



Modélisation de la dispersion atmosphérique dans le cadre du projet Authier

Rapport final - Révision 1

Sayona Québec inc.



Environnement et géosciences



Modélisation de la dispersion atmosphérique dans le cadre du projet Authier

Rapport final – Révision 1

Sayona Québec inc.
1155, boul. René-Lévesque Ouest, bureau 2500
Montréal (Québec) H3B 2K4



Simon Piché, ing., Ph. D.
Qualité de l'air
Environnement et géosciences



Jenny Vieira, ing.
Chef d'équipe, Qualité de l'air et changements climatiques
Environnement et géosciences

N/Dossier n° : 657208
N/Document n° : 657208-SLQA-RP02-01

Le 15 décembre 2020



Avis

Le présent rapport a été préparé, et les travaux qui y sont mentionnés ont été réalisés par SNC-Lavalin GEM Québec inc. (SNC-Lavalin), exclusivement à l'intention de **Sayona Québec inc.** (le Client), qui a été partie prenante à l'élaboration de l'énoncé des travaux et en comprend les limites. La méthodologie, les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport sont fondés uniquement sur l'énoncé des travaux et assujettis aux exigences en matière de temps et de budget, telles que décrites dans l'offre de services et/ou dans le contrat en vertu duquel le présent rapport a été produit. L'utilisation de ce rapport, le recours à ce dernier ou toute décision fondée sur son contenu par un tiers est la responsabilité exclusive de ce dernier. SNC-Lavalin n'est aucunement responsable de tout dommage subi par un tiers du fait de l'utilisation de ce rapport ou de toute décision fondée sur son contenu.

Les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport (i) ont été élaborés conformément au niveau de compétence normalement démontré par des professionnels exerçant des activités dans des conditions similaires de ce secteur, et (ii) sont déterminés selon le meilleur jugement de SNC-Lavalin en tenant compte de l'information disponible au moment de la préparation du présent rapport. Les services professionnels fournis au Client et les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport ne font l'objet d'aucune autre garantie, explicite ou implicite. Les conclusions et les résultats cités au présent rapport sont valides uniquement à la date du rapport et peuvent être fondés, en partie, sur de l'information fournie par des tiers. En cas d'information inexacte, de la découverte de nouveaux renseignements ou de changements aux paramètres du projet, des modifications au présent rapport pourraient s'avérer nécessaires.

Le présent rapport doit être considéré dans son ensemble, et ses sections ou ses parties ne doivent pas être vues ou comprises hors contexte. Si des différences venaient à se glisser entre la version préliminaire (ébauche) et la version définitive de ce rapport, cette dernière prévaudrait. Rien dans ce rapport n'est mentionné avec l'intention de fournir ou de constituer un avis juridique. SNC-Lavalin décline en outre toute responsabilité envers le Client et les tiers en ce qui a trait à l'utilisation (publication, renvoi, référence, citation ou diffusion) de tout ou partie du présent document, ainsi que toute décision prise ou action entreprise sur la foi dudit document. Le contenu du présent rapport est confidentiel et exclusif. Il est interdit à toute personne autre que le Client de copier, de distribuer, d'utiliser ou de prendre toute décision ou mesure sur la foi des renseignements contenus dans le présent rapport, en tout ou en partie, sans l'autorisation expresse écrite du Client et de SNC-Lavalin GEM Québec inc.

Table des matières

1	Introduction	1
1.1	Aperçu du projet	1
1.2	Objectifs de l'étude	2
2	Description générale du projet	3
2.1	Localisation et aménagement extérieur	4
2.2	Scénario de production retenu pour la modélisation	4
3	Estimation des émissions atmosphériques	10
3.1	Estimation des émissions de métaux et silice cristalline	13
3.2	Machinerie lourde	15
3.3	Boutage et nivelage du matériel	15
3.4	Transfert de matériel	16
3.5	Érosion éolienne	18
3.6	Forage	18
3.7	Sautage	19
3.8	Usine de concentration du minerai	20
3.8.1	Concassage et tamisage	20
3.8.2	Entreposage	21
3.9	Transport minier	21
3.10	Livraison du concentré	22
4	Modélisation de la dispersion atmosphérique	35
4.1	Modèle de dispersion et options	35
4.2	Domaine de modélisation, topographie et récepteurs	36
4.3	Météorologie	38
4.3.1	Données météorologiques	38
4.3.2	Traitement des données	41
4.3.3	Rose des vents	42
4.3.4	Paramètres de surface	43
4.4	Effets de sillage des bâtiments	48

4.5	Caractéristiques des sources d'émissions atmosphériques	49
4.6	Variation des émissions	51
4.7	Options	53
4.8	Normes et critères de qualité de l'atmosphère et concentrations initiales	55
5	Résultats	57
5.1	Dispersion atmosphérique	57
5.1.1	Matières particulaires	58
5.1.2	Gaz de combustion	58
5.1.3	Métaux	58
5.1.4	Silice cristalline	59
5.2	Incertitudes liées aux résultats de modélisation	60
5.3	Inventaire des émissions	61
6	Conclusion	72

Liste des tableaux

Tableau 1	Plan d'exploitation lors des 10 premières années	6
Tableau 2	Sources d'émissions considérées dans l'étude	7
Tableau 3	Sources d'émissions potentielles exclues de l'étude	8
Tableau 4	Composition des différents matériaux manipulés	12
Tableau 5	Ratio de SC dans les PM ₁₀ et PM ₄ selon la source d'émission.....	14
Tableau 6	Quantités transférées selon la période d'exposition de la norme ou critère	17
Tableau 7	Composition en métaux et silice cristalline des poussières de route	24
Tableau 8	Facteurs d'émission des moteurs diesels de la machinerie lourde	26
Tableau 9	Facteurs d'émission associés au boutage ou nivelage de matériel au sol	27
Tableau 10	Facteurs d'émission fugitive lors du transfert du matériel	28
Tableau 11	Facteurs d'émission fugitive associés à l'érosion éolienne	29
Tableau 12	Facteurs d'émission fugitive associés au forage de production	30

Tableau 13	Facteurs d'émission fugitive associés au sautage	30
Tableau 14	Facteurs d'émission associés aux activités de concassage, tamisage et entreposage.....	31
Tableau 15	Facteurs d'émission fugitive des routes minières	32
Tableau 16	Facteurs d'émission des camions de livraison du concentré sur le segment non pavé industriel (sur le site minier).....	33
Tableau 17	Facteurs d'émission des camions de livraison du concentré sur le segment non pavé public (pour l'accès au site minier à partir de la route 109)	33
Tableau 18	Facteurs d'émission des camions de livraison du concentré sur le segment pavé de route.....	34
Tableau 19	Liste des récepteurs sensibles	38
Tableau 20	Sommaire des observations météorologiques horaires manquantes à la station de l'aéroport de Val-d'Or.....	39
Tableau 21	Liste des stations météorologiques et paramètres utilisés (2006 à 2010).....	40
Tableau 22	Paramètres de surface par saison et par type de couverture du sol	47
Tableau 23	Paramètres de surface utilisés dans le modèle météorologique.....	48
Tableau 24	Caractéristiques des sources fixes.....	49
Tableau 25	Caractéristiques des sources volumiques représentant des segments de route	49
Tableau 26	Caractéristiques des sources volumiques	50
Tableau 27	Caractéristiques des sources surfaciques	51
Tableau 28	Paramètres pour la déposition sèche des particules	54
Tableau 29	Normes et critères de qualité de l'atmosphère et concentrations initiales	56
Tableau 30	Concentrations maximales calculées dans l'air ambiant à la limite de la zone tampon de 300 m et au-delà pour les principaux contaminants	62
Tableau 31	Concentrations maximales calculées dans l'air ambiant à la limite de la zone tampon de 300 m et au-delà pour les métaux.....	63
Tableau 32	Concentrations maximales calculées dans l'air ambiant pour les principaux contaminants à la limite des trois lots privés qui feront l'objet d'un achat par Sayona	64

Tableau 33	Concentrations maximales calculées dans l'air ambiant pour les métaux à la limite des trois lots privés qui feront l'objet d'un achat par Sayona	65
Tableau 34	Concentrations maximales calculées dans l'air ambiant pour les principaux contaminants à la limite entre les terres publiques et les autres terres privées situées plus au sud du claim minier	66
Tableau 35	Concentrations maximales calculées dans l'air ambiant pour les métaux à la limite entre les terres publiques et les autres terres privées situées plus au sud du claim minier	67
Tableau 36	Concentrations maximales calculées dans l'air ambiant aux récepteurs sensibles pour les contaminants présentant un dépassement de la norme (critère) à la limite de 300 m et au-delà	68
Tableau 37	Fréquence maximale de dépassements de la norme (critère) à un récepteur à la limite de 300 m	70
Tableau 38	Inventaire des émissions (en kg) pour l'année 6 de production	71

Liste des figures

Figure 1	Localisation du projet	5
Figure 2	Domaine de modélisation, topographie et récepteurs.....	37
Figure 3	Rose des vents – Aéroport de Val-d'Or (2006-2010).....	42
Figure 4	Rose des vents – Aéroport de Rouyn-Noranda (2006-2010).....	43
Figure 5	Carte de couverture du sol sur un domaine de 10 x 10 km centré sur le site de la station météorologique de l'aéroport de Val-d'Or.....	45
Figure 6	Définition des secteurs dans un rayon de 1 km de la station météorologique de Val-d'Or utilisée pour l'estimation de la rugosité de la surface.....	46
Figure 7	Localisation des bâtiments et hauteurs correspondantes entre parenthèses	48
Figure 8	Identification des sources d'émissions	52

Liste des annexes

Annexe A

Taux d'émission des contaminants à l'étude

Annexe B

Imprimé de la note de calcul

Annexe C

Cartes

Annexe D

Devis de modélisation

Liste des abréviations

AERMET	American Meteorological Society and Environmental Protection Agency Regulatory Meteorological Preprocessor
AERMAP	AERMOD Terrain Preprocessor
AERMOD	American Meteorological Society and Environmental Protection Agency Regulatory Air Dispersion Model
BPIP	Building Profile Input Program
COV	Composés organiques volatils
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
EIE	Étude d'impact sur l'environnement
GES	Gaz à effet de serre
INRP	Inventaire national des rejets de polluants
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MFFP	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
NOAA	National Oceanographic and Atmospheric Administration
RAA	Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère
SC	Silice cristalline
US EPA	United States Environmental Protection Agency
UTC	Universal Time Coordinated
UTM	Universal Transverse Mercator

1 Introduction

Sayona Québec inc. (Sayona) projette de construire et d'exploiter une nouvelle mine à ciel ouvert (projet Authier) visant l'extraction d'un minerai de pegmatite à spodumène destiné pour le marché du lithium. Ce projet minier nécessite donc une évaluation de l'impact des émissions de contaminants atmosphériques sur la qualité de l'air dans le cadre d'une étude d'impact sur l'environnement (EIE).

Sayona a mandaté SNC-Lavalin GEM Québec inc. (SNC-Lavalin) afin de réaliser une étude de dispersion atmosphérique (modélisation) selon les prescriptions établies dans le *Guide d'instructions « Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques – Projets miniers »* du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC, février 2017), ci-après nommé « Guide d'instructions ». Le promoteur du projet et le responsable du dossier en lien à cette étude sont :

SAYONA QUÉBEC INC.

1155, boul. René-Lévesque Ouest, bureau 2500
Montréal (Québec) H3B 2K4

Responsables du dossier chez Sayona

M. Yanick Plourde
Directeur Environnement
Téléphone : 418-261-9141
Courriel : yanick.plourde@sayonaquebec.com

Ce rapport est une révision de l'étude de dispersion atmosphérique présentée au MELCC dans le cadre de l'EIE (SNC-Lavalin, décembre 2019, N° 657208-SLQA-RP02-00). Il y intègre l'ensemble des ajouts, des correctifs et des justifications inclus dans les réponses aux questions et commentaires du MELCC en date du 31 mars 2020 (dossier 3211-16-020) relatifs à la qualité de l'air (QC-113 à 120 et 124). Les principaux changements et correctifs aux intrants par rapport à l'étude de décembre 2019 sont identifiés dans ce rapport par la mention [correctif] avec les explications et justifications au besoin.

