 Concentrations (en mg/kg$_{frais}$) 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 - Qualite des eaux de surface et des sediments, 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_{sec})	Sédiments (mg/kg)	Eau (mg/L)	Chironomus (mg/kg_{sec})	Sédiments (mg/kg)	Eau (mg/L)	Chironomus (mg/kg_{sec})	Sédiments (mg/kg)	Eau (mg/L)	Chironomus (mg/kg_{sec})	Sédiments (mg/kg)	Eau (mg/L)	Chironomus (mg/kg_{sec})	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

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[c]; Autres tranches d'âge : doses calculées à partir de celle obtenue pour les adultes[b]	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)[c]	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)[c]	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)[c]	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)[c]	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)[c]	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)[c]	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.

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, Subcommitees 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.

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.

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.

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.

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.

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	0.0E+00	2.0E-11	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.5E-10	8.5E-11	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.7E-11	6.0E-12	1.6E-10	1.8E-10
Baryum	2.1E-10	2.9E-10	4.3E-09	6.2E-09	0.0E+00	9.3E-12	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	3.8E-11	2.2E-11	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.0E-11	4.6E-12	1.2E-10	1.4E-10
Béryllium	3.7E-12	5.3E-12	7.8E-11	1.1E-10	0.0E+00	2.4E-12	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	6.9E-13	4.0E-13	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	3.3E-13	7.3E-14	2.0E-12	2.2E-12
Cadmium	6.6E-11	9.4E-11	1.4E-09	2.0E-09	0.0E+00	4.4E-11	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.2E-12	7.0E-13	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	9.3E-12	2.1E-12	5.7E-11	6.2E-11
Cuivre	8.2E-09	1.2E-08	1.7E-07	2.5E-07	0.0E+00	1.9E-08	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.5E-09	8.7E-10	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.1E-09	2.4E-10	6.6E-09	7.1E-09
Nickel	2.1E-10	3.1E-10	4.4E-09	6.4E-09	0.0E+00	1.9E-10	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.6E-10	9.1E-11	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.8E-11	4.1E-12	1.1E-10	1.2E-10
Plomb	3.5E-10	5.0E-10	7.3E-09	1.1E-08	0.0E+00	1.9E-10	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	6.5E-11	3.7E-11	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	4.7E-11	1.1E-11	2.9E-10	3.2E-10
Femmes adultes																							
Arsenic	2.2E-10	3.1E-10	4.5E-09	6.7E-09	0.0E+00	8.8E-11	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.5E-10	8.7E-11	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.6E-11	5.9E-12	1.6E-10	1.7E-10
Baryum	2.2E-10	3.2E-10	4.6E-09	6.7E-09	0.0E+00	1.0E-11	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	3.9E-11	2.2E-11	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.0E-11	4.5E-12	1.2E-10	1.3E-10
Béryllium	4.0E-12	5.8E-12	8.4E-11	1.2E-10	0.0E+00	2.6E-12	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	7.1E-13	4.1E-13	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	3.2E-13	7.1E-14	2.0E-12	2.1E-12
Cadmium	7.1E-11	1.0E-10	1.5E-09	2.2E-09	0.0E+00	4.8E-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	7.2E-13	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	9.1E-12	2.0E-12	5.6E-11	6.1E-11
Cuivre	8.9E-09	1.3E-08	1.8E-07	2.7E-07	0.0E+00	2.1E-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	8.9E-10	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.1E-09	2.3E-10	6.4E-09	7.0E-09
Nickel	2.3E-10	3.3E-10	4.8E-09	6.9E-09	0.0E+00	2.0E-10	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.6E-10	9.3E-11	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.8E-11	4.0E-12	1.1E-10	1.2E-10
Plomb	3.8E-10	5.4E-10	7.9E-09	1.2E-08	0.0E+00	2.1E-10	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	6.7E-11	3.8E-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

*Variante C
NA: non applicable

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 +																							
Arsenic	3.4E-05	4.8E-05	1.9E-04	2.5E-04	1.6E-05	2.2E-05	8.4E-06	0.0E+00	2.6E-05	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.5E-05	1.4E-05	1.1E-05	0.0E+00	3.5E-08	4.1E-08	4.8E-06	1.1E-06	3.0E-05	3.2E-05
Baryum	5.5E-05	7.6E-05	1.7E-03	6.0E-03	2.7E-06	4.6E-05	2.2E-05	0.0E+00	1.6E-04	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.0E-05	5.7E-06	7.2E-06	0.0E+00	1.8E-07	2.7E-07	7.8E-06	1.7E-06	4.7E-05	5.2E-05
Béryllium	3.7E-08	4.7E-08	9.5E-07	2.4E-06	3.4E-07	4.3E-06	6.7E-08	0.0E+00	1.3E-07	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	6.8E-09	3.5E-09	2.2E-08	0.0E+00	1.1E-10	2.1E-10	4.8E-09	1.1E-09	2.9E-08	3.2E-08
Cadmium	2.4E-06	3.2E-06	2.8E-04	1.7E-03	2.7E-06	3.9E-04	2.4E-06	0.0E+00	7.2E-06	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	4.5E-08	2.4E-08	7.8E-08	0.0E+00	3.3E-09	1.2E-08	3.3E-07	7.3E-08	2.0E-06	2.2E-06
Cuivre	3.9E-04	5.2E-04	1.2E-02	1.5E-02	7.2E-05	1.4E-02	4.7E-04	0.0E+00	7.0E-03	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	7.3E-05	3.9E-05	1.5E-04	0.0E+00	2.1E-07	1.1E-05	5.3E-05	1.2E-05	3.2E-04	3.5E-04
Nickel	2.8E-06	3.7E-06	3.3E-04	4.3E-04	3.5E-06	1.8E-04	3.9E-06	0.0E+00	2.0E-05	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.1E-06	1.1E-06	5.1E-06	0.0E+00	1.4E-09	3.2E-09	3.8E-07	8.4E-08	2.3E-06	2.5E-06
Plomb	3.0E-04	4.2E-04	6.8E-03	8.6E-03	1.9E-06	3.9E-03	8.4E-05	0.0E+00	2.6E-05	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.5E-05	3.1E-05	2.7E-05	0.0E+00	1.3E-10	1.7E-10	4.2E-05	9.4E-06	2.6E-04	2.8E-04
Femmes adultes																							
Arsenic	3.6E-05	5.1E-05	8.3E-04	1.1E-03	6.9E-05	9.3E-05	9.1E-06	0.0E+00	2.8E-05	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.6E-05	1.4E-05	1.1E-05	0.0E+00	3.6E-08	4.2E-08	4.8E-06	1.1E-06	2.9E-05	3.2E-05
Baryum	5.9E-05	8.2E-05	1.8E-03	6.4E-03	2.9E-06	5.0E-05	2.4E-05	0.0E+00	1.8E-04	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.0E-05	5.8E-06	7.4E-06	0.0E+00	1.9E-07	2.7E-07	7.6E-06	1.7E-06	4.6E-05	5.1E-05
Béryllium	4.0E-08	5.0E-08	1.0E-06	2.6E-06	3.7E-07	4.7E-06	7.2E-08	0.0E+00	1.4E-07	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	7.0E-09	3.5E-09	2.2E-08	0.0E+00	1.2E-10	2.1E-10	4.7E-09	1.0E-09	2.9E-08	3.1E-08
Cadmium	2.6E-06	3.5E-06	3.1E-04	1.8E-03	2.9E-06	4.2E-04	2.6E-06	0.0E+00	7.8E-06	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	4.6E-08	2.4E-08	8.0E-08	0.0E+00	3.3E-09	1.2E-08	3.2E-07	7.2E-08	2.0E-06	2.1E-06
Cuivre	4.2E-04	5.6E-04	1.3E-02	1.6E-02	7.8E-05	1.5E-02	5.0E-04	0.0E+00	7.6E-03	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	7.4E-05	3.9E-05	1.6E-04	0.0E+00	2.1E-07	1.2E-05	5.2E-05	1.2E-05	3.2E-04	3.5E-04
Nickel	3.0E-06	4.0E-06	3.6E-04	4.7E-04	3.8E-06	1.9E-04	4.2E-06	0.0E+00	2.1E-05	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.1E-06	1.1E-06	5.2E-06	0.0E+00	1.5E-09	3.3E-09	3.7E-07	8.2E-08	2.3E-06	2.5E-06
Plomb	3.2E-04	4.5E-04	7.3E-03	9.3E-03	2.0E-06	4.2E-03	9.1E-05	0.0E+00	2.8E-05	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.6E-05	3.2E-05	2.8E-05	0.0E+00	1.3E-10	1.7E-10	4.2E-05	9.3E-06	2.5E-04	2.8E-04

NA: non applicable

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

ANNEXE

COMP-114-6

EXEMPLES DE CALCUL DES TAUX D’ÉMISSION - COMPLÉMENT À L’ÉTUDE SECTORIELLE SUR LA MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE - RÉVISION 2

MÉMORANDUM

À : Hélène Cartier (Ressources Falco Ltée.)

