



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



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

UN MEMBRE DE LA
FAMILLE LOGISTEC

SANEXEN
SERVICES ENVIRONNEMENTAUX INC.

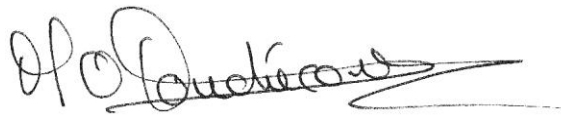
**ÉVALUATION DES RISQUES TOXICOLOGIQUES
POUR LA SANTÉ HUMAINE POSÉS PAR LES ÉMISSIONS
ATMOSPHÉRIQUES DE SILICE CRISTALLINE RESPIRABLE**

**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

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 MELCC¹ 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 fines² 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 MELCC¹ 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 (PM₄).

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) additionnelles maximales de silice cristalline respirable modélisées dans l'air ambiant aux différents récepteurs	27
TABLEAU 3	Concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 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	<i>Agency for Toxic Substances and Disease Registry</i> (États-Unis)
BAPE	Bureau d'audiences publiques sur l'environnement
BMCL₀₁	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	<i>International Agency for Research on Cancer</i> (CIRC en français)
IGRM	Installations de gestion des résidus miniers
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
MDH	<i>Minnesota Department of Health</i>
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
Mt	Million de tonnes
NIOSH	<i>National Institute for Occupational Safety and Health</i> (États-Unis)
PM₄	Particules aéroportées respirables (diamètre de 4 µm ou moins)
RIVM	Institut national pour la santé publique et l'environnement (Pays-Bas)
TCEQ	<i>Texas Commission on Environmental Quality</i>
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 IGRM¹. 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 A².

Pour être autorisé, le projet est assujéti à la procédure provinciale d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement en vertu de la LQE³. 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 MELCC⁴ 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 déterministe⁵, 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 événement (survenue d'un effet toxique sur la santé) se produise¹. 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 additionnel³ 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'évènement 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 situé¹ sur le territoire équivalent de Rouyn-Noranda, dans la région administrative de l'Abitibi-Témiscamingue. Le projet inclut des installations² 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 excluant³. Il est à noter toutefois que, dans le secteur des IGRM, trois récepteurs situés à l'intérieur de la zone d'exclusion⁴ 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 étude⁵. 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 souterraines⁶ (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 stériles¹ (entreposage hors site) et l'extraction et l'entreposage temporaire de minerai en surface². L'air vicié de la mine sera rejeté³ 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 terre⁴ sera hissé à la surface, déchargé par un convoyeur sur une pile à minerai couverte, puis acheminé à l'usine de traitement. Les résidus générés⁵ 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 cellules⁸.

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 matériaux⁹, 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 granulats 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 pi³/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 pi³/min.

7 En 2026, la quantité journalière de matériaux déplacés (7000 m³/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 cancérigène 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 élevées² 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 travail³. 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/m³ 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/m³ et les plus élevées de plusieurs centaines de µg/m³.

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 entraîne 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 IRIS¹, *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 ($3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 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 $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (TCEQ, 2020);
- Exposition sur 24 heures : VTR de $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (TCEQ, 2009);
- Exposition chronique : VTR de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (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 Bonaventure¹, 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 Fiset);
- 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 ans². 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'émissions¹ 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'air² 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 fédérales³ ou québécoises⁴, 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 ($6 \mu\text{g}/\text{m}^3$)⁵ et sur une base annuelle ($0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$). 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/rnsa-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 WSP¹. 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 site², 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 production³, 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 considérées⁴ :
 - 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'épuration⁵, 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 terminées⁶.

1 Rapport de modélisation (WSP, 2020) et communications personnelles de M. Julien Poirier, juillet-août 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 pi³/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 (PM₁₀) 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/m³;
- Pour l'exposition aiguë sur 24 heures, la plus élevée des concentrations maximales modélisées sur 24 heures consécutives, soit 8,2 µg/m³;
- Pour l'exposition chronique, la plus élevée des concentrations moyennes modélisées sur une base annuelle, soit 0,035 µg/m³.