1.1 Aperçu du projet

Le projet Authier consiste à la mise en service d'installations pour l'extraction du gisement de spodumène dans une mine à ciel ouvert, située à La Motte et à Preissac dans la région administrative de l'Abitibi-Témiscamingue, à environ 45 km au nord-ouest de la ville de Val-d'Or et à 15 km au nord de la municipalité de Rivière-Héva. Le site minier proposé est situé aux coordonnées géodésiques suivantes : UTM 5 361 360 mN, 706 725 mE (NAD83 - zone 17).

Sayona estime les réserves minérales du gisement à 12 096 000 tonnes métriques (prouvées et probables) en spodumène contenant en moyenne 1,00 % d'oxyde de lithium (Li₂O). La durée de vie est estimée à 14 ans (excluant l'année de préproduction) avec un taux d'extraction du minerai de 883 000 tonnes métriques par année à partir de l'année 2.

Le minerai de pegmatite extrait de la fosse sera concentré sur place en passant par une unité de concassage et de concentration (broyage humide, séparation magnétique, flottation / épaisseissement / filtration) produisant en moyenne 120 600 tonnes humides de concentrés (6 % Li₂O) par année (1,69 Mt sur la durée de vie du projet).

1.2 Objectifs de l'étude

L'objectif de cette étude est d'estimer les effets sur la qualité de l'air lors de l'exploitation du projet et de déterminer si le projet risque d'entraîner des dépassements des normes de qualité de l'atmosphère définies dans le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA) ou des critères québécois de qualité de l'atmosphère (MELCC, 2018).

Ce document comporte six sections incluant la présente introduction. La section 2 présente un bref survol du projet minier et du scénario d'exploitation retenu pour l'étude. La section 3 présente les sources d'émissions, les contaminants et la méthodologie de calcul des taux d'émission. La section 4 présente la méthodologie de modélisation de la dispersion atmosphérique, les caractéristiques des sources d'émission ainsi que les normes et critères de qualité de l'atmosphère applicables pour chaque contaminant considéré dans l'étude. Finalement, les sections 5 et 6 présentent les résultats et diverses observations et conclusions. Le tout a été rédigé selon les recommandations du Guide d'instructions (MELCC, 2017).

2 Description générale du projet

Sayona a développé un plan d'exploitation sur base annuelle pour la durée de vie de la mine (Sayona, 2019). Les points saillants de ce plan sont présentés au [tableau 1](#). Selon ce plan, une moyenne de 0,86 Mt de minerai serait extraite annuellement d'une mine à ciel ouvert d'une empreinte de 45 ha présentant des ressources minérales prouvées. La totalité du minerai sera traitée sur le site à l'usine de concassage et de concentration pour la production annuelle moyenne de 0,12 Mt de concentré (base humide) contenant 6 % de LiO₂. Les activités principales de la mine et de l'usine lors de la phase d'exploitation incluront :

- › L'extraction de la terre végétale et du mort-terrain de la fosse suivie de leur chargement, du transport par camion, du déchargement et du nivelage sur une halde respective;
- › Le forage des trous de production et le sautage;
- › L'excavation et le chargement du stérile dynamité dans des camions, le transport puis le déchargement et le nivelage dans l'aire d'accumulation des stériles et résidus miniers;
- › L'excavation et le chargement du minerai dans des camions suivis du transport et du déchargement dans la trémie du concasseur primaire ou au site d'entreposage temporaire (ROM pad). Ce dernier permet de mieux gérer l'alimentation du minerai au concasseur en assurant une alimentation continue;
- › La préparation du minerai : concassage primaire, transfert par convoyeur vers des concasseurs secondaire et tertiaire et un tamiseur à double étage. Le minerai concassé sera entreposé temporairement dans un bâtiment fermé équipé d'un dépoussiéreur;
- › L'usine de concentration incluant une unité de broyage, une unité de séparation magnétique, une unité de flottation et une unité de filtration sous pression générant un concentré contenant 6 % de LiO₂ et 6,5 % d'humidité. Celui-ci sera entreposé temporairement dans un bâtiment fermé équipé d'un dépoussiéreur;
- › L'épaississement puis la filtration sous pression des résidus miniers afin d'obtenir une pâte contenant 12 % d'humidité. Les résidus seront convoyés dans un silo de stockage avant d'être transférés dans des camions en direction de l'aire d'accumulation. Le convoyeur et le silo seront couverts et à l'abri du vent;
- › Le chargement du concentré dans des camions à l'aide d'une chargeuse frontale pour l'expédition vers le port de Trois-Rivières, Contrecoeur ou Montréal. Le concentré sera déchargé dans un entrepôt et sera pris en charge par les autorités du port.

L'ensemble de ces activités incluant le stockage du mort-terrain, des résidus et des stériles ont été considérées dans l'élaboration du scénario de modélisation de la dispersion atmosphérique.

2.1 Localisation et aménagement extérieur

La [figure 1](#) présente le plan d'affectation des terres publiques et privées de la région et une carte de localisation des installations prévues pour le projet Authier dans sa phase finale en date de décembre 2020. Un aperçu des installations de surface incluant les haldes de mort-terrain et de terre végétale, la fosse, l'aire d'accumulation des stériles et des résidus miniers, la plateforme d'entreposage temporaire du minerai extrait, le concentrateur, les concasseurs, les routes d'accès et autres bâtiments et structures du site y sont également présentées.

La figure délimite également les trois lots à tenure privée (lots 4 593 542, 4 593 543 et 4 593 139 du cadastre de la Municipalité de La Motte) situés directement au sud des claims miniers pour lesquels Sayona est en pourparlers pour en faire l'acquisition avant le début du Projet.

2.2 Scénario de production retenu pour la modélisation

Le plan de développement actuel prévoit un taux d'extraction constant du minerai à partir de l'année 2 de 883 kt par année. Le taux d'extraction du stérile augmente quant à lui annuellement jusqu'à l'atteinte d'un maximum à l'année 7 ([tableau 1](#)). Le scénario retenu est basé sur les prévisions pour l'année 6, soit l'une des deux années (avec l'année 7) où la plus grande quantité de matériel (incluant le minerai, le stérile et le mort-terrain) sera extraite de la fosse et transportée vers les différents points de chute. L'année 6 a été choisie afin d'inclure la gestion du mort-terrain dans le modèle dont l'extraction cesse à partir de l'année 7. Les émissions liées au camionnage, au chargement et au déchargement du matériel seront maximales dans ces conditions. Les émissions associées à l'érosion éolienne de la halde à mort-terrain, qui est la source la plus rapprochée par rapport aux lots privés au sud, seront présentes à l'année 6 (halde active) alors qu'elles seront absentes à l'année 7 (revégétalisation naturelle ou assistée de la halde).

Les sources des émissions atmosphériques qui ont été considérées dans le modèle de dispersion sont listées au [tableau 2](#). Les paramètres d'exploitation (quantités, caractérisations chimiques, etc.) et méthodes de calcul associés sont détaillés à la section 3. D'autre part, le [tableau 3](#) évoque les raisons de l'exclusion de certaines sources d'émission potentielle de la modélisation.

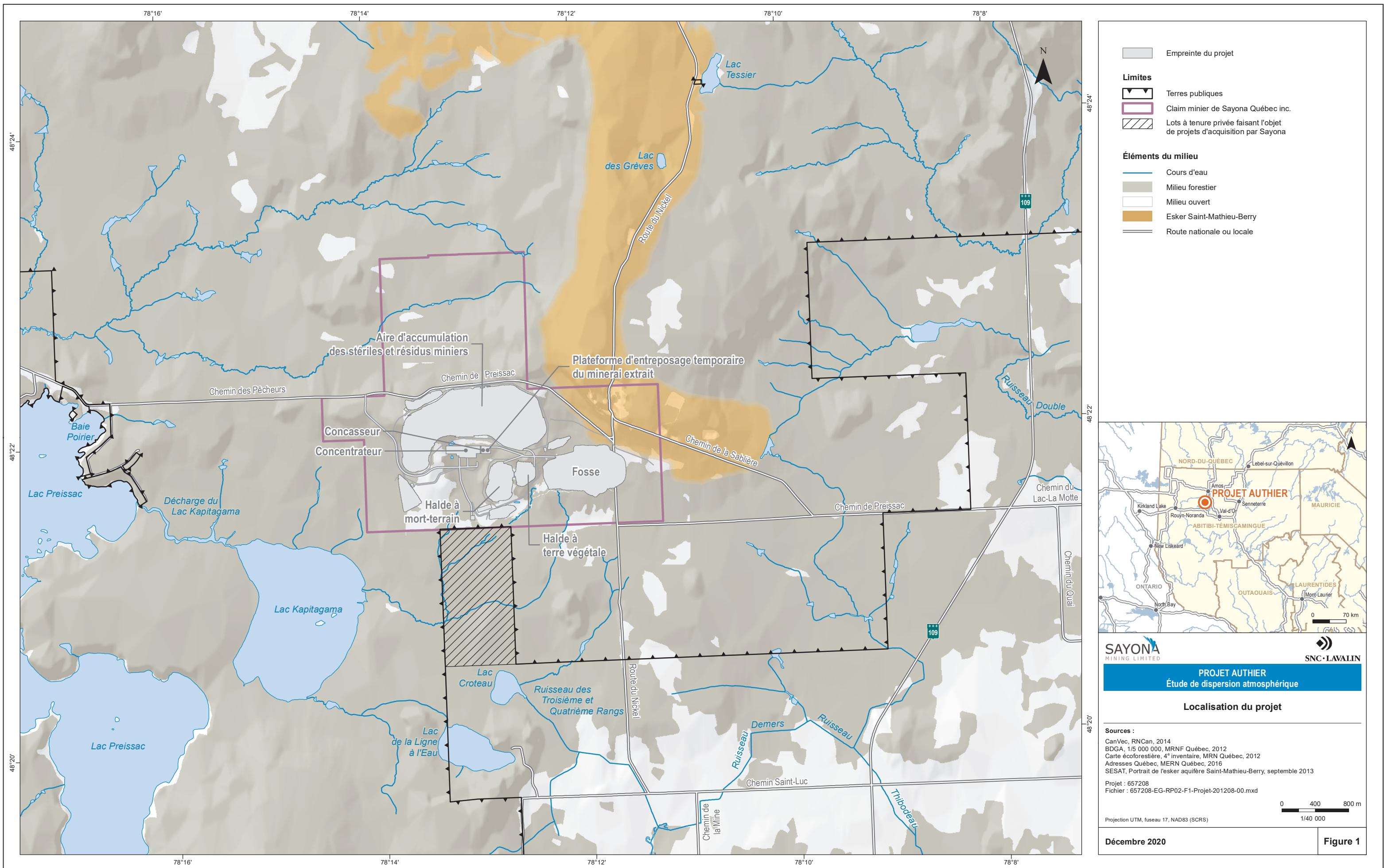


Tableau 1 Plan d'exploitation lors des 10 premières années

Quantité annuelle (en kt)	Année										Total ^b
	1	2	3	4	5	6 ^a	7	8	9	10	
Mineraï extrait total	772	883	883	883	883	883	883	883	883	883	12 096
Mineraï extrait expédié directement au concasseur	193	221	221	221	221	221	221	221	221	221	3 024
Mineraï extrait transitant par un site d'entreposage temporaire	579	662	662	662	662	662	662	662	662	662	9 072
Stérile extrait	2 068	1 391	4 142	7 322	10 429	11 672	13 098	10 895	8 078	5 092	78 223
Mort-terrain extrait	180	1 022	939	751	609	1 440	20	0	0	0	5 217
Total extrait de la fosse (mineraï + stérile + mort-terrain)	3 020	3 296	5 964	8 956	11 920	13 995	14 000	11 778	8 961	5 974	95 536
Résidus miniers (base humide)	760	879	880	866	884	864	867	885	869	870	11 952
Concentré produit (base humide)	111	117	116	129	112	130	128	111	126	125	1 688

a Quantités utilisées dans le scénario de modélisation

b Correspond au total pour les 14 années de production incluant l'année de préproduction