DE : Julien Poirier (WSP)

OBJET : Exemples de calcul des taux d'émission – Complément à l'Étude sectorielle sur la modélisation de la dispersion atmosphérique - Révision 2

DATE : 14 mars 2022

MISE EN CONTEXTE

En complément à l'*Étude sectorielle sur la modélisation de la dispersion atmosphérique - Révision 2* (WSP, 2021), des exemples de calcul des taux d'émission de chaque type de sources sont présentés dans ce présent mémo technique.

Pour chaque exemple de calcul, le titre du tableau présente le type de source dont il s'agit, la description de la source, l'identifiant de la source (entre parenthèses) et sa référence vers le rapport de modélisation (entre crochets). La liste suivante des tableaux est présentée :

Tableau 1 : *Facteurs de conversion*
Tableau 2 : *Source volumique - Activité de chargement/déchargement (ldc07c) [sect. 4.1.2; tab. A-1-2]*
Tableau 3 : *Source volumique - Activité de boutage (doz01) [sect. 4.1.3; tab. A-1-3]*
Tableau 4 : *Source surfacique - Sautage (saut1) [sect. 4.1.4; tab. A-1-4]*
Tableau 5 : *Source volumique - Forage (drill1) [sect. 4.1.5; tab. A-1-5]*
Tableau 6 : *Source volumique - Activité de routage sur route non-pavée (Segment C06_C03) [sect. 4.1.1; tab. 10]*
Tableau 7 : *Source volumique - Gaz d'échappement (véhicule hors route) (Komatsu PC650LC-8) [sect. 4.1.6; tab. 12]*
Tableau 8 : *Source surfacique - Érosion éolienne (aire) [sect. 4.1.8; tab. A-1-13]*
Tableau 9 : *Source ponctuelle - Combustion du gaz naturel (pt11) [sect. 4.2.1; tab. A-2-3]*
Tableau 10 : *Source volumique – Concasseur mobile (CRUSH1) [sect. 4.3.4; tab. A-3-6]*
Tableau 11 : *Source ponctuelle - Dépoussiéreur (pt05) [sect. 4.2.1; tab. A-2-4]*
Tableau 12 : *Source ponctuelle - Ventilation de mine souterraine (vspr, manipulation de matériaux) [sect. 4.2.4; tab. A-2-9]*

RÉFÉRENCES

WSP. 2021. 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. Trois-Rivières, Québec. Rapport produit pour Ressources Falco Ltée.

Tableau 1 : Facteurs de conversion

Description	Unité	Variable	Valeur
Conversion j - h	h/j	Cj-h	24
Conversion h - s	s/h	Ch-s	3600
Conversion km - m	m/km	Ckm-m	1000
Conversion Mg - kg	kg/Mg	CMg-kg	1000
Conversion kg - g	g/kg	Ckg-g	1000
Conversion Mg - short ton	short tons/Mg	CMg-ton	1.10
Conversion ktm - Mg	Mg/ktm	Cktm-Mg	1000
Conversion lb - kg	kg/lb	Clb-kg	0.4536
Conversion $10^6 pi^3$ - m^3	$m^3/10^6 pi^3$	$C10^6 pi^3$-m^3	28316.8

Tableau 2 : Source volumique - Activité de chargement/déchargement (ldc07c) [sect. 4.1.2; tab. A-1-2]

Description	Unité	Variable	Valeur	Références
Intrants				
Tonnage journalier chargé/déchargé	ktm/jour	T	0.935	Description des opérations fournie par Falco. La portion d'argile est estimée à 50% des matériaux excavés, soit 50% x 1.869 ktm/jour = 0.935 ktm/jour.
Nb. d'heures de travail prévu par jour	h/jour	Hj	24	Description des opérations fournie par Falco.
U (vitesse moyenne du vent)	m/s	U	3.38	Vitesse moyenne des vents pour les années modélisées 2012 à 2016 au site étudié.
% d'humidité matière chargée	%	M	10.0	Section 13.2.4 de l'AP-42, tableau 13.2.4-1, pour *Municipal solid waste landfills, clay*.
A - Matières particulaires totales (PMT)				
k	-	k	0.74	AP 42, sect. 13.2.4.3
Facteur d'émission	kg/Mg	E	0.000217	AP 42, sect. 13.2.4.3
Taux d'émission	g/s	TE_{PMT}	**2.35E-03**	E × T × Cktm-Mg × Ckg-g / (Hj × Ch-s)
B - Matières particulaires 10 µm (PM_{10})				
k (< 10 µm)	-	k	0.35	AP 42, sect. 13.2.4.3
Facteur d'émission	kg/Mg	E	0.000103	AP 42, sect. 13.2.4.3
Taux d'émission	g/s	TE_{PM10}	**1.11E-03**	E × T × Cktm-Mg × Ckg-g / (Hj × Ch-s)
C - Matières particulaires 2,5 µm ($PM_{2,5}$)				
k (< 2,5 µm)	-	k	0.053	AP 42, sect. 13.2.4.3
Facteur d'émission	kg/Mg	E	0.000016	AP 42, sect. 13.2.4.3
Taux d'émission	g/s	$TE_{PM2.5}$	**1.68E-04**	E × T × Cktm-Mg × Ckg-g / (Hj × Ch-s)

Tableau 3 : Source volumique - Activité de boutage (doz01) [sect. 4.1.3; tab. A-1-3]

Description	Unité	Variable	Valeur	Références
Intrants				
Teneur moyenne en silt	%	s	3.9	Section 13.2.4 de l'AP-42, tableau 13.2.4-1, *Stone quarrying and processing, Various limestone products*
% d'humidité matière chargée	%	M	2.1	Section 13.2.4 de l'AP-42, tableau 13.2.4-1, *Stone quarrying and processing, Various limestone products*
Atténuation	%	TAtt	50	Taux d'atténuation basé sur le taux d'utilisation et le caractère intermittent de ce type d'opération.
A - Matières particulaires totales (PMT)				
Facteur d'émission	kg/hr	E_{tot}	5.07	AP42 11.9 *Western surface coal mine*; Table 11.9-2
Taux d'émission	g/s	TE_{PMT}	**7.05E-01**	E_{tot} × (1 - TAtt) × Ckg-g / Ch-s
B - Matières particulaires 10 µm (PM_{10})				
Facteur d'émission	kg/hr	E_{15}	1.23	AP42 11.9 *Western surface coal mine*; Table 11.9-2
Facteur d'échelle	-	F_{10}	0.75	AP42 11.9 *Western surface coal mine*; Table 11.9-2
Taux d'émission	**g/s**	**ER_{PM10}**	**1.28E-01**	E_{15} × F_{10} × (1 - TAtt) × Ckg-g / Ch-s
C - Matières particulaires 2,5 µm ($PM_{2,5}$)				
Facteur d'échelle	-	$F_{2,5}$	0.105	AP42 11.9 *Western surface coal mine*; Table 11.9-2
Taux d'émission	**g/s**	**$ER_{PM2.5}$**	**7.40E-02**	E_{tot} × $F_{2,5}$ × (1 - TAtt) × Ckg-g / Ch-s

Tableau 4 : Source surfacique - Sautage (saut1) [sect. 4.1.4; tab. A-1-4]