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.

$$\text{Indice de risque total (IR}_{\text{Tot}}) = \frac{\text{Concentration totale dans l'air}}{\text{VTR}}$$

Où :

Concentration totale dans l'air = Teneur de fond + 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 ($\text{IR}_{\text{Tot}} < 0,56$), ou sur base annuelle ($\text{IR}_{\text{Tot}} \leq 0,038$).

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 ($\text{IR}_{\text{Add}} \leq 0,34$)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 $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ². En utilisant cette valeur fictive vraisemblablement surestimée, l'indice de risque total resterait néanmoins en deçà de l'unité.

1 $\text{IR}_{\text{Add}} \text{ maximal} = 8,2/24 = 0,34$ (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 ($6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) correspond à de la silice cristalline sous forme de particules inhalables, c.-à-d. de taille inférieure à $10 \mu\text{m}$ (PM_{10}). Comme les PM_{10} incluent des particules respirables ($\leq 4 \mu\text{m}$) et des particules plus grossières ($>4\text{-}10 \mu\text{m}$), 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 RAA¹. 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 résidus² 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/m³ sur 1 heure, et 1,8 µg/m³ sur 24 heures.

4 Concentration la plus élevée sur une base annuelle selon la variante A (fictive) du scénario d'exploitation : 0.041 µg/m³. 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 ($2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 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/EPA¹. 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 ($3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) devrait être divisée par un facteur de sécurité de 10 afin tenir compte du potentiel cancérigène de la silice, ce qui conduirait à une VTR provisoire de $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Par ailleurs, l'INSPQ recommande que le risque de cancer du poumon soit considéré en utilisant le risque unitaire³ de la TCEQ puisque celui-ci a été utilisé par le MELCC pour dériver son critère de gestion provisoire⁴.

1 $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (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 ($2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$), et, au Michigan et au Minnesota, à la VTR de Cal/EPA ($3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

3 Le « risque unitaire » est défini comme le niveau de risque associé à une concentration dans l'air de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pour la silice cristalline respirable, la TCEQ indique un risque unitaire de $3,6\text{E-}05$ par $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cela signifie que l'exposition permanente (24 heures sur 24, toute la vie durant) à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $0,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (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. Quoiqu'il en soit, on peut noter que la concentration la plus élevée modélisée aux récepteurs résidentiels pour une exposition à long terme ($0,035 \mu\text{g}/\text{m}^3$) demeure inférieure à la VTR provisoire ($0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) suggérée par l'INSPQ pour tenir compte du potentiel cancérigène de la silice cristalline, et que le risque additionnel de cancer du poumon est négligeable¹.

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 $40 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\text{-ans}$) 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 ($40 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\text{-ans}$) 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 vie² correspondant aux 15 années d'exploitation prévues de la mine³ et à l'exposition bruit de fond⁴. Les résultats indiquent que l'exposition cumulée sur la durée de vie ainsi estimée ($3,3 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\text{-ans}$) 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 fond⁵, 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 ($3,6\text{E-}05 (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$) 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 $2,7\text{E-}07$ (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.
 $\text{Risque} = (0,035 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times 15 \text{ ans} / 70 \text{ ans}) \times \text{risque unitaire } (3,6\text{E-}05 (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1})$.
 - 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 = $0,035 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times 15 \text{ ans} = 0,53 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\text{-ans}$.
 - 4 En supposant que la teneur de fond dans l'air correspond à la valeur ($0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$) indiquée par le MDELCC (2018). Exposition cumulée découlant de la teneur de fond pendant la durée de vie (70 ans) = Teneur de fond ($0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$) $\times$ 70 ans = $2,8 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\text{-ans}$.
 - 5 $(40 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\text{-ans}) / (2,8 (\mu\text{g}/\text{m}^3)\text{-ans}) = 14,3$.

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/AIChrels.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 présentés 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) additionnelles maximales de silice cristalline respirable modélisées dans l'air ambiant aux différents récepteurs	27
TABLEAU 3	Concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 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)

**ÉVALUATION DES RISQUES TOXICOLOGIQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE
POSÉS PAR LES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES DE SILICE CRISTALLINE
PROJET HORNE 5, ROUYN-NORANDA, QUÉBEC**

Sanexen Services Environnementaux inc.