Tableau 2 Sources d'émissions considérées dans l'étude

ID	Source d'émission	Section du rapport
A1	Boutage du mort-terrain, stérile ou minerai extrait dans la fosse	Sections 3.2 (machinerie lourde) et 3.3 (boutage et nivelage du matériel)
A2	Nivelage du stérile et des résidus miniers sur l'aire d'accumulation	
B1	Extraction et chargement du minerai de la fosse dans des camions	
B2	Extraction et chargement du stérile de la fosse dans des camions	
B3	Extraction et chargement du mort-terrain de la fosse dans des camions	
B4	Déchargement du minerai des camions à la plateforme d'entreposage Exploitation de chargeuses sur roue	Sections 3.2 (machinerie lourde pour les chargements à la fosse) et 3.4 (transfert de matériel)
B5	Déchargement du minerai des camions dans la trémie du concasseur	
B6	Déchargement des stériles des camions à l'aire d'accumulation	
B7	Déchargement du mort-terrain des camions à la halde à mort-terrain	
B8	Déchargement des résidus miniers des camions à l'aire d'accumulation	
C1	Érosion éolienne de la pile d'entreposage temporaire du minerai extrait	
C2	Érosion éolienne de la halde à mort-terrain	Section 3.5 (érosion éolienne)
C3	Érosion éolienne de l'aire d'accumulation (section active)	
C4	Érosion éolienne de l'aire d'accumulation (section inactive)	
D1	Forage des trous de production	Sections 3.2 (machinerie lourde) et 3.6 (forage)
E1	Sautage	Section 3.7 (sautage)
F1	Concassage primaire	
F2	Concassage secondaire et tertiaire, tamisage et entreposage du minerai concassé	Section 3.8 (concassage, tamisage et entreposage)
F3	Entreposage du concentré	
G1	Segment de route #1 (transport du mort-terrain, minerai et stérile)	
G2	Segment de route #2 (transport du minerai et résidu)	
G3	Segment de route #3 (transport du stérile et résidu)	Sections 3.2 (machinerie lourde) et 3.9 (transport minier)
G4	Segment de route #4 (transport du mort-terrain)	
G5	Segment de route #5 (transport du résidu)	
H1	Livraison du concentré par camion (chemin d'accès à la mine)	
H2	Livraison du concentré (route publique non pavée)	
H3	Livraison du concentré (route pavée dans le domaine de modélisation)	Section 3.10 (livraison du concentré)

Tableau 3 Sources d'émissions potentielles exclues de l'étude

Source	Justification
Nivelage du mort-terrain sur la halde	Seulement deux bouteurs seront disponibles à l'année 6 pour effectuer les différentes activités de boutage et de nivelage. Un bouteur est attribué aux tâches dans la fosse (source A1) et l'autre à l'aire d'accumulation de stérile et résidu minier (source A2) au lieu de la halde à mort-terrain, étant donné que les quantités disposées à l'aire d'accumulation sont prédominantes et que le contenu en métaux des poussières de stérile et résidu minier est plus important.
Nivelage des routes minières	Les niveleuses seront utilisées de façon intermittente au courant de l'année 6 pour l'entretien et la mise à niveau des routes minières.
Camions auxiliaires	Les véhicules légers (camion à eau/sable, fardier, camion de ravitaillement, camion d'entretien, camionnettes de service) circuleront sur les routes de la mine à fréquence intermittente et indéterminée au cours d'une journée.
Tours d'éclairage Pompes Groupes électrogènes	Le raccordement au réseau électrique d'Hydro-Québec sera effectué au début du projet. Au besoin, les pompes et autres équipements auxiliaires seront électriques et les groupes électrogènes ne sont pas nécessaires (sauf pour les urgences). Les tours d'éclairage autour et dans la fosse seront quant à eux alimentées à partir de panneaux solaires.
Concentrateur	Le broyage humide, la séparation magnétique, la flottation et la filtration sous pression prévus à l'usine sont tous exploités dans des conditions humides n'émettant donc pratiquement pas de poussières. L'usine sera également alimentée en électricité et aucun carburant fossile (autre que le carburant diesel pour la machinerie lourde) ne sera requis. Certains réactifs seront utilisés pour ajuster les propriétés physico-chimiques de la pulpe (pH, tensioactif, flocculation) favorisant la séparation du mica, du spodumène, ou bien l'épaisseur des résidus miniers. Ces réactifs ne sont pas reconnus pour générer des sous-produits gazeux particuliers dans des conditions normales d'opération. Le procédé de concentration ne disposera pas non plus d'étapes de chauffage ou de combustion qui initierait le transfert ou la décomposition en contaminants gazeux. Finalement, les espèces chimiques principales composant ces réactifs selon les fiches signalétiques ne possèdent pas de normes ou de critères de qualité de l'atmosphère au Québec.
Unité de chauffage	Une unité de chauffage sera active lors des périodes froides à l'entrepôt des explosifs en émulsion afin d'éviter le gel des systèmes de distribution. Le niveau de consommation potentiel de mazout demeure toutefois faible (< 7 L/h).
Chargement des résidus miniers dans les camions	Les résidus seront transférés par un convoyeur fermé vers un silo de chargement des camions conçu pour être à l'abri du vent. Puisque les résidus auront une consistance pâteuse (humidité prévue de 12 %), peu d'émissions de poussières/métaux lors du chargement des camions sont attendues à cet endroit.

Tableau 3 Sources d'émissions potentielles exclues de l'étude (suite)

Source	Justification
Réservoirs de carburant	Des réservoirs de diesel et d'essence sont prévus sur le site. Ceux-ci généreraient de faibles émissions d'hydrocarbures dont les constituants chimiques ne sont pas modélisés dans le cadre de l'étude.
Atelier(s) mécaniques	Des émissions associées entre autres aux activités de soudage (réparation, etc.) pourront survenir, mais sont jugées négligeables.
Empilement du minerai concassé à l'extérieur	Cette source surviendra en situation d'opération exceptionnelle étant donné que le minerai concassé sera normalement placé dans un entrepôt fermé équipé d'un dépoussiéreur.
Halde à terre végétale	La terre végétale sera placée dans une halde dédiée en prévision des travaux de restauration dans le futur. À l'année 6, l'extraction du sol de la fosse concernera principalement le mort-terrain alors que la fraction végétale sera stabilisée au fur et à mesure qu'elle sera placée sur la halde permettant à la végétation de la coloniser rapidement pour assurer sa stabilisation. Ceci est un changement par rapport à l'étude originale de décembre 2019 [correctif] alors que l'empreinte complète de la halde avait été incluse comme source d'émission.
Travaux de restauration progressive de l'aire d'accumulation	Une partie de la surface de l'aire d'accumulation sera restaurée avec de la terre végétale au courant de l'année 6. Les émissions associées au chargement/déchargement et au camionnage de la terre végétale sont exclues pour les raisons suivantes : les quantités exactes requises sont indéterminées, mais seront très faibles par rapport aux quantités extraites de la fosse.

3 Estimation des émissions atmosphériques

Les sous-sections suivantes décrivent les sources d'émissions atmosphériques liées aux activités de la mine selon le scénario de modélisation établi à la section précédente. Les contaminants d'intérêt aux activités de la mine dans le cadre de la présente étude incluent :

- › particules totales (PM_T);
- › particules fines ($PM_{2.5}$);
- › monoxyde de carbone (CO);
- › oxydes d'azote (NOx), exprimés en dioxyde d'azote (NO_2);
- › dioxyde de soufre (SO_2);
- › dix-neuf (19) métaux (antimoine, argent, arsenic, baryum, beryllium, cadmium, chrome trivalent, chrome hexavalent, cobalt, cuivre, manganèse, mercure, nickel, plomb, sélénum, thallium, titane, vanadium, zinc); et
- › silice cristalline (SC).

Ces métaux, ayant tous une norme ou un critère de qualité de l'atmosphère au Québec, sont inclus dans la mesure où des données de caractérisation géochimique d'échantillons du minerai et du stérile provenant de la zone d'étude sont disponibles (Lamont, 2017). D'autres caractéristiques intrinsèques aux matériaux manipulés sont requises pour le calcul des émissions de poussières. Les valeurs retenues sont présentées au [tableau 4](#) et justifiées dans les paragraphes suivants :

Teneur en silt

Aucune analyse de la teneur en silt (particules de 75 microns et moins) dans le minerai et le stérile fraîchement dynamité n'est disponible. Une teneur en silt de 1 % [correctif] est considérée pour ces deux matériaux pour les raisons suivantes :

- › Des simulations de fragmentation du minerai et du stérile à partir d'un modèle reconnu du centre de recherche JKMR (Julius Kruttschnitt Mineral Research Center) suggèrent que 0,5 % (minerai) et 0,4 % (stérile) des fragments auront une taille inférieure à 1 mm, qui est la taille la plus petite pour ce type d'analyse. Les simulations se sont basées sur les propriétés du roc, la configuration du banc de sautage et le type d'explosif prévus à la mine. Selon cette approche, le contenu en silt serait donc inférieur à 0,5 % sur base massique.
- › Le compendium AP-42 de l'*United States Environmental Protection Agency* (US EPA, 2006a) suggère une plage entre 0,4 % et 2,3 % de silt (1 % en moyenne) pour la roche calcaire (*limestone*) alors que le guide de déclaration des émissions de carrières d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC, 2018a) suggère des teneurs en silt de 0,5% pour le calcaire et 1,5% pour le calcaire concassé. Une teneur en silt de 1 % apparaît donc comme une valeur représentative pour une roche sédimentaire dynamitée avant concassage, similaire à la situation rencontrée au site Authier.

La teneur en silt des résidus miniers (46,2 % [correctif]) est basée sur une analyse granulométrique effectuée sur un échantillon de résidus obtenus d'un essai métallurgique à partir du minerai du site Authier en 2016.

La teneur en silt du mort-terrain (10 %) est tirée du guide de déclaration des émissions de carrières d'ECCC (2018a).

Humidité

L'humidité du minerai (3 %) et celle des résidus miniers (12 % après filtration sous pression) proviennent de l'étude de faisabilité définitive du projet Authier (Sayona Québec et BBA, 2019).

Pour le stérile, aucune information spécifique au site Authier n'est disponible. Le compendium AP-42 de l'US EPA (2006a) mentionne une plage de 0,2 % à 5 % pour la roche calcaire et les différents produits calcaires. La valeur moyenne (2,1 % [correctif]) est retenue, soit une valeur plus prudente par rapport à l'humidité du minerai (3 %) qui provient de la même formation rocheuse.

L'humidité du mort-terrain provient du compendium AP-42 de l'US EPA (1998) au tableau 11-9.3.

Teneurs en métaux (à l'exception du chrome)

Pour chaque métal, les teneurs moyennes ou, le cas échéant, la limite de détection analytique du laboratoire à partir des différents échantillons de minerai (3), stérile (52) et résidu minier (1) (Lamont, 2017) sont utilisées pour le calcul des émissions de métaux selon le matériel manipulé.

Les teneurs en métaux dans le mort-terrain correspondent à la moyenne des analyses faites par Nordinfra en novembre 2020 dans le limon ou le sable et gravier (valeur maximale entre les deux textures retrouvées dans le mort-terrain du site), sauf quelques exceptions notées au [tableau 4](#) [correctif].

Finalement, en l'absence de données spécifiques pour le concentré, les teneurs en métaux du concentré (en lien aux émissions du dépoussiéreur de l'entrepôt) sont supposées identiques à celles du minerai [correctif].

Teneurs en chrome trivalent et hexavalent [correctif]

Une analyse faite sur sept échantillons de stérile du site Authier a établi un maximum de 0,52 % de chrome hexavalent dans le chrome total (MDGA, 2018). Ce ratio est utilisé pour estimer les teneurs en chrome hexavalent et en chrome trivalent du stérile et du minerai en fonction des concentrations de chrome total provenant de l'étude géochimique (Lamont, 2017).

Pour ce qui est des résidus miniers, la différentiation entre la forme hexavalente et trivale est indéterminée. Dans ce cas-ci, la teneur en chrome total dans l'échantillon de résidu minier (Lamont, 2017) a été utilisée autant pour la forme trivale qu'hexavalente.

Les teneurs dans le mort-terrain proviennent de l'étude de caractérisation de Nordinfra en novembre 2020.

Teneurs en silice cristalline

Les teneurs en silice cristalline (quartz) du minerai et du stérile ont été déterminées par des analyses en laboratoire dans des échantillons composites. Les résultats pour le minerai ont été présentés dans l'étude de faisabilité définitive (Sayona Québec et BBA, 2019) et représentent le contenu en quartz anticipé à partir de l'année 5 d'exploitation. Les résultats pour le stérile ont

quant à eux été obtenus en marge de la présente étude. Aucun quartz n'a été détecté. La limite de détection analytique du laboratoire est donc considérée.

Aucune analyse de la teneur en quartz n'est disponible pour le résidu minier. La valeur considérée est obtenue par un bilan de matière sur le quartz en fonction des quantités de minerais entrants et les quantités de résidus et de concentrés sortants à l'année 6, et des concentrations de quartz dans le mineraï (34,8 %) et le concentré (3,3 %).