Description	Unité	Variable	Valeur	Références
Intrants				
Aire horizontale sautée par charge	m²/hole	S	2.3	Description des opérations fournie par Falco. Estimé à partir d'un sautage de 125 m^3, d'une hauteur de banc de 2.3 m et de 24 forages par sautage, soit 125 / 2.3 / 24 = 2.3 m^2 / hole
Nombre de trous par sautage	hole/blast	NHb	24	Description des opérations fournie par Falco.
Nombre de tirs par sautage	fire/blast	NF	1.0	Description des opérations fournie par Falco.
Quantité d'explosif par trou	tonne/hole	EQh	0.003	Description des opérations fournie par Falco. Estimé à partir d'un sautage de 125 m^3, d'un facteur de poudre de 0.5 kg/m^3 et de 24 forages par sautage, soit 125 x 0.5 / 24 = 0.003 tonne/hole
Ratio ANFO dans le mélange d'explosifs	%	Ra	0%	Description des opérations fournie par Falco.
Ratio Émulsion dans le mélange d'explosifs	%	Re	100%	Description des opérations fournie par Falco.
Conversions				
Nombre de trous par tir	holes/fire	NHf	24	NHb / NF
Aire horizontale sautée par tir	m²/fire	Sf	54	S × NHf
Période d'émission par tir	h/fire	t	1	Pas de temps minimal du modèle
Quantité d'explosif par tir	tonne/blast	EQf	0.06	EQh × NHf
A - Matières particulaires totales (PMT)				
Facteur d'émission par tir	kg/fire	E	0.09	AP-42 Tableau 11.9-2
Taux d'émission par tir	g/s	TE_{PMT}	**2.45E-02**	E × Ckg-g / (t × Ch-s)
B - Matières particulaires 10 µm (PM_{10})				
Facteur d'échelle	-	F_{10}	0.52	AP-42 Tableau 11.9-2
Taux d'émission par tir	g/s	TE_{PM10}	**1.27E-02**	$TE_{PMT} \times F_{10}$
C - Matières particulaires 2.5 µm ($PM_{2.5}$)				
Facteur d'échelle	-	$F_{2,5}$	0.03	AP-42 Tableau 11.9-2
Taux d'émission par tir	g/s	$TE_{PM2.5}$	**7.35E-04**	$TE_{PMT} \times F_{2,5}$
D - Monoxyde de carbone (CO)				
Facteur d'émission - ANFO	kg/tonne	Eca	34.0	NPI [1]
Facteur d'émission - Émulsion	kg/tonne	Ece	2.3	NPI [1]
Facteur d'émission par tir	kg/fire	ECO	0.14	EQf × (Eca × Ra + Ece × Re)
Taux d'émission par tir	g/s	TCO	**3.99E-02**	ECO × Ckg-g / (t × Ch-s)

E - Oxydes d'azote (NOx)				
Facteur d'émission - ANFO	kg/tonne	Ena	8.0	NPI [1]
Facteur d'émission - Émulsion	kg/tonne	Ene	0.2	NPI [1]
Facteur d'émission par tir	kg/fire	ENOx	0.01	EQf × (Ena × Ra + Ene × Re)
Taux d'émission par tir	g/s	TNOx	**3.47E-03**	ENOx × Ckg-g / (t × Ch-s)
F - Dioxyde de soufre (SO_2)				
Facteur d'émission - ANFO	kg/tonne	Esa	0.06	NPI [1]
Facteur d'émission - Émulsion	kg/tonne	Ese	0.06	Hypothèse (égal à l'ANFO)
Facteur d'émission par tir	kg/fire	ESO2	0.00	EQf × (Esa × Ra + Ese × Re)
Taux d'émission par tir	g/s	TSO2	**1.04E-03**	ESO2 × Ckg-g / (t × Ch-s)
[1] National Pollutant Inventory. Emission Estimation Technique Manual for Explosives Detonation and Firing Ranges. Version 3.0. January 2012.				

Tableau 5 : Source volumique - Forage (drill1) [sect. 4.1.5; tab. A-1-5]

Description	Unité	Variable	Valeur	Références
Intrants				
Nb. forages par jour	forages/jour	ntr	98.75	Description des opérations fournie par Falco. Estimé à partir d'un volume à sauter de 61 719 m^3, d'un sautage de 125 m^3, de 24 forages par sautage et de 120 jours de forage, soit 61 719 / 125 x 24 /120 = 98.75 forages
Durée de forage par jour	heures/jour	t	24	Description des opérations fournie par Falco.
Nb. zones de forage	-	nZones	1	Nombre de foreuses selon la description des opérations fournie par Falco.
Atténuation	%	Att	99%	Dépoussiéreur - National Pollutant Inventory. Emission Estimation Technique Manual for Mining, version 3.0; Section 5.3 tableau 4. Juin 2011
A - Matières particulaires totales (PMT)				
Facteur d'émission (par forage)	kg/forage	E	0.59	AP-42; Tableau 11.9-4
Taux d'émission, sans atténuation	g/s	ER_{PMT-sa}	6.74E-01	E x ntr x Ckg-g / (t x Ch-s x nZones)
Taux d'émission	**g/s**	**ER_{PMT}**	**6.74E-03**	**ER_{PMT-sa} x (1 - Att)**
B - Matières particulaires 10 µm (PM_{10})				
Facteur d'échelle	-	F_{10}	0.9	Hypothèse
Taux d'émission	**g/s**	**ER_{PM10}**	**6.07E-03**	**ER_{PMT-sa} x (1 - Att) x F_{10}**
C - Matières particulaires 2,5 µm ($PM_{2,5}$)				
Facteur d'échelle	-	$F_{2,5}$	0.5	Hypothèse
Taux d'émission	**g/s**	**$ER_{PM2.5}$**	**3.37E-03**	**ER_{PMT-sa} x (1 - Att) x $F_{2,5}$**

Tableau 6 : Source volumique - Activité de routage sur route non-pavée (Segment C06_C03) [sect. 4.1.1; tab. 10]

Description	Unité	Variable	Valeur	Références
Intrants				
Contenu en silt de la route	%	s	8.5	Section 13.2.2 de l'AP-42, tableau 13.2.2-1 pour les routes d'un site de construction.
Nb. déplacements par jour	1/jour	nv	144	Description des opérations fournie par Falco.
Poids moyen des véhicules	tons	W	44.1	Charge utile de 35 tonnes et un poids plein estimé à 57.5 tonnes.
Longueur de la route	m	L	345.8	Description des opérations fournie par Falco.
Temps d'opération par jour par segment	h/jour	t	24	Description des opérations fournie par Falco.
Atténuation	%	TAtt	75	Arrosage des routes - National Pollutant Inventory. Emission Estimation Technique Manual for Mining, version 3.0; Section 5.3 tableau 4. Juin 2011
Véhicule - kilomètre parcouru	VKT/jour	A	49.80	nv × L / Ckm-m
Conversion	(g/VKT)/(lb/VMT)	CVKT	281.9	1 lb/VMT = 281.9 g/VKT
A - Matières particulaires totales (PMT)				
k (PM_{30})	lb/VMT	k	4.9	AP-42, sect. 13.2.2, tableau 2
a (PM_{30})	-	a	0.7	
b (PM_{30})	-	b	0.45	
Facteur d'émission	lb/VMT	EF_{PMT}	12.901	AP-42, sect. 13.2.2, équ. 1a
Taux d'émission PMT	g/s	TE_{PMT}	**2.10E+00**	EF_{PMT} × CVKT × A / (t × Ch-s)
Taux d'émission atténué PMT	g/s	TE^*_{PMT}	**5.24E-01**	TE_{PMT} × (1 - TAtt)
B - Matières particulaires 10 µm (PM_{10})				
k (PM_{10})	lb/VMT	k	1.5	AP-42, sect. 13.2.2, tableau 2
a (PM_{10})	-	a	0.9	
b (PM_{10})	-	b	0.45	
Facteur d'émission	lb/VMT	EF_{PM10}	3.686	AP-42, sect. 13.2.2, équ. 1a
Taux d'émission PM_{10}	g/s	TE_{PM10}	**5.99E-01**	EF_{PM10} × CVKT × A / (t × Ch-s)
Taux d'émission atténué PM_{10}	g/s	TE^*_{PM10}	**1.50E-01**	TE_{PM10} × (1 - TAtt)
C - Matières particulaires 2,5 µm ($PM_{2,5}$)				
k ($PM_{2,5}$)	lb/VMT	k	0.15	AP-42, sect. 13.2.2, tableau 2
a ($PM_{2,5}$)	-	a	0.9	
b ($PM_{2,5}$)	-	b	0.45	
Facteur d'émission	lb/VMT	$EF_{PM2,5}$	0.369	AP-42, sect. 13.2.2, équ. 1a
Taux d'émission $PM_{2,5}$	g/s	$TE_{PM2,5}$	**5.99E-02**	$EF_{PM2,5}$ × CVKT × A / (t × Ch-s)
Taux d'émission atténué $PM_{2,5}$	g/s	$TE^*_{PM2,5}$	**1.50E-02**	$TE_{PM2,5}$ × (1 - TAtt)