Ressources Falco Ltée

TABLEAU 2
Résumé des concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) additionnelles maximales
de silice cristalline respirable modélisées dans l'air ambiant aux différents récepteurs

Catégorie de récepteur	1 heure		24 heures		Moyenne Annuelle	
	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, août 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 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 PM₄

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 PM₄) est nécessairement plus faible que la concentration de silice cristalline inhalable (sous forme de PM₁₀).

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 (PM₄) correspondant à une fraction des particules inhalables (PM₁₀).

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

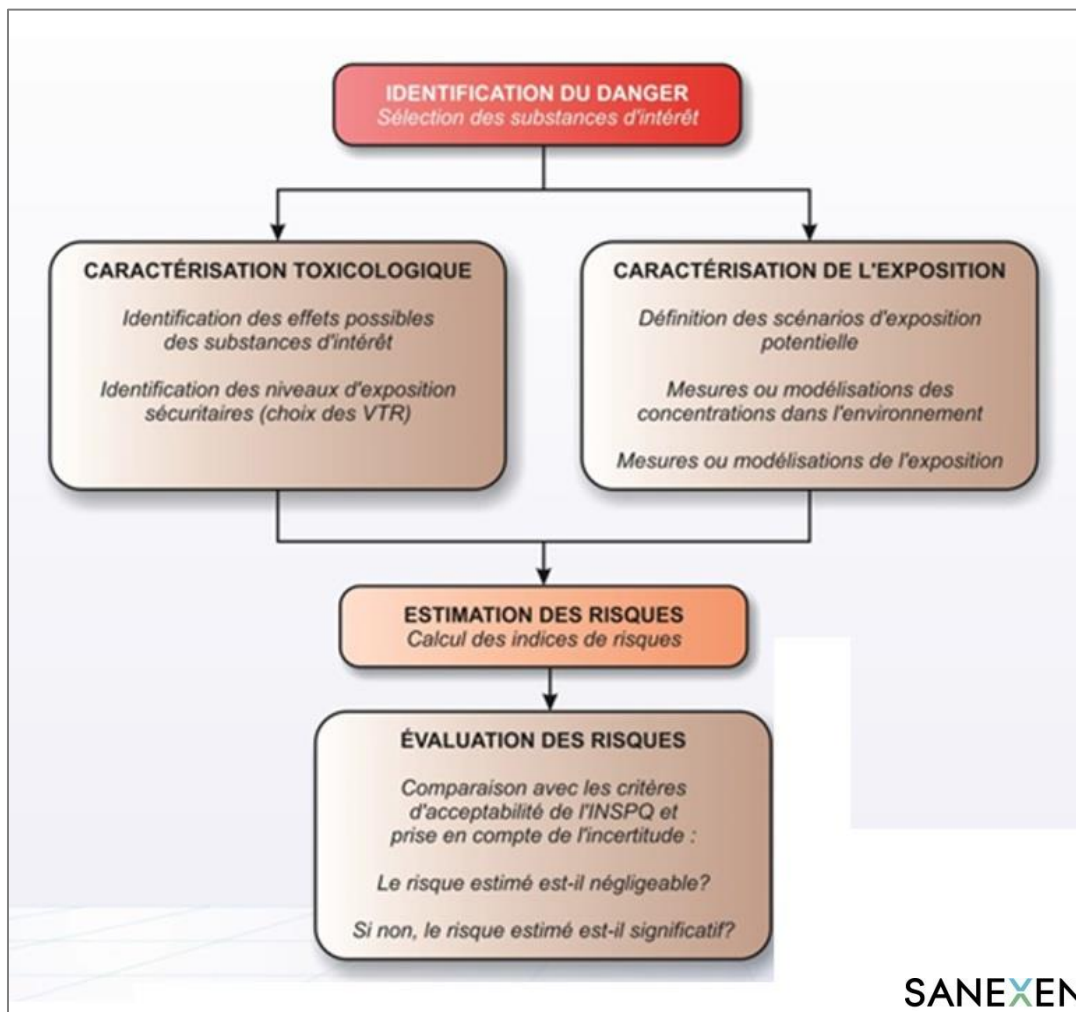


FIGURE 1
Démarche générale de l'évaluation des risques par modélisation

**ÉVALUATION DES RISQUES TOXICOLOGIQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE
POSÉS PAR LES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES DE SILICE CRISTALLINE
PROJET HORNE 5, ROUYN-NORANDA, QUÉBEC**

Sanexen Services Environnementaux inc.