La teneur de SC dans le mort-terrain provient de l'étude de caractérisation de Nordinfra en novembre 2020.

Tableau 4 Composition des différents matériaux manipulés

Paramètre	Mineraï	Stérile	Résidu	Mort-terrain
Silt (%)	1,0 ^a	1,0 ^a	46,2 ^a	10,0
Humidité (%)	3,0	2,1 ^a	12,0	7,9
Antimoine (mg/kg)	0,80	0,80	0,80	0,50 ^a
Argent (mg/kg)	0,040	0,028	0,060	0,25 ^a
Arsenic (mg/kg)	0,50	0,50	0,50	0,97 ^a
Baryum (mg/kg)	4,7	36	0,96	69 ^a
Béryllium (mg/kg)	1,50	0,47	0,10	0,31 ^a
Cadmium (mg/kg)	0,16	0,025	0,020	0,45 ^a
Chrome trivalent (mg/kg)	77	557 ^a	34	38 ^a
Chrome hexavalent (mg/kg)	0,40 ^a	2,9 ^a	34 ^a	0,20 ^a
Cobalt (mg/kg)	0,66	32	0,18	8,3 ^a
Cuivre (mg/kg)	91	36	2,4	17 ^a
Manganèse (mg/kg)	82	194	11	288 ^a
Mercure (mg/kg)	0,050	0,050	0,050	0,10 ^a
Nickel (mg/kg)	3,4	468	1,6	24 ^a
Plomb (mg/kg)	3,8	0,68	1,2	5,4 ^a
Sélénium (mg/kg)	0,70	0,70	0,70	0,29 ^a
Thallium (mg/kg)	0,26	0,39	0,18	0,25 ^a
Titane (mg/kg)	2,1	181	1,1	181 ^{a,b}
Vanadium (mg/kg)	1,0	27	1,0	25 ^a
Zinc (mg/kg)	83	23	4,8	32 ^a
Silice cristalline (%mass.)	34,8	0,5	39,5	38,3 ^a

a Modifié ou ajouté par rapport à l'étude originale de décembre 2019 [correctif].

b Aucune analyse disponible. Correspond au maximum entre les concentrations dans le mineraï et stérile.

En plus des contaminants considérés dans l'étude de dispersion, les émissions de PM₁₀ et de composés organiques volatils (COV) ont été évaluées dans le cadre de l'inventaire des émissions. Les émissions de COV sont estimées à partir des émissions d'hydrocarbures, ce qui représente une approche prudente ou une surestimation des émissions de COV. Les émissions de gaz à effet de serre (GES) ont quant à elles été évaluées dans le cadre d'un autre rapport sectoriel de l'EIE.

Les émissions atmosphériques liées aux activités du site minier ont été estimées à partir de méthodes reconnues (p. ex. facteurs d'émission du compendium AP-42 de l'US EPA, Guide de déclaration des carrières et sablières d'ECCC, *Guide d'instructions* du MELCC).

Des taux d'émission maximums quotidiens des contaminants ont été établis pour l'ensemble des sources. Ceux-ci sont établis sur une base annuelle en utilisant les quantités de matériaux extraits à l'année 6 qui seront majorées de 20 % pour prendre en compte la fluctuation des opérations sur base quotidienne [correctif]. De plus, les activités minières sont prévues autant de jour que de nuit (24 h/24). Sauf les exceptions qui seront notées plus loin, les taux d'émission maximums quotidiens sont autant applicables pour l'évaluation des normes et critères de qualité de l'atmosphère de courte à moyenne durée (≤ 24 heures) que de longue durée (1 an). Finalement, pour certaines sources, des mesures d'atténuation des émissions sont déjà prévues par Sayona et sont considérées dans l'estimation des émissions.

3.1 Estimation des émissions de métaux et silice cristalline

Les sous-sections suivantes décrivent les méthodes d'estimation des émissions de particules (PM_T , PM_{10} , $PM_{2.5}$) et tabulent les paramètres considérés ainsi que les facteurs d'émission résultants. Les taux d'émission finaux (en g/s) qui seront modélisés pour l'ensemble des sources et contaminants sont présentés à l'[annexe A](#).

Les émissions de métaux sont ensuite obtenues à partir du taux d'émission de PM_T multiplié par la teneur du métal dans le matériel manipulé ([tableau 4](#)). Pour le manganèse (Mn), nickel (Ni), titane (Ti), et silice cristalline (SC), le taux d'émission de PM_{10} est utilisé afin d'être compatible avec les normes et critères de qualité de l'atmosphère qui sont spécifiés dans les PM_{10} . Un deuxième taux d'émission est calculé pour la SC pour être compatible avec le critère sur base annuelle évalué dans les PM_4 et calculé selon l'équation suivante :

$$E_{SC} = \left(E_{PM_{2.5}} + \frac{1.5}{7.5} \times (E_{PM_{10}} - E_{PM_{2.5}}) \right) \times (C_{SC} \times R_{SC}) \quad (1)$$

E_{SC} : taux d'émission de SC dans les PM_4 (g/s)

$E_{PM_{2.5}}$: taux d'émission de $PM_{2.5}$ (g/s)

$E_{PM_{10}}$: taux d'émission de PM_{10} (g/s)

C_{SC} : fraction de silice cristalline dans le matériel générant la poussière (-)

R_{SC} : ratio moyen de SC dans les PM_4 par rapport au matériel manipulé (-)

Des mesures des teneurs de SC dans les émissions fugitives effectuées dans quelques carrières en Californie démontrent que l'hypothèse utilisée pour les émissions de métaux (teneurs en métaux des émissions égales aux teneurs en métaux des matières manipulées) n'est pas valable pour la SC (Richards *et al.* 2009). Les teneurs observées en SC dans les PM_4 sont en fait bien inférieures aux teneurs en SC des matières manipulées, étant un matériau de grande dureté et peu friable (index d'abrasion faible) ce qui le rend moins propice à la désagrégation en de très fines particules. Des analyses réalisées par Canadian Malartic abondent dans le même sens. Les dépôts à proximité des sources de la mine montrent que la teneur en SC dans les PM_T , PM_{10} , PM_4 et $PM_{2.5}$ est différente et varie selon le type de source (WSP, 2016). Par exemple, il est démontré

que la teneur en SC dans les PM₄ et PM₁₀ déposées est plus élevée pour les poussières de forage (où le matériel est broyé) comparativement aux poussières provenant des surfaces de roulement des camions.

Le [tableau 5](#) ci-dessous présente les ratios de SC dans les PM₁₀ et les PM₄ par rapport au matériau en vrac (Rsc de l'[équation 1](#)) utilisés selon la source d'émission [correctif]. Ils sont basés sur les résultats d'analyse présentés dans l'étude de WSP (2016), à l'exception des ratios retenus pour les chemins publics qui sont plutôt extraits d'un document d'ECCC et Santé Canada (2003). Le ratio maximum résultant des analyses est utilisé pour les PM₁₀ (norme horaire de la SC) alors que le ratio moyen est utilisé pour les PM₄ (norme annuelle).

Tableau 5 Ratio de SC dans les PM₁₀ et PM₄ selon la source d'émission

Sources		Ratio (Rsc) ^a		Référence
Activité	ID	SC PM ₁₀	SC PM ₄	
Manutention du matériel en vrac (autre que résidus miniers)	A1, B1 à B7	28 %	18 %	Selon les résultats de l'échantillon SIL1 « haldes à stérile » de WSP (2016). Le type de grain issu de la manutention est considéré équivalent aux grains issus des piles d'entreposage/disposition.
Érosion éolienne	C1 à C4			
Forage	D1	100 %	50 %	PM ₁₀ : maximum parmi les échantillons SIL2, SIL3, SIL7 et SIL8 « forage » de WSP (2016). PM ₄ : moyenne sur les mêmes échantillons.
Sautage	E1	70 %	23 %	PM ₁₀ : maximum parmi les échantillons SIL4, SIL9 et SIL10 « sautage » de WSP (2016). PM ₄ : moyenne sur les mêmes échantillons.
Routes minières et livraison du concentré (chemin d'accès)	G1 à G5, H1	28 %	10 %	PM ₁₀ : maximum parmi les échantillons SIL5 et SIL6 « route non pavée » de WSP (2016). PM ₄ : moyenne sur les mêmes échantillons.
Livraison du concentré (chemin public)	H2 à H3	26 %	16 %	Équivaut à une concentration de 5,2 % de SC dans les PM ₁₀ et 3,1 % de SC dans les PM ₄ selon ECCC et Santé Canada (2003) au tableau 4, en supposant une teneur en SC de 20 % pour le granulat des routes publiques.
Manutention des résidus miniers	A2, B8	100 %	44 %	Aucune donnée spécifique à la manutention de résidu minier ou de concentré n'est disponible dans l'étude de WSP (2016). Le ratio générique de Richards et al. (2009) pour les PM ₄ est maintenu.
Concassage et entreposage	F1 à F3			

a Correspond à la concentration de SC dans les PM₁₀ (ou les PM₄) par rapport à la concentration de SC dans le matériau en vrac à partir duquel les poussières sont générées.

3.2 Machinerie lourde

Les moteurs diesels de la machinerie lourde (camions, pelles excavatrices, etc.) utilisée sur le site minier émettent plusieurs contaminants atmosphériques. Les taux d'émission de ces contaminants varient selon la puissance effective des moteurs et des exigences réglementaires (*Règlement sur les émissions des moteurs hors route à allumage par compression*) au moment de la mise en marché des équipements. Ces exigences, établies en 2005 et calquées sur la réglementation fédérale américaine, varient en fonction de la puissance des moteurs (groupes intérimaires ou « Tier » en anglais) et de l'année de fabrication des moteurs.

Le [tableau 8](#) (à la fin de la présente section) liste les facteurs d'émission (US EPA, 2018a) pour l'ensemble de la machinerie lourde prévue à la mine pour les contaminants d'intérêt, à l'exception des métaux dont la présence dans le carburant diesel est considérée nulle. Les facteurs d'émission de base pour des certifications de moteur Tier 3 ou 4FB (dernière génération) sont considérés selon la certification du modèle d'équipement prévu par Sayona. Ces facteurs d'émission ont été corrigés pour considérer l'utilisation des moteurs en régime transitoire et l'hypothèse d'une détérioration maximale des émissions dans le temps, mais en considérant un entretien régulier des moteurs.

Les facteurs d'émission de particules (PM_T, PM₁₀, PM_{2.5}) et de SO₂ ont également été corrigés en fonction du contenu en soufre du carburant diesel. Dans le cadre de cette étude, une concentration de 15 mg/kg est considérée, équivalente au maximum acceptable pour le carburant utilisé pour usage dans des véhicules routiers ou hors routes (*Règlement sur le soufre dans le carburant diesel* du gouvernement canadien).

Les facteurs d'émission listés au [tableau 8](#) serviront aux estimations des taux d'émission de contaminants des moteurs ([équation 2](#)) associées à certaines sources présentées dans les prochaines sections. Dans la présente étude, les émissions de combustion des moteurs et les émissions fugitives de poussière liées à une même activité sont modélisées séparément ayant des paramètres d'émission différents. Plus de détails quant aux calculs des facteurs d'émission du [tableau 8](#) sont disponibles dans l'imprimé de la note de calcul ([Annexe B](#)).

$$E_X = FE_X \times P_N \times FC \div 3\,600 \quad (2)$$

E_X : taux d'émission du contaminant X du moteur (g/s)

FE_X : facteur d'émission du contaminant X (g/hp-h)

P_N : puissance nominale du moteur de l'équipement (hp)

FC : facteur de charge moteur moyen (-)

3.3 Boutage et nivelage du matériel

Certaines activités impliquent l'utilisation d'un bouteur (*bulldozer*) pour déplacer le mort-terrain, minerai et stérile de la fosse dans des piles ou bien niveler le mort-terrain, stérile ou résidu minier sur les haldes. Le passage des bouteurs génère ainsi des émissions de poussière. La méthode du guide de déclaration des carrières et sablières d'ECCC (2018a), qui s'inspire d'une méthode du compendium AP-42 de l'US EPA (1998), est utilisée pour estimer les taux d'émission de poussière fugitive ([tableau 9](#)).

$$E = 2,6 \times k \times s^{1,2} \times M^{-1,3} \times T \div 3,6 \quad \text{pour PM}_T \text{ et PM}_{2,5} \quad (3)$$

$$E = 0,75 \times 0,45 \times s^{1,5} \times M^{-1,4} \times T \div 3,6 \quad \text{pour PM}_{10} \quad (4)$$

E : taux d'émission de particules (g/s)

k : multiplicateur granulométrique ($PM_T = 1$; $PM_{2,5} = 0,105$)

s : teneur en silt du matériel (%)

M : teneur en humidité du matériel (%)

T : fraction du temps pendant lequel du matériel est déplacé par le bouteur (-)

La teneur en *silt* (fraction fine < 75 µm) et l'humidité des matériaux applicables utilisés dans les calculs proviennent du [tableau 4](#). Une valeur T de 0,5 est considérée, signifiant que le bouteur déplace du matériel la moitié du temps alors qu'il est à l'arrêt ou se déplace vers un autre endroit l'autre moitié du temps.