Tableau 7 : Source volumique - Gaz d'échappement (véhicule hors route) (Komatsu PC650LC-8) [sect. 4.1.6; tab. 12]

Description	Unité	Variable	Valeur	Références
Intrants				
Nombre de hp du véhicule	hp	veh_{hp}	429	Fiche technique (Komatsu PC650LC-8)
Tier	-	-	T3	Fiche technique (Komatsu PC650LC-8)
Zero-hour, steady-state emission factor (PM)	g/hp-hr	$EF_{ss\text{-}PM}$	0.1500	[1], Table A4
Zero-hour, steady-state emission factor (CO)	g/hp-hr	$EF_{ss\text{-}CO}$	0.8425	[1], Table A4
Zero-hour, steady-state emission factor (NO_x)	g/hp-hr	$EF_{ss\text{-}NOx}$	2.5000	[1], Table A4
Zero-hour, steady-state emission factor (HC)	g/hp-hr	$EF_{ss\text{-}HC}$	0.1669	[1], Table A4
Facteur d'ajustement transitoire (PM)	-	TAF_{PM}	1.47	[1], Table A5
Facteur d'ajustement transitoire (CO)	-	TAF_{CO}	1.53	[1], Table A5
Facteur d'ajustement transitoire (NO_x)	-	TAF_{NOx}	1.04	[1], Table A5
Facteur d'ajustement transitoire (HC)	-	TAF_{HC}	1.05	[1], Table A5
Constante de détérioration (PM)	-	A_{PM}	0.473	[1], Table A6
Constante de détérioration (CO)	-	A_{CO}	0.151	[1], Table A6
Constante de détérioration (NO_x)	-	A_{NOx}	0.008	[1], Table A6
Constante de détérioration (HC)	-	A_{HC}	0.027	[1], Table A6
Fraction de vie médiane utilisée	-	age_{fact}	1.000	Hypothèse conservatrice
Brake Specific Fuel Consumption	lb/hp-hr	$EF_{ss\text{-}BSFC}$	0.367	[1], Table A4
Facteur d'ajustement transitoire (BSFC)	-	TAF_{BSFC}	1.01	[1], Table A5
soxcnv [2]	-	soxcnv	0.02247	[2], grams PM sulfur/grams fuel sulfur consumed
soxbas	-	soxbas	0.2	default certification fuel sulfur weight percent
soxdsl [3]	-	soxdsl	0.0015	[3] episodic fuel sulfur weight percent
Facteur de chargement	-	$load_{fact}$	0.59	[4], Appendix A, Diesel Off-highway Trucks
A - Matières particulaires totales (PMT)				
Brake Specific Fuel Consumption	lb/hp-hr	$EF_{adj\text{-}BSFC}$	0.371	[1], eq. 3, $EF_{adj\text{-}BSFC} = EF_{ss\text{-}BSFC} \times TAF_{BSFC}$
Facteur de détérioration (PM)	-	DF_{PM}	1.473	[1], eq. 4, $DF_{PM} = 1 + A_{PM} \times age_{fact}$
Facteur d'ajustement (sulfur content)	g/hp-hr	S_{PMadj}	0.0525	[1], eq. 5, $S_{PMadj} = EF_{adj\text{-}BSFC} \times 453.6 \times 7.0 \times soxcnv \times 0.01 \times (soxbas - soxdsl)$
Facteur d'émission ajusté PM_{10}	g/hp-hr	$EF_{adj\text{-}PM10}$	0.272	[1], eq. 2, $EF_{adj\text{-}PM10} = (EF_{ss\text{-}PM} \times TAF_{PM} \times DF_{PM}) - S_{PMadj}$
Taux d'émission PM_{10} = PMT	g/s	TE_{PM10}	**1.91E-02**	$EF_{adj\text{-}PM10} \times veh_{hp} \times load_{fact} / Ch\text{-}s$
B - Matières particulaires 2.5 µm ($PM_{2.5}$)				
Facteur d'échelle	-	$F_{2.5}$	0.97	[1], p.25
Taux d'émission $PM_{2.5}$	g/s	$TE_{PM2.5}$	**1.86E-02**	$TE_{PM10} \times F_{2.5}$

C - Monoxyde de carbone (CO)				
Facteur de détérioration (CO)	-	DF_{CO}	1.151	[1], eq. 4, $DF_{CO} = 1 + A_{CO} \times age_{fact}$
Facteur d'émission ajusté CO	g/hp-hr	$EF_{adj\text{-}CO}$	1.484	[1], eq. 1, $EF_{adj\text{-}CO} = EF_{ss\text{-}CO} \times TAF_{CO} \times DF_{CO}$
Taux d'émission CO	g/s	TE_{CO}	**1.04E-01**	$EF_{adj\text{-}CO} \times veh_{hp} \times load_{fact} / Ch\text{-}s$
D - Oxydes d'azote (NO_x)				
Facteur de détérioration (NO_X)	-	DF_{NOx}	1.008	[1], eq. 4, $DF_{NOx} = 1 + A_{NOx} \times age_{fact}$
Facteur d'émission ajusté NO_X	g/hp-hr	$EF_{adj\text{-}NOx}$	2.621	[1], eq. 1, $EF_{adj\text{-}NOx} = EF_{ss\text{-}NOx} \times TAF_{NOx} \times DF_{NOx}$
Taux d'émission NO_X	g/s	TE_{NOx}	**1.84E-01**	$EF_{adj\text{-}NOx} \times veh_{hp} \times load_{fact} / Ch\text{-}s$
E - Dioxyde de soufre (SO_2)				
Facteur d'émission ajusté SO_2	g/hp-hr	$EF_{adj\text{-}SO2}$	4.93E-03	[1], eq. 7, $EF_{adj\text{-}SO2} = (EF_{adj\text{-}BSFC} \times 453.6 \times [1\text{-}soxcnv] - EF_{adj\text{-}HC}) \times 0.01 \times soxdsl \times 2$
Taux d'émission SO_2	g/s	TE_{SO2}	**3.46E-04**	$EF_{adj\text{-}SO2} \times veh_{hp} \times load_{fact} / Ch\text{-}s$

[1] *Exhaust and Crankcase emission factors for Nonroad engine modeling - Compression-Ignition*, US-EPA, Report No. NR-009d, July 2010
[2] Voir dans [1], page 22. The soxcnv term represents the fraction of diesel fuel sulfur converted to PM. This varies by technology type. Soxcnv is equal to 0.02247 for the Base, T0, T1, T2, T3, T3B, T4A, and T4B technology types. For Tier 4 engines meeting stringent PM standards below 0.1 g/hp-hr, soxcnv is equal to 0.30. This applies to the T4 and T4N technology types.
[3] Voir dans [1], page 7. Fuel sulfur levels affect PM emissions. NONROAD users can adjust for local (episodic) fuel sulfur levels. In the absence of local information, suggested nationwide average fuel properties are provided in Table 2.
[4] *Median life, annual activity and load factor values for nonroad engine emissions modeling*, US-EPA, Report No. NR-005c, April 2004
[5] Conversion factors for hydrocarbon emission components, US-EPA, Report No. NR-002d, July 2010