Ressources Falco Ltée

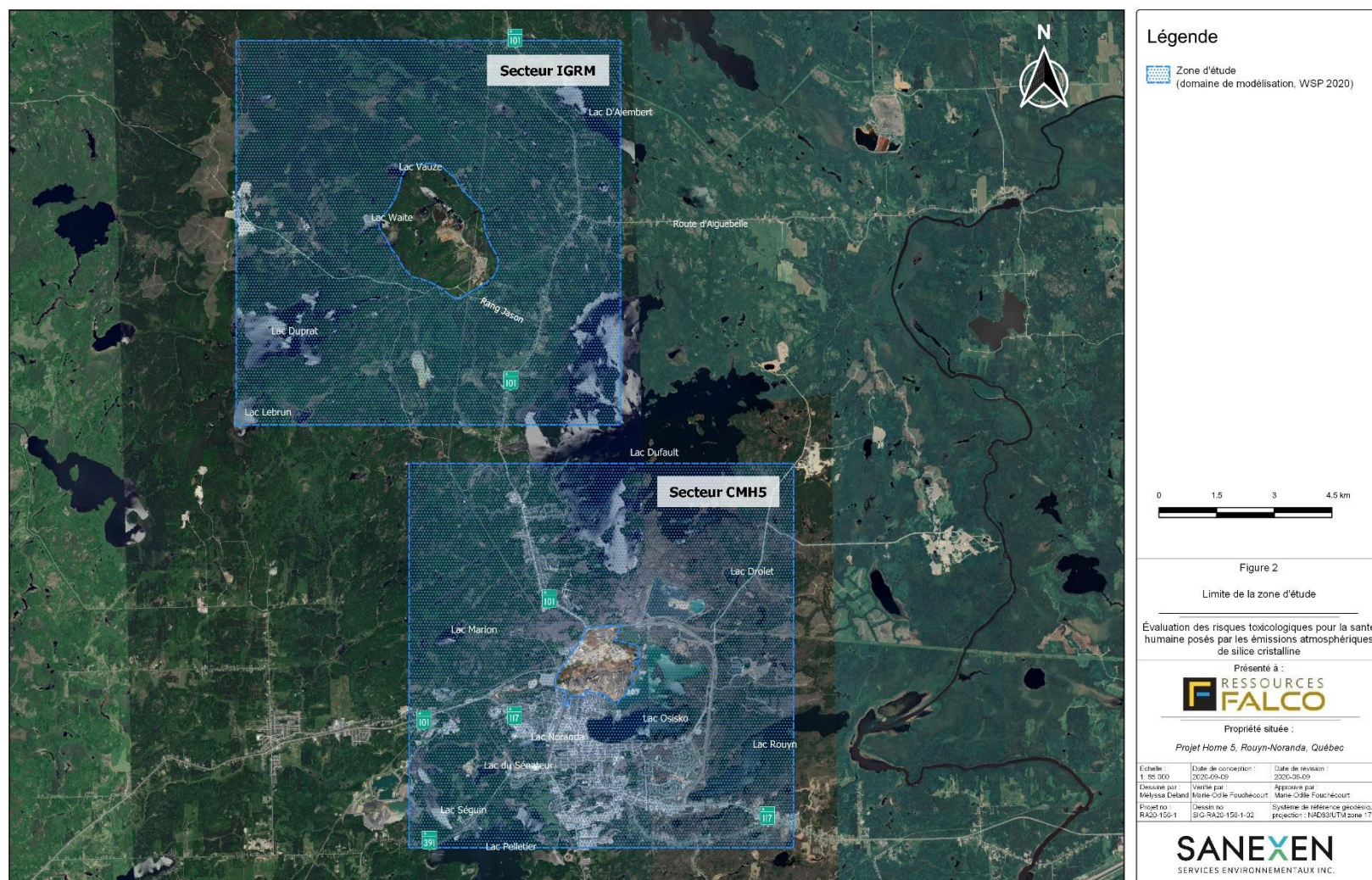


FIGURE 2 Limites de la zone d'étude

**ÉVALUATION DES RISQUES TOXICOLOGIQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE
POSÉS PAR LES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES DE SILICE CRISTALLINE
PROJET HORNE 5, ROUYN-NORANDA, QUÉBEC**

Sanexen Services Environnementaux inc.