Pour ces sources, la sélection du taux d'émission du métal diffère selon la période d'exposition de la norme ou du critère applicable, soit :

- › 1-h (Se, SC) : taux d'émission maximum du métal dans les PM_T ou les PM_{10} selon le cas (voir section 3.1) parmi les matériaux manipulés;
- › 24-h (Cu, Ni, Ti, Zn) et 1-an (Sb, Ag, As, Ba, Be, Cd, Cr(III), Cr(VI), Co, Mn, Hg, Pb, Th, V, SC) : taux d'émission du métal dans les PM_T , PM_{10} ou PM_4 selon le cas (voir section 3.1) pondéré en fonction des quantités de matériaux extraits ou disposés à l'année 6.

3.4 Transfert de matériel

L'excavation des matériaux et le chargement des camions génèrent des émissions fugitives de poussières et de métaux en plus des gaz d'échappement provenant des pelles excavatrices. Les émissions lors du déchargement des camions sont également comptabilisées dans cette catégorie. Les points de transfert qui ont été modélisés incluent :

- › l'excavation et chargement du minerai de la fosse dans des camions;
- › l'excavation et chargement du stérile de la fosse dans des camions;
- › l'excavation et chargement du mort-terrain de la fosse dans des camions;
- › le déchargement du minerai des camions à la plateforme d'entreposage temporaire;
- › le déchargement du minerai des camions dans la trémie d'alimentation d'urgence du concasseur;
- › le déchargement des stériles des camions à l'aire d'accumulation;
- › le déchargement du mort-terrain des camions à la halde à mort-terrain;
- › le déchargement des résidus miniers des camions à l'aire d'accumulation.

Les émissions atmosphériques liées au transfert du matériel ont été évaluées pour chaque point de transfert selon la méthode proposée dans le compendium AP-42 de l'US EPA (2006a).

$$FE = 1,6 \times k \times \left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3} \times \left(\frac{M}{2}\right)^{-1,4} \quad (5)$$

FE : facteur d'émission de particules (g/t transféré)

k : multiplicateur granulométrique ($PM_T = 0,74$; $PM_{10} = 0,35$; $PM_{2,5} = 0,053$)

U : vitesse moyenne de vent (m/s)

M : contenu en humidité du matériel transféré (%)

Les facteurs d'émission par point de transfert sont présentés au [tableau 10](#). Ils ont été calculés selon l'humidité du matériel manipulé, tel qu'indiqué au [tableau 4](#) et une vitesse de vent moyenne de 3,6 m/s obtenue selon les données météorologiques de la station de Val-d'Or qui ont été utilisées lors de la modélisation de la dispersion atmosphérique.

Les taux d'émission fugitive de PM_T , PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont obtenus en multipliant les facteurs d'émission avec la quantité de matériel manipulée rapportée sur une base quotidienne qui est elle-même multipliée par le nombre de transferts ([tableau 10](#)). Le nombre de transferts représente le nombre de fois que le matériel tombe sur une surface à un point de transfert donné. Par exemple, l'excavation du minerai dans la fosse et son chargement dans les camions sont considérés comme deux transferts.

Pour les contaminants dont la période d'exposition de la norme ou du critère applicable est de courte durée (1-h (Se, SC) et 24-h (PM_T , PM_{10} , Cu, Ni, Ti, Zn)), la quantité de matériel utilisée dans le calcul correspond à la moyenne quotidienne selon les quantités annuelles prévues au plan minier pour l'année 6, chacune multipliée par 1,2 [correctif] prenant en compte la fluctuation maximale des opérations sur base quotidienne. Ceci exclut les résidus miniers dont la production restera stable puisque la capacité du concentrateur ne peut être augmentée. Pour les contaminants avec norme ou critère sur base annuelle (Sb, Ag, As, Ba, Be, Cd, Cr(III), Cr(VI), Co, Mn, Hg, Pb, Th, V, SC), les tonnages moyens journaliers sans majoration sont utilisés ([tableau 6](#)).

Tableau 6 Quantités transférées selon la période d'exposition de la norme ou critère

Source ID	Activité	Tonnage journalier (t/j)	
		Norme (1-h et 24-h)	Norme annuelle
B1_FUG	Chargement du minerai dans la fosse	2 903	2 419
B2_FUG B6	Chargement du stérile dans la fosse Déchargement du stérile sur l'aire d'accumulation	38 374	31 978
B3_FUG B7	Chargement du mort-terrain dans la fosse Déchargement du mort-terrain sur la halde à mort-terrain	4 734	3 945
B4_FUG	Déchargement du minerai à la plateforme d'entreposage	2 176	1 814
B5	Déchargement du minerai au concasseur primaire	727	605
B8	Déchargement des résidus sur l'aire d'accumulation	2 368	2 368

3.5 Érosion éolienne

Les émissions liées à l'érosion éolienne des piles et aires d'entreposage suivantes ont été estimées à l'aide du modèle proposé dans le Guide d'instructions (MELCC, 2017).

$$FE = 1,52 \times 10^{-5} \times J \times s \quad (6)$$

FE : taux d'émission spécifique de particules ($\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$)

J : facteur de classe de particules ($\text{PM}_T = 1$; $\text{PM}_{10} = 0,5$; $\text{PM}_{2,5} = 0,075$)

s : teneur en silt du matériel (%)

Les taux d'émission spécifiques par pile et aire d'entreposage sont présentés au [tableau 11](#). Ils ont été calculés selon la quantité de *silt* dans le matériel érodé présentée au [tableau 4](#), exception faite du stérile sur la surface inactive de l'aire d'accumulation. Dans ce cas-ci, une teneur en *silt* de 0,5 % est considérée correspondant à une atténuation de 50 % par rapport à la teneur en silt du stérile fraîchement dynamité (1 %). Cette valeur demeure tout de même prudente étant donné qu'une grande partie de la surface ne sera pas perturbée depuis au moins deux ans et que toute la surface aura subi au moins un épisode de fonte de neige (en plus des précipitations sous forme de pluies et des épisodes de fort vent) lavant en grande partie les particules fines de la surface.

Les taux d'émission calculés ont été appliqués sur les périodes définies au [tableau 11](#), mais en excluant les heures pour lesquelles la vitesse de vent horaire est inférieure à 19,3 km/h selon les données météorologiques utilisées dans le modèle de dispersion atmosphérique. Autrement dit, pour toute heure dont la vitesse de vent horaire est inférieure à 19,3 km/h, un taux d'émission de 0 est appliqué pour l'ensemble des contaminants, tel que requis par le MELCC (2017).

3.6 Forage

Sayona prévoit forer des trous de production de 5 po selon un patron de 4 x 4 m dans le minerai (profondeur d'environ 6 m) et de 4,5 x 4,5 m dans le stérile (profondeur d'environ 9 m). Les émissions fugitives de poussières associées au forage ont été estimées selon la méthode du guide de déclaration des carrières et sablières d'ECCC (2018a) qui s'inspire d'une méthode du compendium AP-42 de l'US EPA (1998).

Les facteurs d'émission de la méthode (en kg par trou foré) représentent des émissions incontrôlées. Or, celles-ci peuvent être réduites de 99 % selon le Guide d'instructions (MELCC, 2017) étant donné que les foreuses qui seront employées par Sayona (Sandvik DI550 T4) sont équipées d'un collecteur de poussières à filtre.

Les taux d'émission de PM_T , PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$ sur base horaire sont obtenus en multipliant le facteur d'émission ([tableau 12](#)) par 3 pour prendre en compte la présence potentielle de trois foreuses en simultanée à l'année 6 [correctif] et par 0,00102 trou/s (ou 3,69 trous/h) estimé en fonction de la profondeur d'un trou dans le minerai et un taux de pénétration de 0,45 m par minute (+ 3 minutes de mise en place de la foreuse par trou).

Pour cette source, la sélection du taux d'émission du métal diffère selon la période d'exposition de la norme ou du critère applicable, soit :

- › 1-h (Se, SC) et 24-h (Cu, Ni, Ti, Zn) : taux d'émission maximum du métal dans les PM_T ou les PM_{10} selon le cas (section 3.1) entre le forage du minerai et le forage du stérile;
- › 1-an (Sb, Ag, As, Ba, Be, Cd, Cr(III), Cr(VI), Co, Mn, Hg, Pb, Th, V, SC) : somme des émissions totales annuelles du métal dans les PM_T , PM_{10} ou PM_4 selon le cas (voir section 3.1) associées au forage du minerai et forage du stérile calculée en fonction du nombre de trous à forer à l'année 6 (estimé à 3 422 pour le minerai et 22 749 pour le stérile), divisée par 8 760 heures par année.

3.7 Sautage

De deux (2) à trois (3) sautages sont prévus hebdomadairement avec un maximum d'un (1) par jour ([tableau 13](#)). Chaque sautage génère des émissions dues à l'explosion et aux explosifs lors de la détonation. Les taux d'émission de poussières causées par l'explosion ont été estimés selon la méthode du guide de déclaration des carrières et sablières d'ECCC (2018a) qui s'inspire d'une méthode du compendium AP-42 de l'US EPA (1998).

$$FE = 0,22 \times k \times A^{1,5} \times N \quad (7)$$

FE : facteur d'émission de particules (g)

k : multiplicateur granulométrique ($\text{PM}_T = 1$; $\text{PM}_{10} = 0,52$; $\text{PM}_{2,5} = 0,03$)

A : Surface horizontale du banc de sautage ($\text{m}^2/\text{sautage}$)

N : Nombre de sautages par jour

Étant de nature instantanée, les émissions totales de PM_T , PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$ sont rapportées et considérées sur une heure d'exploitation dans le modèle. La surface horizontale dépendra surtout du tonnage dynamité et de la profondeur des trous. Trois configurations de sautage sont considérées dans l'optique d'extraire un taux d'émission maximal selon le contaminant :

1. Maximum de 55 000 tonnes de minerais seulement par sautage – $3\ 410 \text{ m}^2$ [correctif];
2. Maximum de 130 000 tonnes de stériles seulement par sautage – $5\ 131 \text{ m}^2$;
3. Maximum de 130 000 tonnes d'un mélange de stériles (93 %) et minerais (7 %) par sautage – $5\ 273 \text{ m}^2$. Cette distribution correspond au ratio des quantités de stériles et de minerais extraites à l'année 6.

La sélection du taux d'émission du métal diffère selon la période d'exposition de la norme ou du critère applicable, soit :

- › 1-h (Se, SC) et 24-h (Cu, Ni, Ti, Zn): taux d'émission maximum du métal dans les PM_T ou les PM_{10} selon le cas (section 3.1) entre les scénarios de sautage #1 et #2 décrits ci-dessus;
- › 1-an (Sb, Ag, As, Ba, Be, Cd, Cr(III), Cr(VI), Co, Mn, Hg, Pb, Th, V, SC) : taux d'émission obtenu pour le scénario de sautage #3 pondéré en fonction du nombre moyen de sautages prévus à l'année 6, soit 97 sur 365 jours (12,56 Mt de stériles et minerais divisés par 130 000 tonnes par sautage). Les deux autres scénarios ne sont pas considérés puisqu'ils ne sont pas applicables sur une base annuelle.

Sayona compte sous-traiter les travaux de sautage à une firme spécialisée qui devra utiliser un explosif à base d'émulsion en vrac. Des facteurs d'émission des gaz générés lors de la détonation de gels aqueux explosifs (*emulsion water based gel*) insérés dans des trous inférieurs à 150 mm (< 6 po) ont été considérés pour le calcul des émissions de CO et de NOx. Ils proviennent d'un manuel du Département de l'Environnement Australien (gouvernement de l'Australie, 2016). Ces facteurs d'émission sont multipliés par la quantité d'explosifs prévue pour un sautage ([tableau 13](#)) afin d'obtenir des taux d'émission de CO et NOx (NO₂).