Tableau 8 : Source surfacique - Érosion éolienne (aire) [sect. 4.1.8; tab. A-1-13]

Description	Unité	Variable	Valeur	Références
Intrants				
Teneur moyenne en silt	%	s	8.5	Section 13.2.2 de l'AP-42, tableau 13.2.2-1 pour les routes d'un site de construction.
Nb de jours avec précipitation	-	P	0	Paramètre pour la version horaire de l'éq. de l'INRP
Pourcentage du temps avec vitesse de vent > 19.3km/h	-	I	100	Paramètre pour la version horaire de l'éq. de l'INRP
A - Matières particulaires totales (PMT)				
Facteur aérodynamique PMT	-	J_{PMT}	1	Guide d'instructions Projets miniers, (MDDELCC, 2017)
Taux d'émission	g/s.m²	TE_{PMT}	**1.29E-04**	INRP : $1.12E^{-4} \times J_{PMT} \times 1.7 \times (s / 1.5) \times (365 - P) / 235 \times (I / 15) \times Ckg\text{-}g / (Cj\text{-}h \times Ch\text{-}s)$
B - Matières particulaires 10 µm (PM_{10})				
Facteur aérodynamique PM_{10}	-	J_{PM10}	0.5	Guide d'instructions Projets miniers, (MDDELCC, 2017)
Taux d'émission	g/s.m²	TE_{PM10}	**6.47E-05**	INRP : $1.12E^{-4} \times J_{PM10} \times 1.7 \times (s / 1.5) \times (365 - P) / 235 \times (I / 15) \times Ckg\text{-}g / (Cj\text{-}h \times Ch\text{-}s)$
C - Matières particulaires 2.5 µm ($PM_{2.5}$)				
Facteur aérodynamique $PM_{2.5}$	-	$J_{PM2.5}$	0.075	Guide d'instructions Projets miniers, (MDDELCC, 2017)
Taux d'émission	g/s.m²	$TE_{PM2.5}$	**9.70E-06**	INRP : $1.12E^{-4} \times J_{PM2.5} \times 1.7 \times (s / 1.5) \times (365 - P) / 235 \times (I / 15) \times Ckg\text{-}g / (Cj\text{-}h \times Ch\text{-}s)$
Références : MDDELCC. Guide d'instructions - Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques - Projets miniers. Janvier 2017.				

Tableau 9 : Source ponctuelle - Combustion du gaz naturel (pt11) [sect. 4.2.1; tab. A-2-3]

Description	Unité	Variable	Valeur	Références
Intrants				
Alimentation Gaz en naturel	m^3/h	C	13.9	Description des opérations fournie par Falco
Teneur en soufre du combustible	grains/10^6 scf	S	2000	AP-42 Section 1.4, Table 1.4-2
Facteur d'émission massique (SO_2)	(lb/10^3 gal) * ($100ft^3$/gr)	EFm_{SO2}	0.1	AP-42 Section 1.4, Table 1.4-2
Facteur d'émission (PMT)	lb/10^6 scf	EF_{PMT}	7.6	AP-42 Section 1.4, Table 1.4-2
Facteur d'émission (CO)	lb/10^6 scf	EF_{CO}	84	AP-42 Section 1.4, Table 1.4-1 - Small Boilers < 100 MMBTU; Controlled - Low NO_x burners
Facteur d'émission (NO_X)	lb/10^6 scf	EF_{NOX}	50	AP-42 Section 1.4, Table 1.4-1 - Small Boilers < 100 MMBTU; Controlled - Low NO_x burners
Facteur d'émission (SO_2)	lb/10^6 scf	EF_{SO2}	0.6	AP-42 Section 1.4, Table 1.4-2 - For S_{ref} = 2000
Facteur d'émission (COV)	lb/10^6 scf	EF_{VOC}	5.5	AP-42 Section 1.4, Table 1.4-2
A - Matières particulaires totales (PMT)				
Facteur d'émission (PMT)	kg/m^3	EF_{PMT_met}	1.22E-04	EF_{PMT} × Clb-kg / $C10^6pi^3$-m^3
Taux d'émission PMT = PM_{10} = $PM_{2,5}$	g/s	E_{PMT}	**4.69E-04**	C × EF_{PMT_met} × Ckg-g / Ch-s
B - Monoxyde de carbone (CO)				
Facteur d'émission (CO)	kg/m^3	EF_{CO_met}	1.35E-03	EF_{CO} × Clb-kg / $C10^6pi^3$-m^3
Taux d'émission	g/s	E_{CO}	**5.18E-03**	C × EF_{CO_met} × Ckg-g / Ch-s
C - Oxydes d'azote (NO_x)				
Facteur d'émission (NO_X)	kg/m^3	EF_{NOX_met}	8.01E-04	EF_{NOx} × Clb-kg / $C10^6pi^3$-m^3
Taux d'émission	g/s	E_{NOx}	**3.09E-03**	C × EF_{NOx_met} × Ckg-g / Ch-s
D - Soufre (SO_2)				
Teneur en soufre du combustible de référence	grains/10^6 scf	S_{ref}	2000	AP-42 Section 1.4, Table 1.4-2; note d
Facteur d'émission (SO_2)	kg/m^3	EFm_{SO2_met}	9.61E-06	EF_{SO2} × (S / S_{ref}) × Clb-kg / $C10^6pi^3$-m^3
Taux d'émission	g/s	E_{SO2}	**3.70E-05**	C × EF_{SO2_met} × Ckg-g / Ch-s

Tableau 10 : Source volumique – Concasseur mobile (CRUSH1) [sect. 4.3.4; tab. A-3-6]

Description	**Unité**	**Variable**	**Valeur**	**Références**
Intrants				
Taux d'alimentation	t/h	T	720	Hypothèse selon la description des opérations fournie par Falco
A - Matières particulaires totales (PMT)				
Facteur d'émission PMT	kg/Mg	EF_{PMT}	0.0027	AP42, Table 11.19.2-1 *Tertiary crushing*
Taux d'émission	**g/s**	**ER_{PMT}**	**5.40E-01**	EF_{PMT} × T × Ckg-g / Ch-s
B - Matières particulaires 10 µm (PM_{10})				
Facteur d'émission PM10	kg/Mg	EF_{10}	0.0012	AP42, Table 11.19.2-1 *Tertiary crushing*
Taux d'émission	**g/s**	**ER_{PM10}**	**2.40E-01**	EF_{10} × T × Ckg-g / Ch-s
C - Matières particulaires 2,5 µm ($PM_{2,5}$)				
Facteur d'émission PM2,5	kg/Mg	$EF_{2,5}$	0.0012	AP-42, Table 11.19.2-1 *Tertiary crushing*; Hypothèse, 100% des PM10
Taux d'émission	**g/s**	**$ER_{PM2.5}$**	**2.40E-01**	$EF_{2,5}$ × T × Ckg-g / Ch-s

Tableau 11 : Source ponctuelle - Dépoussiéreur (pt05) [sect. 4.2.1; tab. A-2-4]

Description	Unité	Variable	Valeur	Références
Intrants				
Débit des gaz à la sortie	Nm^3/h	D	340	Description des opérations fournie par Falco
Facteur d'émission (PMT)	mg/Nm^3	E_{PMT}	30	Émission maximale, article 10 du RAA
A - Matières particulaires totales (PMT)				
Taux d'émission	g/s	TE_{PMT}	**2.83E-03**	$E_{PMT} \times D / (Ckg\text{-}g \times Ch\text{-}s)$
B - Matières particulaires 10 µm (PM_{10})				
Facteur d'échelle (PM_{10})	-	F_{10}	0.95	Hypothèse conservatrice sur efficacité de dépoussiéreur
Taux d'émission	g/s	TE_{PM10}	**2.68E-03**	$TE_{PMT} \times F_{10}$
C - Matières particulaires 2.5 µm ($PM_{2.5}$)				
Facteur d'échelle ($PM_{2,5}$)	-	$F_{2,5}$	0.50	Hypothèse conservatrice sur efficacité de dépoussiéreur
Taux d'émission	g/s	$TE_{PM2.5}$	**1.41E-03**	$TE_{PMT} \times F_{2,5}$