Ressources Falco Ltée

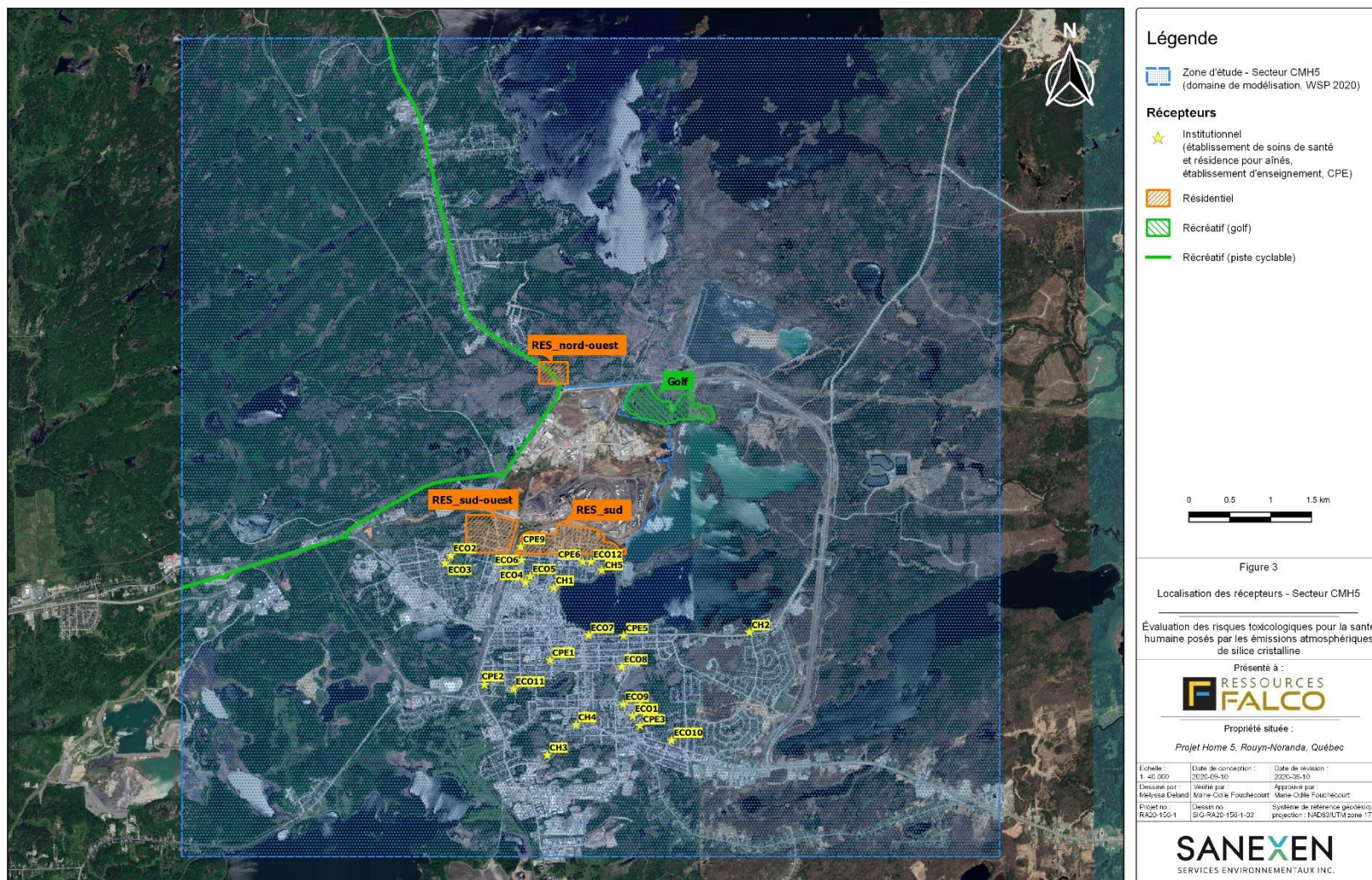


FIGURE 3 Localisation des récepteurs – Secteur du CMH5

**ÉVALUATION DES RISQUES TOXICOLOGIQUES POUR LA SANTÉ HUMAINE
POSÉS PAR LES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES DE SILICE CRISTALLINE
PROJET HORNE 5, ROUYN-NORANDA, QUÉBEC**

Sanexen Services Environnementaux inc.