3.8 Usine de concentration du minerai

Trois (3) dépoussiéreurs seront en fonction pour traiter les émissions issues du/des :

- › Concasseur primaire;
- › Concasseurs secondaire et tertiaire, tamiseur et entrepôt de minerai combinés;
- › Entrepôt de concentré.

3.8.1 Concassage et tamisage

Sayona compte intégrer trois étapes de concassage (primaire, secondaire et tertiaire) et un tamiseur à double étage afin d'obtenir un minerai concassé fin (F₈₀ à 8 mm). Les émissions de poussières associées ont été estimées selon la méthode du guide de déclaration des carrières et sablières d'ECCC (2018a) qui s'inspire d'une méthode du compendium AP-42 de l'US EPA (2004). Des facteurs d'émission non contrôlés lors du concassage et du tamisage y sont suggérés :

$$FE = FE_{NC} \times (1 - ER) \quad (8)$$

FE : facteur d'émission de particules intégrant la mesure d'atténuation (g/tonne)

FE_{NC} : facteur d'émission non contrôlée de particules (g/tonne)

ER : Proportion de contrôle des émissions

Comme mesure d'atténuation, les concasseurs et le tamiseur seront situés dans des bâtiments fermés et équipés d'un système de collecte des poussières dirigé vers le dépoussiéreur à filtre respectif et dont le pourcentage de contrôle est établi à 98 % dans le document d'ECCC.

Les taux d'émission de PM_T, PM₁₀ et PM_{2.5} sont obtenus en multipliant les facteurs d'émission résultants par la quantité de minerais concassés ou tamisés quotidiennement. Celle-ci est déterminée à partir de l'alimentation maximale prévue au concasseur primaire rapportée sur une durée d'opération de 13 heures par jour ([tableau 14](#)). Des pourcentages de charge circulante de 50 % et 20 % sont prévus pour les concasseurs secondaire et tertiaire, respectivement. Pour le tamiseur à double étage, le taux d'alimentation inclut la somme des charges passant par les trois concasseurs (170 % de l'alimentation maximale de l'unité de concassage).

Les concasseurs et le tamiseur à double étage fonctionneront à l'électricité. Aucune émission de combustion n'est associée à cette source.

3.8.2 Entreposage

L'usine comprendra deux entrepôts, un pour le minerai tamisé et un autre pour le concentré qui seront équipés de systèmes de ventilation vers un dépoussiéreur. En absence de données de conception, un facteur d'émission de 30 mg de poussière par m³ de gaz est appliqué pour les deux entrepôts, correspondant à la norme d'émission applicable du Règlement sur l'Assainissement de l'Atmosphère (RAA).

Le taux d'émission de PM_T est obtenu en multipliant le facteur d'émission par la capacité de ventilation prévue pour l'entrepôt ([tableau 14](#)). Comme hypothèse, les émissions de PM₁₀ et PM_{2,5} sont considérées équivalentes aux émissions de PM_T.

3.9 Transport minier

Les émissions atmosphériques liées au transport des matériaux (minerai, stérile, mort-terrain, résidu) par camion sur les routes minières comprennent la poussière générée par le passage des camions et les gaz d'échappement de leurs moteurs diesels.

Les émissions ont été évaluées par segment de route ([figure 8, tableau 15](#)) afin de prendre en compte les deux modèles de camion de transport ([tableau 8](#)), mais également les différentes fréquences de passage qui ont un impact sur le calcul du facteur d'émission. Celui-ci a été estimé pour chaque segment de route non pavée selon la méthode proposée dans le compendium AP-42 de l'US EPA (2006b).

$$FE = 281,9 \times k \times \left(\frac{s}{12}\right)^a \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0,45} \quad (9)$$

FE : facteur d'émission de matières particulières (g/km parcouru)

k multiplicateur granulométrique (PM_T = 4,9; PM₁₀ = 1,5; PM_{2,5} = 0,15)

a : constante selon la granulométrie (PM_T = 0,7; PM₁₀ et PM_{2,5} = 0,9)

s : teneur en silt sur le segment de route (%)

W : masse pondérée des camions circulant sur le segment de route (US tons)

La teneur en silt (fraction fine < 75 µm) de l'[équation 9](#) a été fixée à 5,8 %, représentative des conditions retrouvées sur les routes minières (US EPA, 2006b; tableau 13.2.2-1 – *taconite mining and processing – haul road to/from pit*).

La masse pondérée des camions circulant sur le segment de route a été calculée en prenant compte de la masse des camions pleinement chargés pour l'aller et vides pour le retour ([tableau 15](#)) pondérée selon la distance parcourue quotidiennement par chacun d'entre eux.

Les facteurs d'émission de l'[équation 9](#) représentent des émissions incontrôlées. Or, Sayona disposera d'un camion-citerne qui arrosera quotidiennement les chemins miniers avec de l'eau ($>2 \text{ L/m}^2/\text{h}$). Des abat-poussières chimiques seront également épandus à intervalle régulier selon les recommandations du fournisseur [correctif] et selon les exigences du programme de suivi visuel des émissions de poussières des routes minières prévu au plan de gestion des poussières. De plus, la vitesse de déplacement des camions sera limitée à 50 km/h sur le site minier avec des restrictions de vitesse supplémentaires applicables dans certains secteurs pour des raisons de santé et de sécurité.

Selon ce plan, un facteur d'atténuation global de 89 % [correctif] est appliqué en lien aux abat-poussières chimiques (84 %) puis à la limitation de la vitesse de déplacement apportant une atténuation supplémentaire de 31 % sur les émissions résiduelles d'après le manuel sur le contrôle des émissions fugitives du Western Regional Air Partnership (WRAP, 2006). Ce dernier est calculé en utilisant une vitesse de déplacement maximale de 50 km/h ($(72 - 50) \text{ km/h} / 72 \text{ km/h} = 31\%$) au lieu de 40 km/h (44 % d'atténuation) suggéré dans le manuel du WRAP. Les facteurs d'émission pour les émissions fugitives de PM_T , PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$ par segment de route applicables pour toute période de l'année sont présentés au [tableau 15](#).

Les taux d'émission de PM_T , PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$ sont obtenus en multipliant les facteurs d'émission pour le segment de route avec la distance totale parcourue quotidiennement par les camions sur ledit segment. Cette distance est déterminée en fonction de la longueur du segment multipliée par le nombre de voyages nécessaires pour le transport des matériaux quotidiennement. Pour les contaminants dont la période d'exposition de la norme ou du critère applicable est de courte durée (1-h (Se, SC) et 24-h (PM_T , PM_{10} , Cu, Ni, Ti, Zn)), la quantité de matériel transporté correspond à la moyenne quotidienne selon les quantités annuelles prévues au plan minier pour l'année 6, chacune multipliée par 20 % [correctif] prenant en compte la fluctuation des opérations sur base journalière. Pour les contaminants avec une norme ou un critère annuel (Sb, Ag, As, Ba, Be, Cd, Cr(III), Cr(VI), Co, Mn, Hg, Pb, Th, V, SC), le tonnage moyen journalier sans majoration est utilisé (voir [tableau 6](#)).

Il est prévu que les routes minières soient composées majoritairement de stériles concassés. La composition en métaux du stérile est donc utilisée dans les calculs ([tableau 4](#)).

3.10 Livraison du concentré

Sayona prévoit produire 130 kt de concentrés à l'année 6 qui seront livrés par camion vers le port de Trois-Rivières, Contrecoeur ou Montréal. Les paramètres de livraison prévus sont les suivants : en moyenne 8 à 9 camions articulés équipés de remorques à benne basculante « b-train » par jour contenant chacun 40 tonnes de concentrés. Le trajet des camions de livraison à l'intérieur du domaine de modélisation est indiqué à la [figure 8](#) (segments H1, H2, H3) à la section 4.5.

Le premier segment du trajet sera la route d'accès non pavée de type industriel qui sera construite par Sayona afin de rejoindre le chemin Preissac au nord de la mine. La méthode de calcul des émissions décrite à la section précédente est donc applicable. Les paramètres de calcul associés sont définis au [tableau 16](#).

Le transport se poursuivra sur un segment de route publique non pavée (chemin Preissac vers l'est en passant par le chemin de la Sablière jusqu'au point de transition sur de l'asphalte (portion d'environ 100 m du chemin Preissac à partir de la route 109). Pour ce segment, les émissions fugitives de route ont été évaluées selon la méthode proposée dans le compendium AP-42 de l'US EPA (2006b) pour les routes publiques.

$$FE = 281,9 \times k \times \left(\frac{s}{12}\right) \times \left(\frac{V}{30}\right)^d \times \left(\frac{M}{0,5}\right)^c \quad (10)$$

FE : facteur d'émission de matières particulières (g/km parcouru)

k : constante granulométrique ($PM_T = 6$ g/km; $PM_{10} = 1,8$ g/km; $PM_{2,5} = 0,18$ g/km)

s : teneur en silt de la route (%)

V : vitesse de déplacement moyen des véhicules (miles/h)

M : taux d'humidité du matériel de surface (%)

c : constante selon la granulométrie ($PM_T = -0,3$; PM_{10} et $PM_{2,5} = -0,2$)

d : constante selon la granulométrie ($PM_T = 0,3$; PM_{10} et $PM_{2,5} = 0,5$)

La teneur en silt (fraction fine < 75 µm) sur la route publique non pavée est fixée à 4,3 %, représentative des conditions retrouvées sur des routes de service minières (US EPA, 2006b; tableau 13.2.2-1 – *taconite mining and processing – service road*). Une vitesse de déplacement de 50 km/h (31 miles/h) et un taux d'humidité par défaut (0,5 %) suggérés par l'US EPA sont également considérés dans les calculs de l'équation 10 ([tableau 17](#)).

Un dernier segment consistera à une route pavée (environ 100 m du chemin Preissac qui sera asphalté par Sayona + route 109 vers le sud) dont les émissions fugitives ont été évaluées selon la méthode proposée dans le compendium AP-42 de l'US EPA pour les routes pavées (US EPA, 2011).

$$FE = k \times s^{0,91} \times W^{1,02} \quad (11)$$

FE : facteur d'émission de matières particulières (g/km parcouru)

k : constante granulométrique ($PM_T = 3,23$ g/km; $PM_{10} = 0,62$ g/km; $PM_{2,5} = 0,15$ g/km)

s : teneur en silt de la route (g/m²)

W : masse pondérée des véhicules circulant sur la route (US tons)

La teneur en silt (fraction fine < 75 µm) sur la surface de la route a été fixée à 0,2 g/m² pour la période estivale, étant donné que le débit journalier moyen annuel (DJMA) sur la route 109 se situe dans la plage entre 500 et 5 000 véhicules par jour (US EPA, 2011; tableau 13.2.1-2). Selon ce même tableau, la valeur applicable pour la période hivernale (décembre à avril) est de 0,6 g/m². La masse pondérée (W) des camions « b-train » pleins à l'aller et vides au retour est également utilisée ([tableau 18](#)).

Les facteurs d'émission des routes non pavées résultant des équations 9 et 10 représentent des émissions incontrôlées. Or, les mêmes mesures d'atténuation (89 %) utilisées pour les routes minières seront appliquées pour le chemin d'accès sur le site minier (source H1). Pour la route publique non pavée (source H2), Sayona prévoit au cours de la période estivale (avril à novembre) utiliser de l'eau comme abat-poussière. Ainsi, pour cette période, une réduction des facteurs d'émission de 75 % est appliquée, représentative d'un arrosage de deuxième niveau ($>2\text{ L/m}^2/\text{h}$) suggéré dans le *Guide d'instructions* (MELCC, 2017). Pour la période hivernale (décembre à mars), les facteurs d'émission sont réduits de 85 % en raison de l'atténuation naturelle par la glace ou la neige combinée à l'arrosage de niveau 2 (Golder 2012, indique jusqu'à 95 %). Les facteurs d'émission finaux pour les émissions fugitives de PM_T , PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$ pour les deux segments de route non pavée sont présentés aux [tableaux 16](#) et [17](#).