Tableau 12 : Source ponctuelle - Ventilation de mine souterraine (vspr, manipulation de matériaux) [sect. 4.2.4; tab. A-2-9]

Description	Unité	Variable	Valeur	Références
Intrants				
Émissions totales des véhicules souterrains - $PM_{2.5}$	g/s	$TE_{PM2.5\text{-}echap}$	3.35E-01	Émissions totales des gaz d'échappements souterrain sans équipements à faible émission, tableau A-2-8
Atténuation - PMT	%	$TAtt_{PMT}$	98.64%	Efficacité du système d'épuration pondérée par la distribution de tailles des particules liées aux émissions de la manipulation de matériaux. Tableau 23
Atténuation - PM_{10}	%	$TAtt_{PM10}$	97.49%	
Atténuation - $PM_{2.5}$	%	$TAtt_{PM2.5}$	93.93%	
Variante A, sans le Système d'Épuration				
A - Matières particulaires 2,5 µm ($PM_{2,5}$)				
Ratio des $PM_{2.5}$ associées aux gaz d'échappement	%	$R_{PM2.5\text{-}echap}$	80%	Étude McDonald, 2012
Ratio des $PM_{2.5}$ associées aux manipulations de matériaux	%	$R_{PM2.5\text{-}Manip}$	20%	1 - $R_{PM2.5\text{-}echap}$
Taux d'émission $PM_{2,5}$	g/s	$TE_{PM2,5}$	**8.25E-02**	$TE_{PM2,5\text{-}echap}$ / $R_{PM2,5\text{-}echap}$ x $R_{PM2,5\text{-}Manip}$
B - Matières particulaires totales (PMT)				
Ratio des $PM_{2.5}$, distribution de particules liées aux manipulations	%	$R_{PM2.5}$	15%	AP-42, Annexe B.2, Catégorie 3
Taux d'émission PMT	g/s	TE_{PMT}	**5.50E-01**	$TE_{PM2.5}$ / $R_{PM2.5}$
C - Matières particulaires 10 µm (PM_{10})				
Ratio des PM_{10}, distribution de particules liées aux manipulations	%	R_{PM10}	51%	AP-42, Annexe B.2, Catégorie 3
Taux d'émission PM_{10}	g/s	TE_{PM10}	**2.80E-01**	TE_{PMT} x R_{PM10}
Variantes B et C, avec le Système d'Épuration				
A - Matières particulaires 2,5 µm ($PM_{2,5}$)				
Taux d'émission atténué $PM_{2,5}$	g/s	$TE^*_{PM2,5}$	**5.01E-03**	$TE_{PM2,5} \times (1 - TAtt_{PM2.5})$
B - Matières particulaires totales (PMT)				
Taux d'émission atténué PMT	g/s	TE^*_{PMT}	**7.48E-03**	$TE_{PMT} \times (1 - TAtt_{PMT})$
C - Matières particulaires 10 µm (PM_{10})				
Taux d'émission atténué PM_{10}	g/s	TE^*_{PM10}	**7.05E-03**	$TE_{PM10} \times (1 - TAtt_{PM10})$

ANNEXE

COMP-114-7

FRÉQUENCES DE DÉPASSEMENT MODÉLISÉES – COMPLÉMENT À L'ÉTUDE SECTORIELLE SUR LA MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE - RÉVISION 2

MÉMORANDUM

À : Hélène Cartier (Ressources Falco Ltée.)

DE : Julien Poirier (WSP)

OBJET : Fréquences de dépassement modélisées – Complément à l'Étude sectorielle sur la modélisation de la dispersion atmosphérique - Révision 2

DATE : 14 mars 2022

MISE EN CONTEXTE

À la suite d'une rencontre avec la Direction de santé publique (DSP) Abitibi-Témiscamingue, une demande de précision à propos des fréquences de dépassements modélisées à l'*Étude sectorielle sur la modélisation de la dispersion atmosphérique - Révision 2* (WSP, 2021) a été formulée.

Les informations alors fournies consistent en un tableau précisant les fréquences de dépassement et des cartes supplémentaires les localisant. Ces informations sont regroupées dans ce présent mémo technique.

RÉFÉRENCES

WSP. 2021. 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. Trois-Rivières, Québec. Rapport produit pour Ressources Falco Ltée.

Tableau 1 : Précisions sur les fréquences de dépassements pour le site des CMH5

Phase	Substance	Acronyme	Période	Type de seuil	Durée d'opération du scénario visé	Nombre de valeurs modélisées	Nombre moyen de dépassements modélisés				Principales sources contributrices des concentrations maximales modélisées	Références du rapport de modélisation[1]			
							Domaine d'application		Récepteurs sensibles			Cartes		Section de discussion des résultats	Extrait de la section de discussion des résultats
							Secteur nord	Secteur sud	Secteur nord	Secteur sud		Concentrations	Dépassements[2]		
Construction	Particules totales	PMT	24 heures	Norme	120 jours	1 827 jours	65 jours par année[3]	0	0	0	Routage à 80 % et boutage à 10 %	B-2-2	B-2-2-d	6.1.1	[...] les taux d'émission de ces sources fugitives sont évalués à partir de caractéristiques de l'AP-42 (silt et humidité) et les conditions réelles peuvent être différentes. Il existe donc une grande incertitude sur les émissions réelles de ces sources. La mise en place de mesures de gestion particulières est donc recommandée. Telles que décrites dans le *Plan de gestion des émissions atmosphériques* pour le projet Horne 5 (Falco, 2018), ces sources fugitives feront l'objet de mesures de gestion particulières, et ce, afin de limiter leur émission. Par exemple, ces mesures incluent, sans s'y limiter, un arrosage plus fréquent ou un arrêt des opérations lors de vents violents. Un suivi de la qualité de l'air en continu, mise en place dès le début des activités de construction, est également prévu. Ce suivi permettra d'effectuer une vérification de l'efficacité des mesures de gestion et un respect des normes en tout temps. Finalement, il est important de rappeler le caractère conservateur de la méthode de modélisation, où celle-ci est effectuée sur un ensemble météorologique de cinq ans. Considérant que les activités de construction modélisées sont prévues sur période d'environ 120 jours, la méthodologie surestime alors les fréquences des événements maximaux.
	Particules fines	$PM_{2,5}$	24 heures	Norme	120 jours	1 827 jours	1 jour par année	0	0	0	Boutage à 70 % et routage à 15 %	B-2-3	B-2-3-d	6.1.2	Comme décrit à la section 6.1.1, les taux d'émission de ces sources fugitives présentent une grande incertitude. Les mesures de gestion particulières envisagées pour les particules totales s'appliquent donc également pour les particules fines. À titre de comparaison, l'augmentation par arrosage de l'humidité considérée pour les bouteurs à 2,9 % (plutôt que 2,1 %) élimine tous les dépassements de particules fines. Encore une fois, il est également important de rappeler le caractère conservateur de la méthode de modélisation, où celle-ci est effectuée sur un ensemble météorologique de cinq ans, soit beaucoup plus grand que la période prévue pour les activités de construction modélisées. Cette méthodologie surestime alors les fréquences des événements maximaux. La fréquence de dépassement moyenne modélisée étant d'environ une journée de dépassement pour 365 jours, soit moins que la période prévue pour les travaux d'excavation, ces dépassements sont alors peu probables.
Exploitation	Silice cristalline	SiO_2	1 an	Critère	en continu	5 ans	Annuellement	0	0	0	Dépoussiéreur du dôme à 66 % et routage à 25 %	B-3-32	B-3-32-d	6.2.6	Les dépassements modélisés s'étendent à environ 250 m de la limite d'application au nord sans atteindre le chemin du Golf. De façon similaire aux récepteurs sensibles, les mesures d'atténuation sur la ventilation proposées par Falco permettent une réduction des concentrations modélisées, et ce, en particulier dans le secteur sud où une réduction de près de 90 % des concentrations modélisées par le projet seulement est observée. De plus, l'ampleur des dépassements est considérablement réduite par la mise en place des mesures d'atténuation sur la ventilation.