Ressources Falco Ltée

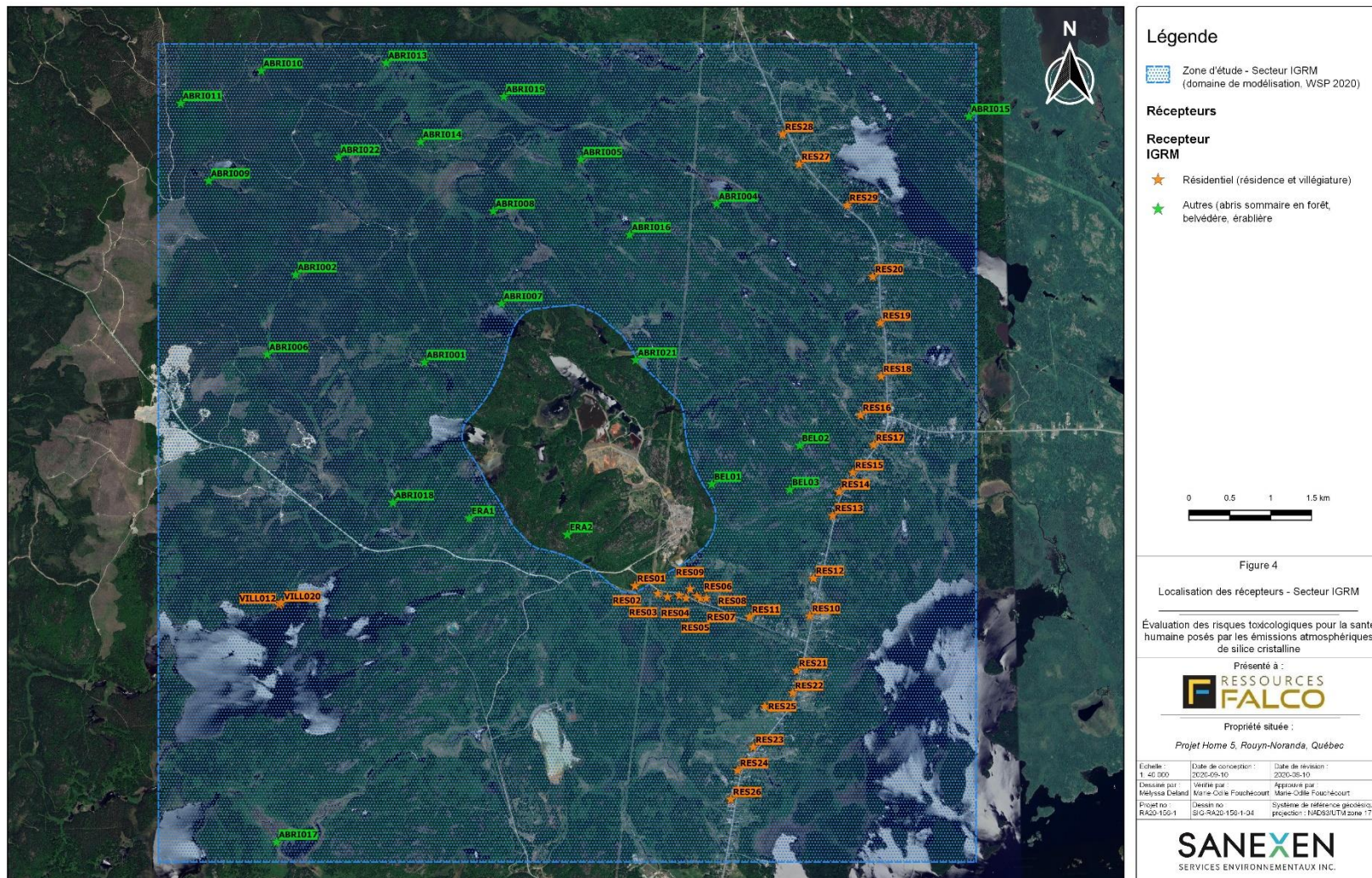
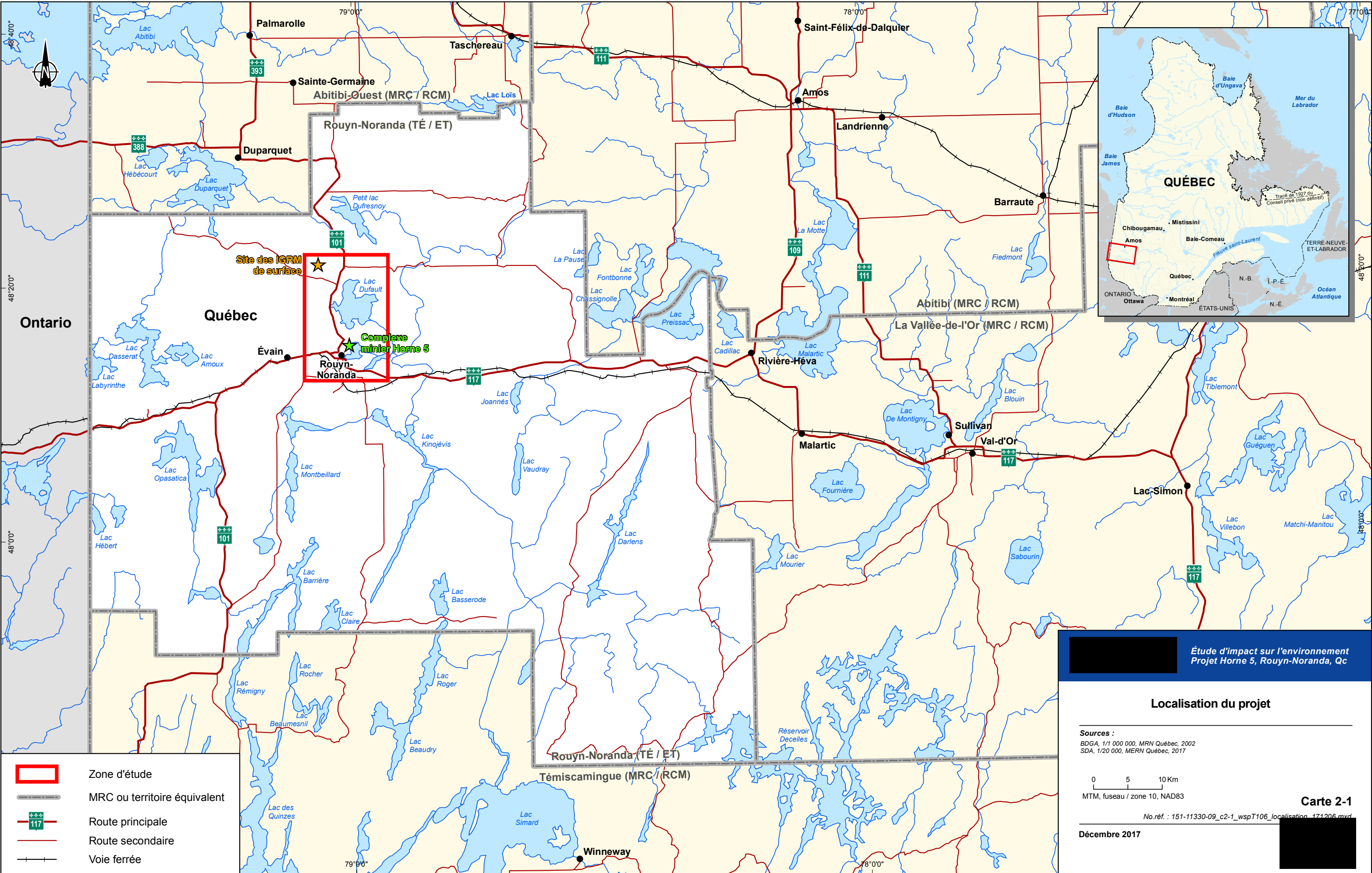
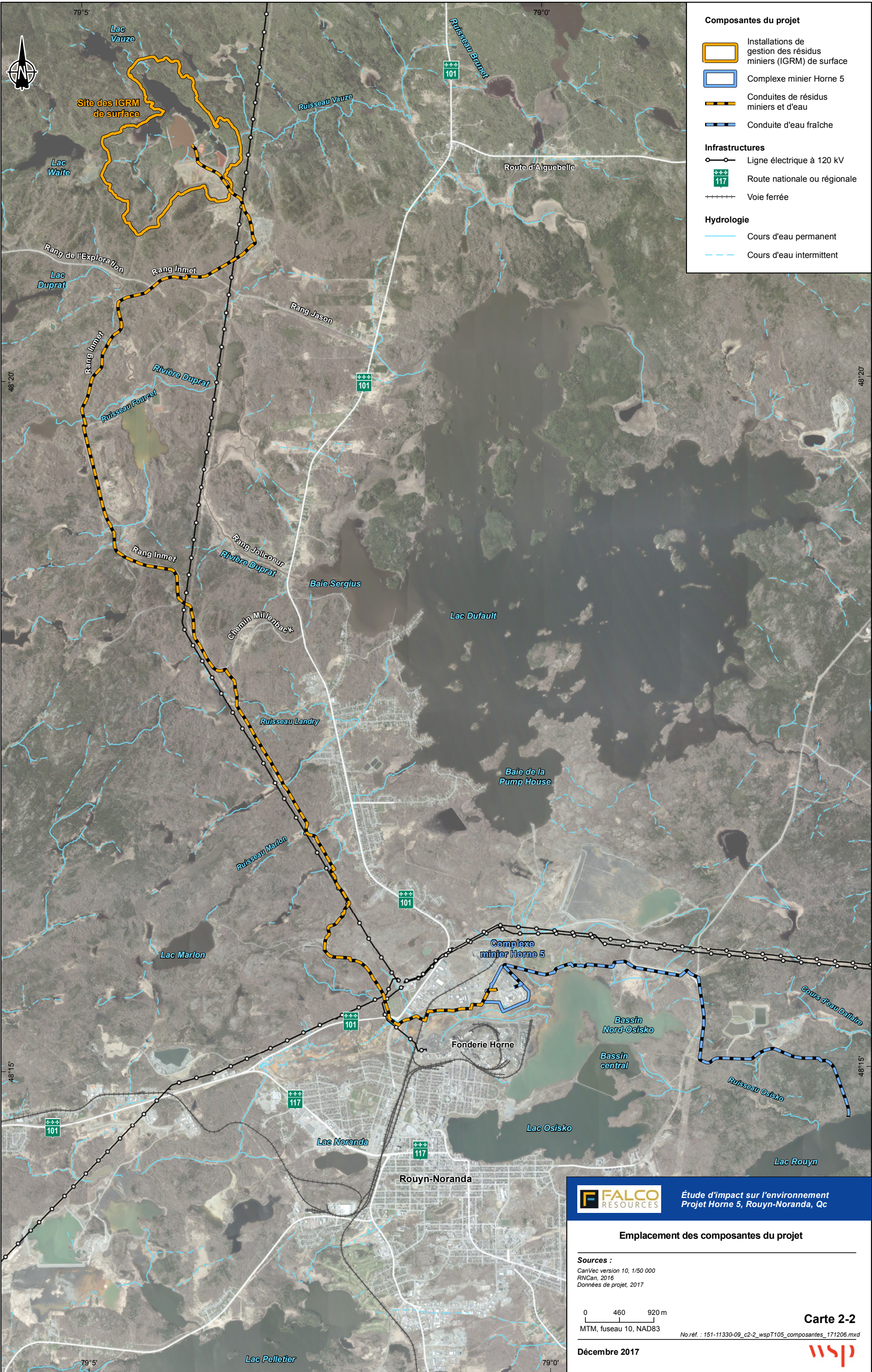


FIGURE 4 Localisation des récepteurs – Secteur des IGRM

ANNEXE A

Figures tirées de l'ÉIE (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-divulgaration 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/m³) 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	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



UN MEMBRE DE LA
FAMILLE LOGISTEC