Les taux d'émission de PM_T , PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$ sont obtenus en multipliant les facteurs d'émission pour le segment de route et la période d'évaluation (été, hiver) avec la distance totale parcourue quotidiennement par les camions sur ledit segment. Cette distance est déterminée en fonction de la longueur du segment multipliée par le nombre de passages par jour, soit dix-sept (8,5 allers et 8,5 retours en moyenne).

Les émissions de métaux et de silice cristalline issues du chemin d'accès (source H1) sont basées sur la caractérisation géochimique du stérile concassé (voir [tableau 4](#)) à partir duquel le chemin sera construit. Pour les routes publiques (sources H2 et H3), des concentrations en métaux plutôt élevées par rapport à ce qui est normalement retrouvé dans le gravier et les sols en général sont utilisées ([tableau 7](#)) [correctif].

Tableau 7 Composition en métaux et silice cristalline des poussières de route

Métal	Concentration (mg/kg) ^a	Métal	Concentration (mg/kg) ^b
Arsenic (As)	12,4	Antimoine (Sb)	0,8
Cadmium (Cd)	1,4	Argent (Ag)	0,3
Chrome trivalent (Cr(III))	101	Baryum (Ba)	69
Chrome hexavalent (Cr(VI)) ^c	0,5	Béryllium (Be)	1,5
Cuivre (Cu)	46	Cobalt (Co)	32
Manganèse (Mn)	1 305	Mercure (Hg)	0,1
Nickel (Ni)	85	Sélénium (Se)	0,7
Plomb (Pb)	54	Thallium (Th)	0,4
Zinc (Zn)	107	Titane (Ti)	181
Silice cristalline (SiO_2) ^d	5,2 % dans les PM_{10}	Vanadium (V)	27
	3,1 % dans les PM_4		

a Concentration élevée (98^e centile) parmi plus de 100 échantillons de sols (sable, loam, loam argileux et argile) analysés dans le cadre d'une étude au Québec (Baillargeon Nadeau, 2016).

b Valeur maximale parmi les concentrations dans le stérile, le minerai et le mort-terrain utilisées dans la cadre de la modélisation (voir [tableau 4](#)).

c La concentration du Cr(VI) est estimée à partir du chrome total et un pourcentage de 0,52 % (voir début du chapitre 3).

d Correspond à la concentration de quartz et cristobalite dans la poussière des routes pavées et non pavées selon ECCC et Santé Canada (2013).

Les taux d'émission de moteur des camions de livraison (PM_T , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, CO, NOx, SO₂) sont également intégrés au modèle. Ceux-ci proviennent du modèle MOVES 2014b de l'US EPA pour des camions de transport à grande distance combinés fonctionnant au diesel, de fabrication récente et roulants à 80 km/h (voir [tableaux 16 à 18](#) pour les facteurs d'émission applicables). Les émissions de SO₂ sont quant à elles estimées à partir d'un contenu en soufre dans le diesel de 15 ppm et un taux de consommation de diesel de 48,1 L/100 km (Gouvernement du Canada, 2015).

Tableau 8 Facteurs d'émission des moteurs diesels de la machinerie lourde

ID ^a	Équipement (nombre) ^b	Utilisation	Masse (t)	Charge utile (t)	Puissance (hp)	Tier	Facteur de charge ^c	Facteur d'émission applicable (g/hp-h)						
								PM _T	PM ₁₀	PM _{2.5}	NOx	CO	SO ₂	HC
A1_GAZ [correctif]	CAT D8T (1)	Boutage dans la fosse	n. r.	n. r.	354	4FB	0,64	0,013	0,013	0,013	0,149	0,023	0,004	0,008
	Komatsu WA600-8 (1)	Chargeuse sur roue travaillant dans la fosse	n. r.	n. r.	529	4FB	0,68	0,013	0,013	0,013	0,149	0,023	0,004	0,008
A2_GAZ	CAT D6T (1)	Nivelage des résidus et stériles sur l'aire d'accumulation	n. r.	n. r.	245	4FB	0,64	0,013	0,013	0,013	0,149	0,023	0,004	0,008
B1_GAZ	Komatsu PC800LC-8 (1)	Chargement du minerai dans la fosse	n. r.	n. r.	495	3	0,57	0,272	0,272	0,264	2,621	1,484	0,005	0,184
B2_GAZ	Komatsu PC800LC-8 (2)	Chargement du stérile dans la fosse	n. r.	n. r.										
B3_GAZ	Komatsu PC800LC-8 (1)	Chargement du mort-terrain dans la fosse	n. r.	n. r.										
B4_GAZ [correctif]	Komatsu WA600-8 (2)	Chargeuse sur roue au niveau du concasseur et concentrateur ⁽¹⁾	n. r.	n. r.	529	4FB	0,68	0,013	0,013	0,013	0,149	0,023	0,004	0,008
	CAT 349F (1)	Excavatrice auxiliaire ⁽¹⁾	n. r.	n. r.	417	4FB	0,57	0,013	0,013	0,013	0,149	0,023	0,004	0,008

n. r. – non requis dans les calculs.

a Les émissions de moteur (_GAZ) sont modélisées séparément des émissions fugitives de poussières (_FUG) pour la même source (A1, A2, etc.).

b Nombre prévu à l'année 6 entre parenthèses.

c Le facteur de charge moteur moyen du type d'équipement, tel que suggéré par l'US EPA (2002).

NOTE 1 : Les chargeuses sur roue seront utilisées pour le chargement dans les alentours du concasseur et du concentrateur alors que l'excavatrice réalisera des tâches auxiliaires à l'extérieur de la fosse. Étant mobiles, elles ont été combinées comme source unique au niveau de la plateforme d'entreposage temporaire du minerai.

Tableau 8 Facteurs d'émission des moteurs diesels de la machinerie lourde (suite)

ID ^a	Équipement (nombre) ^b	Utilisation	Masse (t)	Charge utile (t)	Puissance (hp)	Tier	Facteur de charge ^c	Facteur d'émission applicable (g/hp-h)						
								PM _T	PM ₁₀	PM _{2.5}	NOx	CO	SO ₂	HC
D1_GAZ	Sandvik DI550 T4 (3)	Forage	n. r.	n. r.	440	4FB	0,75	0,013	0,013	0,013	0,149	0,023	0,004	0,008
G1_GAZ à G5_GAZ	Komatsu HD605-8 (12)	Transport minier du minerai et du stérile	52	63	724	4FB	0,57	0,013	0,013	0,013	0,149	0,023	0,004	0,008
	Komatsu HM400-5 (3)	Transport minier du mort-terrain et du résidu	35	40	466	4FB	0,57	0,013	0,013	0,013	0,149	0,023	0,004	0,008

n. r. – non requis dans les calculs.

a Les émissions de moteur (_GAZ) sont modélisées séparément des émissions fugitives de poussières (_FUG) pour la même source (A1, A2, etc.).

b Nombre prévu à l'année 6 entre parenthèses.

c Le facteur de charge moteur moyen du type d'équipement, tel que suggéré par l'US EPA (2002).

Tableau 9 Facteurs d'émission associés au boutage ou nivelage de matériel au sol

Activité			Matériel manipulé	Silt (%)	Humidité (%)	Exploitation quotidienne ⁽¹⁾	Facteur d'émission (kg/h)		
ID	Description	Période					PM _T	PM ₁₀	PM _{2.5}
A1_FUG	Boutage dans la fosse	janv. – déc.	Mort-terrain	10,0	7,9	2,5 h / 24 h	0,58	0,083	0,061
			Stérile	1,0	2,1	1,5 h / 24 h			
			Minerai	1,0	3,0	20,0 h / 24 h			
A2_FUG	Nivelage sur l'aire d'accumulation	janv. – déc.	Stérile	1,0	2,5	21,4 h / 24 h	1,0	0,23	0,11
			Résidu	46,2	12,0	2,6 h / 24 h			

NOTE 1 : Les bouteurs pourront être en exploitation sur une période de 24 h/24. Le temps passé à la manipulation de chacun des matériaux est estimé au prorata des quantités annuelles extraites prévues à l'année 6. Les facteurs d'émission par matériel sont alors pondérés sur une base quotidienne selon les temps estimés. Dans le cadre du scénario de modélisation, le deuxième bouteur (A2) sera affecté au nivelage du stérile dans l'aire d'accumulation qui a le potentiel d'émettre plus de métaux que le nivelage du mort-terrain dans la halde à mort-terrain (exclus du modèle).

Tableau 10 Facteurs d'émission fugitive lors du transfert du matériel

Point de transfert			Matériel manipulé	Humidité (%)	Nombre de transfert ^a	Exploitation quotidienne	Facteur d'émission (g/t)		
ID	Description	Période					PM _T	PM ₁₀	PM _{2.5}
B1_FUG	Chargement du minerai dans la fosse	janv. – déc.	Minerai extrait	3,0	2 ^b	0 – 24 h	1,265	0,599	0,091
B2_FUG	Chargement du stérile dans la fosse	janv. – déc.	Stérile	2,1	2 ^b	0 – 24 h	2,085	0,986	0,149
B3_FUG	Chargement du mort-terrain dans la fosse	janv. – déc.	Mort-terrain	7,9	2 ^b	0 – 24 h	0,326	0,154	0,023
B4_FUG	Déchargement du minerai à la plateforme d'entreposage	janv. – déc.	Minerai extrait	3,0	2 ^c	0 – 24 h	1,265	0,599	0,091
B5	Déchargement du minerai au concasseur primaire	janv. – déc.	Minerai extrait	3,0	1	7 – 20 h ^d	1,265	0,599	0,091
B6	Déchargement du stérile sur l'aire d'accumulation	janv. – déc.	Stérile	2,1	1	0 – 24 h	2,085	0,986	0,149
B7	Déchargement du mort-terrain sur la halde à mort-terrain	janv. – déc.	Mort-terrain	7,9	1	0 – 24 h	0,326	0,154	0,023
B8	Déchargement des résidus miniers sur l'aire d'accumulation	janv. – déc.	Résidu	12,0	1	0 – 24 h	0,182	0,086	0,013

a Le tonnage journalier prévu à l'année 6 ([tableau 6](#)) est multiplié par le nombre de transferts pour obtenir le tonnage total transféré générant des poussières.

b Les deux transferts correspondent à l'étape d'excavation et à l'étape de chargement du camion.

c Les deux transferts correspondent à l'étape de déchargement sur la plateforme d'entreposage puis éventuellement dans la trémie d'alimentation du concasseur.

d Les concasseurs seront en exploitation 13 heures par jour avec un horaire anticipé de 7 h à 20 h.

Tableau 11 Facteurs d'émission fugitive associés à l'érosion éolienne

Pile ou aire d'entreposage			Matériel	Silt (%)	Surface érodable (m ²)	Exploitation quotidienne ⁽³⁾	Taux d'émission spécifique (g/m ² /s)		
ID	Description	Période ⁽¹⁾					PM _T	PM ₁₀	PM _{2,5}
C1	Plateforme d'entreposage temporaire	janv. – déc.	Mineraï extrait	1,0	3 250	0 – 24 h	1,52 x 10 ⁻⁵	7,60 x 10 ⁻⁶	1,14 x 10 ⁻⁶
C2	Halde à mort-terrain	janv. – déc.	Mort-terrain	10,0	46 000 [correctif]	0 – 24 h	1,52 x 10 ⁻⁴	7,60 x 10 ⁻⁵	1,14 x 10 ⁻⁵
C3	Aire d'accumulation (section active)	janv. – déc.	93 % stérile / 7 % résidu ⁽²⁾	4,1	132 000	0 – 24 h	6,24 x 10 ⁻⁵	3,12 x 10 ⁻⁵	4,68 x 10 ⁻⁶
C4	Aire d'accumulation (section inactive)	avril – nov.	Stérile	0,5	505 600	0 – 24 h	7,60 x 10 ⁻⁶	3,80 x 10 ⁻⁶	5,70 x 10 ⁻⁷

NOTE 1 : Aucune émission d'origine éolienne n'a été considérée en hiver (décembre – mars inclusivement) pour la section inactive de l'aire d'accumulation du stérile et des résidus miniers en raison du couvert de neige. Pour les autres surfaces, la période d'émission modélisée demeure annuelle. La « section active » représente le secteur de l'aire d'accumulation où le stérile et les résidus miniers seront déchargés à l'année 6. La « section inactive » correspond au secteur où du stérile et des résidus miniers ont été déchargés lors des années précédentes. Dans ce cas-ci, la surface est exclusivement composée de stérile.