Note :
[1] : *Étude sectorielle sur la modélisation de la dispersion atmosphérique - Révision 2* (WSP, 2021)
[2] : Carte non présentée dans le rapport de modélisation, mais présenté ci-dessous.
[3] : Ce nombre de jours de dépassement n'est pas explicitement donné dans le rapport de modélisation. Selon la période de construction de 120 jours visée pour les travaux civils, ceci pourrait correspondre à un équivalent de 65 / 365 x 120 ≈ 21 jours de dépassements pour cette période, mais ce calcul n'est pas avancé dans le rapport de modélisation.

Tableau 2 : Précisions sur les fréquences de dépassements aux récepteurs sensibles pour le site des IGRM

Phase	Substance	Acronyme	Période	Type de seuil	Durée d'opération du scénario visé	Nombre de valeurs modélisées	Nombre moyen de dépassements modélisés				Principales sources contributrices des concentrations maximales modélisées	Références du rapport de modélisation[1]			
							Récepteurs sensibles (situés à l'extérieur de la limite d'application)					Cartes		Section de discussion des résultats	Extrait de la section de discussion des résultats
							Résidences chemin Jason	Résidences rue Saguenay	Baux de villégiatures	Abris sommaires en forêt		Concentrations	Dépassements[2]		
Construction	Particules totales	PMT	24 heures	Norme	365 jours à 5 jours/semaine	1 827 jours	1 jour aux 5 ans	0	0	0	Routage à 99 %	B-4-3	B-4-3-d	6.3.1	Considérant les opérations de construction cinq jours par semaine plutôt que l'opération en continu modélisée, la fréquence de dépassement modélisée aux récepteurs sensibles correspond à une journée pour 7 ans d'opération, et ce, peu importe la concentration initiale considérée. Or, comme mentionnée au tableau 6, la durée prévue de la période de construction de l'étape 1A est de 12 mois. Ainsi, la probabilité de dépassement estimée durant cette période est donc faible.
Exploitation	Silice cristalline	SiO_2	1 heure	Critère	en continu	43 848 heures	0	0	0	7 heures par année	Érosion éolienne des résidus	B-5-6 à B-5-8	B-5-6-d	6.4.3	[...] la fréquence de dépassement est faible. En effet, la concentration correspondant au 99,9e percentile montre une étendue de dépassement considérablement réduite. Enfin, la concentration correspondant au 99e percentile montre un respect du critère autant aux récepteurs sensibles que dans le domaine d'application.
			1 an	Critère	en continu	5 ans	1 an sur 5 ans	0	0	0	Érosion éolienne des résidus	B-5-9	B-5-9-d	6.4.3	[...] l'étendue des dépassements est moindre et n'atteint pas la rue Saguenay. De plus, seulement quelques résidences du chemin Jason sont touchées par ces dépassements.

Note :
[1] : *Étude sectorielle sur la modélisation de la dispersion atmosphérique - Révision 2* (WSP, 2021)
[2] : Carte non présentée dans le rapport de modélisation, mais présenté ci-dessous.

Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application

Recepteur sensible

Domaine de modélisation

Limite d'application des normes et critères

Limite des secteurs
(concentrations initiales et analyse des résultats)

Limite de propriété

Zonage industriel

Ligne d'énergie électrique

Poste de transformation
d'énergie électrique

Valeur limite : 120 µg/m ^{3}
Concentration initiale :
Secteur nord : 66.8445 µg/m ^{3} (Sanitri)
Secteur sud : 74.6733 µg/m ^{3} (08045)

Occurrences de dépassement modélisées

3 jours et moins par année

6 jours et moins par année

12 jours et moins par année

24 jours et moins par année

plus de 24 jours par année

79°0'

78°58'

48°16'

Poste de
Rouyn (HQ)

53-16

53-19

Bassin
Nord-Osisko

Secteur CMH5 nord

Secteur CMH5 sud

Poste
privé

Bassin
central

117

Lac
Osisko

79°2'

79°0'

FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site du CMH5
Occurrences de dépassement modélisées
Substance : Particules totales (PMT)
Période : 24 heures
Scénario : Construction

Sources : *Image Bing, Image Falco*

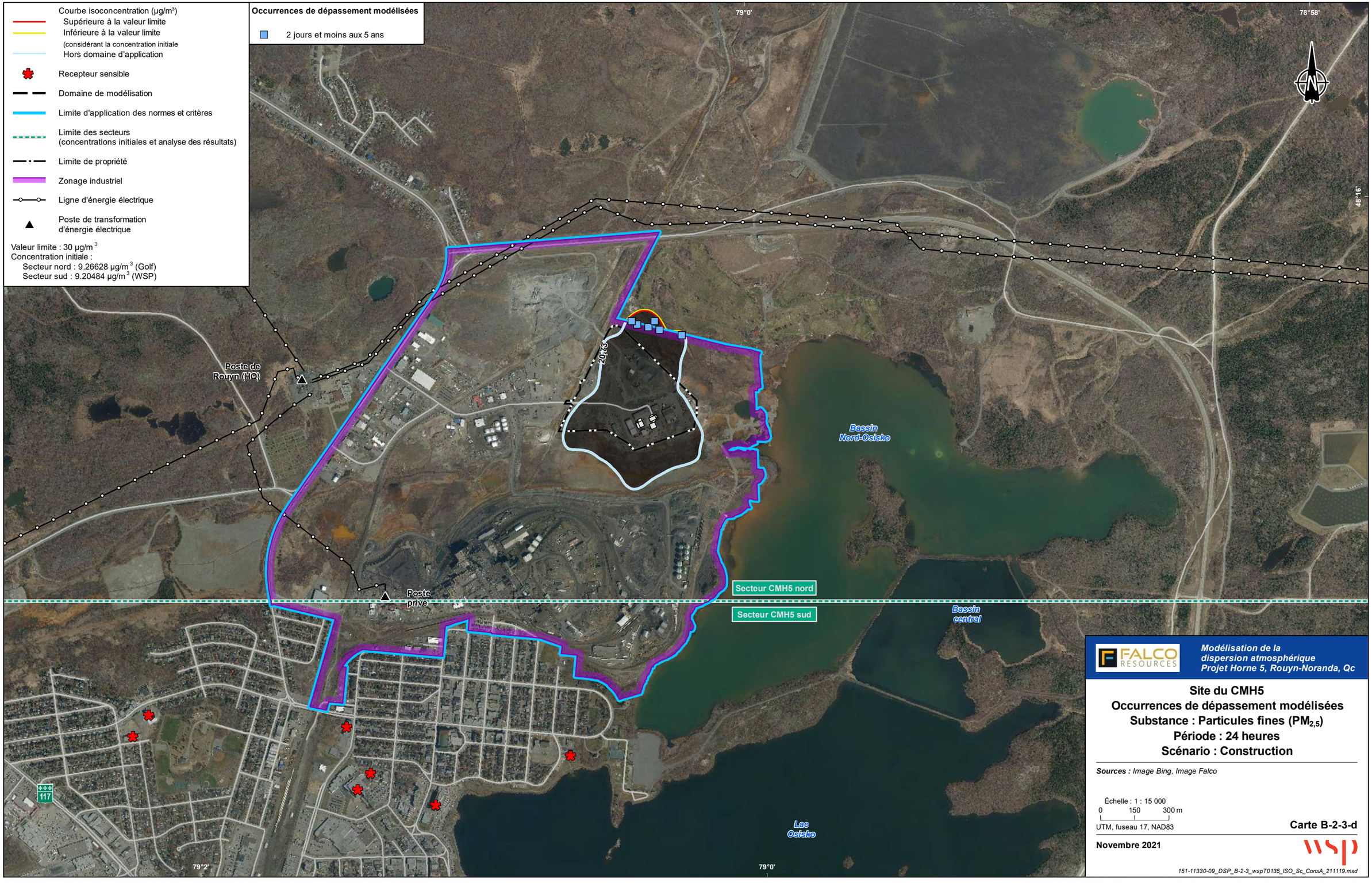
Échelle : 1 : 15 000
0 150 300 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-2-2-d

Novembre 2021

wsp

151-11330-09_DSP_B-2-2_wspT0135_ISO_Sc_ConsA_211119.mxd



FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site du CMH5
Occurrences de dépassement modélisées
Substance : Particules fines ($PM_{2,5}$)
Période : 24 heures
Scénario : Construction

Sources : *Image Bing, Image Falco*

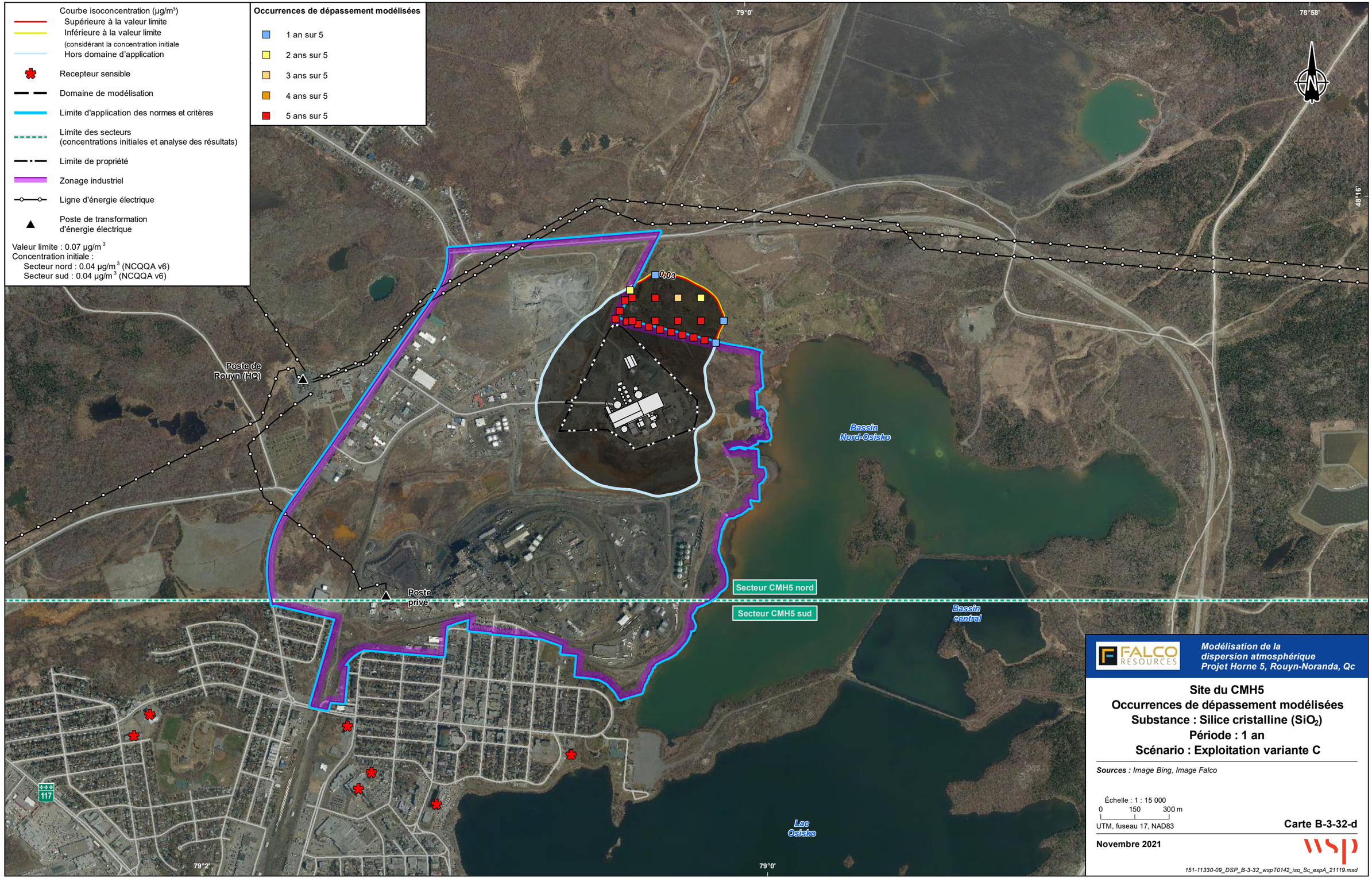
Échelle : 1 : 15 000
0 150 300 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-2-3-d

Novembre 2021

wsp

151-11330-09_DSP_B-2-3_wspT0135_ISO_Sc_ConsA_211119.mxd



FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site du CMH5
Occurrences de dépassement modélisées
Substance : Silice cristalline (SiO_2)
Période : 1 an
Scénario : Exploitation variante C

Sources : *Image Bing, Image Falco*

Échelle : 1 : 15 000
0 150 300 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-3-32-d

Novembre 2021

wsp

151-11330-09_DSP_B-3-32_wspT0142_iso_Sc_expA_21119.mxd

Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application

Recepteur sensible

Domaine de modélisation

Limite d'application des normes et critères

Ligne d'énergie électrique

Valeur limite : 120 µg/m ^{3}
Concentration initiale : 28.2794 µg/m ^{3}

Occurrences de dépassement modélisées

1 jour aux 5 ans

1 jour et moins par année

2 jours et moins par année

4 jours et moins par année

plus de 4 jours par année

79°4'
79°2'
79°0'
48°22'
101
Lac D'Alembert
Lac Vauze
Lac Waite
Lac Duprat
91,72
79°6'

Modélisation de la dispersion atmosphérique Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site des IGRM
Occurrences de dépassement modélisées
Substance : Particules totales (PMT)
Période : 24 heures
Scénario : Construction
Concentration initiale: Station Falco Saguenay

Sources : *Image Bing, Image Falco*

Échelle : 1 : 27 500
0 275 550 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-4-3-d

Novembre 2021

151-11330-09_DSP_B-4-3_wspT0127_Iso_Sc_Cons_211119.mxd

Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application

Recepteur sensible

Domaine de modélisation

Limite d'application des normes et critères

Ligne d'énergie électrique

Valeur limite : 23 µg/m ^{3}
Concentration initiale : 6 µg/m ^{3}

Occurrences de dépassement modélisées

2 heures et moins par année

4 heures et moins par année

6 heures et moins par année

10 heures et moins par année

plus de 10 heures par année

79°4'
79°2'
79°0'
48°22'
79°6'
17
101
Lac D'Alembert
Lac Vauze
Lac Waite
Lac Duprat

FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site des IGRM
Occurrences de dépassement modélisées
Substance : Silice cristalline (SiO_2)
Période : 1 heure
Scénario : Érosion éolienne
Concentration initiale: NCQQA v6

Sources : *Image Bing, Image Falco*

Échelle : 1 : 27 500
0 275 550 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-5-6-d

Novembre 2021

wsp

151-11330-09_DSP_B-5-6_wspT0130_Iso_Sc_REir_211119.mxd

Courbe isoconcentration (µg/m³)
Supérieure à la valeur limite
Inférieure à la valeur limite
(considérant la concentration initiale
Hors domaine d'application

Recepteur sensible

Domaine de modélisation

Limite d'application des normes et critères

Ligne d'énergie électrique

Valeur limite : 0.07 µg/m ^{3}
Concentration initiale : 0.04 µg/m ^{3}

Occurrences de dépassement modélisées

1 an sur 5

2 ans sur 5

3 ans sur 5

4 ans sur 5

5 ans sur 5

79°4'

79°2'

79°0'

48°22'

101

Lac D'Alembert

Lac Vauze

Lac Waite

Lac Duprat

0.03

0.03

0.03

0.03

79°6'

79°4'

79°2'

48°22'

FALCO RESOURCES

Modélisation de la dispersion atmosphérique
Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Qc

Site des IGRM
Occurrences de dépassement modélisées
Substance : Silice cristalline (SiO_2)
Période : 1 an
Scénario : Érosion éolienne
Concentration initiale: NCQQA v6

Sources : *Image Bing, Image Falco*

Échelle : 1 : 27 500
0 275 550 m
UTM, fuseau 17, NAD83

Carte B-5-9-d

Novembre 2021

wsp

151-11330-09_DSP_B-5-9_wspT0130_Iso_Sc_REr_211119.mxd