NOTE 2 : Une stratégie de co-disposition du stérile et des résidus miniers sera mise en œuvre à l'aire d'accumulation. Le stérile sera utilisé pour construire des bermes dans lesquelles les résidus seront disposés puis recouverts d'une couche de stérile. Selon cette approche, il est estimé que le résidu minier composerait au maximum 7 % de la surface érodable pendant l'année 6 du projet, en fonction des quantités prévues (11 672 kt de stériles et 873 kt de résidus à l'année 6). Les caractéristiques du matériel érodable (*silt*, composition des métaux) sont calculées au prorata selon les caractéristiques du [tableau 4](#).

NOTE 3 : Le taux d'émission spécifique est appliqué pour les heures dont la vitesse de vent est supérieure à 19,3 km/h, ce qui représente 12,2 % du temps. Autrement, un taux nul est appliqué pour les vitesses inférieures à 19,3 km/h.

Tableau 12 Facteurs d'émission fugitive associés au forage de production

Activité de forage			Nombre de trous par heure ⁽¹⁾	Exploitation quotidienne	Facteur d'émission (kg/trou) ⁽³⁾		
ID	Description	Période			PM _T	PM ₁₀	PM _{2.5}
D1_FUG	Forage des trous de stériles et de minerais	janv. – déc.	11,0	0 – 24 h ⁽²⁾	0,0059	0,0031	0,0031

NOTE 1 : Valeur estimée en fonction de la profondeur d'un trou dans le minerai (6 m) et un taux de pénétration de 0,45 m/min (+3 minutes de mise en place de la foreuse par trou) x trois foreuses qui pourront être exploitées en simultanée.

NOTE 2 : Quoique les foreuses ne seront pas requises à longueur d'année, elles pourront être utilisées autant de jour que de nuit.

NOTE 3 : Les foreuses seront équipées de collecteurs de poussière. Les facteurs d'émission prennent en compte un facteur d'atténuation de 99 %.

Tableau 13 Facteurs d'émission fugitive associés au sautage

ID	Activité de sautage					Exploitation quotidienne	Facteur d'émission				
	Matériel	Surface du banc de sautage (m ²)	Nombre par jour	Quantité d'explosifs (t/sautage)	Période		Explosion (kg/sautage)		Explosif (g / kg explosif)		
							PM _T	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	NOx
E1	100 % de stériles	5 131 ⁽¹⁾	1	30 ⁽²⁾	janv. – déc.	14 h ⁽³⁾	81	42	2,4	1,7	0,2

NOTE 1 : La surface est estimée en fonction du tonnage maximum dynamité prévu par Sayona (130 000 t), la profondeur des bancs de sautage (~9 m) et la densité (2,9 t/m³) du stérile.

NOTE 2 : Sayona estime une utilisation moyenne d'explosif à base d'émulsion de 0,23 kg par tonne de roc dynamité.

NOTE 3 : Les sautages seront effectués en après-midi.

Tableau 14 Facteurs d'émission associés aux activités de concassage, tamisage et entreposage

Activité			Taux d'alimentation (t/h)	Mesure d'atténuation (% contrôle)	Débit d'aspiration à l'entrepôt (m ³ /h)	Exploitation quotidienne	Facteur d'émission (kg/t ou mg/m ³)		
ID	Description	Période					PM _T	PM ₁₀	PM _{2.5}
F1	Concassage primaire	janv. – déc.	200 ⁽²⁾	Filtre à manche (98 %)	s. o.	7 – 20 h	6,75 x 10 ⁻⁵	3,00 x 10 ⁻⁵	1,50 x 10 ⁻⁵
F2 ⁽¹⁾	Concassage secondaire	janv. – déc.	100 ⁽²⁾	Filtre à manche (98 %)	s. o.	0 – 24 h ⁽³⁾	6,75 x 10 ⁻⁵	3,00 x 10 ⁻⁵	1,50 x 10 ⁻⁵
	Concassage tertiaire	janv. – déc.	40 ⁽²⁾				6,75 x 10 ⁻⁵	3,00 x 10 ⁻⁵	1,50 x 10 ⁻⁵
	Tamisage	janv. – déc.	340 ⁽²⁾				6,25 x 10 ⁻⁴	2,15 x 10 ⁻⁴	1,45 x 10 ⁻⁵
	Entrepôt de minerai	janv. – déc.	s. o.	s. o.	25 312		30 mg/m ³	30 mg/m ³	30 mg/m ³
F3	Entrepôt de concentré	janv. – déc.	s. o.	s. o.	29 983	0 – 24 h	30 mg/m ³	30 mg/m ³	30 mg/m ³

NOTE 1 : Le dépoussiéreur à la source F2 traitera les émissions combinées des concasseurs secondaire et tertiaire, du tamiseur à double étage et de l'entrepôt de minerai concassé.

NOTE 2 : Valeur basée sur l'alimentation maximale prévue à l'unité de concassage (2 600 tonnes par jour de 13 heures) à laquelle des pourcentages de charge circulante de 50 % et 20 % sont ajoutés pour les concasseurs secondaire et tertiaire, respectivement. Toute la charge passant par un ou l'autre des concasseurs est alimentée dans le tamiseur.

NOTE 3 : Quoique les unités de concassage et de tamisage seront en exploitation de 7 h à 20 h, la ventilation de l'entrepôt sera continue.

Tableau 15 Facteurs d'émission fugitive des routes minières

Segment de route			Camions						Facteur d'émission (g/km) ⁽³⁾		
ID	Longueur (km) ⁽¹⁾	Silt (%)	Modèle de camion	Matériel transporté	Quantité transportée (t/j)	Nombre de déplacements par jour ⁽²⁾	Distance parcourue (km/j)	Masse pondérée (US tons)	PM _T	PM ₁₀	PM _{2.5}
G1_FUG	1,45	5,8	HD605-8	Mineraï	2 903	92	134	86,9	415	110	11
			HD605-8	Stérile	38 374	1 218	1 766				
			HM400-5	Mort-terrain	4 734	237	343				
G2_FUG	0,54	5,8	HD605-8	Mineraï	2 903	92	50	72,9	387	102	10
			HM400-5	Résidu	2 368	120	64				
G3_FUG	1,09	5,8	HD605-8	Stérile	38 374	1 218	1 328	88,4	420	111	11
			HM400-5	Résidu	2 368	120	129				
G4_FUG	0,56	5,8	HM400-5	Mort-terrain	4 734	237	133	60,7	353	94	9
G5_FUG	0,38	5,8	HM400-5	Résidu	2 368	120	45	60,7	353	94	9

NOTE 1 : Selon le tracé défini à la [figure 8](#) (voir section 4.5).

NOTE 2 : Le nombre de déplacements correspond au total des allers et des retours calculé selon le tonnage à transporter et la capacité de transport du camion (voir [tableau 8](#)).

NOTE 3 : Les facteurs d'émission calculés selon l'[équation 9](#) incluent le pourcentage de contrôle global (89 %) associé à l'arrosage quotidien des routes minières avec de l'eau en plus de l'épandage d'abat-poussière chimique et la limitation de la vitesse de déplacement des camions à 50 km/h.

Tableau 16 Facteurs d'émission des camions de livraison du concentré sur le segment non pavé industriel (sur le site minier)

Segment de route			Camion avec remorque à benne basculante « b-train »				Facteur d'émission (g/km) ⁽³⁾						
ID	Longueur (km) ⁽¹⁾	Silt (%)	Quantité transportée (t/j)	Nombre de déplacements par jour ⁽²⁾	Distance parcourue (km/j)	Masse pondérée (US tons)		PM _T	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	NOx	SO ₂
H1_FUG et H1_GAZ	1,94	5,8	357	18	35	47,1	Fugitive : Moteur :	315 0,072	83 0,072	8 0,020	s. o. 0,175	s. o. 0,568	s. o. 0,012

Tableau 17 Facteurs d'émission des camions de livraison du concentré sur le segment non pavé public (pour l'accès au site minier à partir de la route 109)

Segment de route				Camion avec remorque à benne basculante « b-train »				Facteur d'émission (g/km) ⁽³⁾						
ID	Longueur (km) ⁽¹⁾	Silt (%)	Humidité de surface (%)	Quantité transportée (t/j)	Nombre de déplacements par jour ⁽²⁾	Distance parcourue (km/j)	Vitesse de déplacement (miles/h)		PM _T	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	NOx	SO ₂
H2_FUG et H2_GAZ	8,26	4,3	0,5	357	18	147	31	Été : Hiver : Moteur :	153 92 0,072	19 12 0,072	5 3 0,020	s. o. s. o. 0,175	s. o. s. o. 0,568	s. o. s. o. 0,012

NOTE 1 : Selon le tracé défini à la [figure 8](#) (voir section 4.5).

NOTE 2 : Le nombre de déplacements correspond au total de livraison par jour en moyenne (8,9) et inclut également le retour d'un camion vide à la mine.

NOTE 3 : Les facteurs d'émission calculés selon l'[équation 9](#) et l'[équation 10](#) incluent le pourcentage de contrôle selon la mesure d'atténuation employée (89 % pour la source H1; 75 % en été et 85 % en hiver pour la source H2).

Tableau 18 Facteurs d'émission des camions de livraison du concentré sur le segment pavé de route

Segment de route			Camion avec remorque à benne basculante « b-train »				Facteur d'émission (g/km)						
ID	Longueur (km) ⁽¹⁾	Silt (g/m ²)	Quantité transportée (t/j)	Nombre de déplacements par jour ⁽²⁾	Distance parcourue (km/j)	Masse pondérée (US tons)		PM _T	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	NOx	SO ₂
H3_FUG et H3_GAZ	3,02	Été : 0,2 Hiver : 0,6	357	18	54	47,1	Été : Hiver : Moteur :	36 99 0,072	7 20 0,072	2 5 0,020	s. o. s. o. 0,175	s. o. s. o. 0,568	s. o. s. o. 0,012

NOTE 1 : Selon le tracé défini à la [figure 8](#) (voir section 4.5).

NOTE 2 : Le nombre de déplacements correspond au total de livraison par jour en moyenne (8,9) et inclut également le retour d'un camion vide à la mine.

4 Modélisation de la dispersion atmosphérique

L'étude de dispersion atmosphérique a été réalisée conformément aux exigences de l'annexe H du RAA, du *Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique* (Leduc, 2005) et du *Guide d'instructions* (MELCC, 2017). Le scénario et les contaminants considérés ont été présentés aux sections 2 et 3.

4.1 Modèle de dispersion et options

Le modèle de dispersion AERMOD (*American Meteorological Society and Environmental Protection Agency Regulatory Air Dispersion Model*, version 19191) a été utilisé pour cette étude. Ce modèle est régulièrement utilisé dans les études d'impact sur la qualité de l'air de projets industriels au Québec et ailleurs dans le monde. Il s'agit en fait du modèle règlementaire aux États-Unis et dans plusieurs provinces canadiennes, dont le Québec. D'ailleurs, l'annexe H du RAA mentionne que les modèles de dispersion qui peuvent être utilisés sont ceux indiqués dans l'édition la plus récente du « *Guideline on air quality models* » de l'US EPA (2017, Annexe W, Pt. 51). Or, ce guide désigne AERMOD comme étant le modèle privilégié pour les études de dispersion à l'échelle rapprochée ou locale (< 50 km).

AERMOD est un modèle de panache en régime permanent de type gaussien avancé considérant des champs météorologiques en deux dimensions (variabilité verticale et uniformité dans le plan horizontal), mais qui considère toutefois l'interaction de la topographie avec les panaches des sources d'émission de contaminants atmosphériques. Il permet de tenir compte du sillage des bâtiments sur la dispersion du panache de cheminée et considère l'élévation en raison de la quantité de mouvement verticale et à la flottabilité (*buoyancy*) des gaz chauds s'échappant des cheminées. Finalement, le modèle tient aussi compte de la variation horaire des paramètres météorologiques et des inversions de température au sol ou en altitude.

Les données d'entrée du modèle comprennent :

- › La position et l'élévation des récepteurs, c'est-à-dire les lieux où l'on désire évaluer la concentration atmosphérique du contaminant (section 4.2);
- › Les données météorologiques horaires (température, vitesse et direction du vent, indice de la stabilité atmosphérique et de la turbulence, hauteur de mélange) (section 4.3);
- › Les dimensions caractéristiques des bâtiments pour inclure les effets de sillage de bâtiments sur les panaches des cheminées (section 4.4);
- › Les caractéristiques des émissions (taux d'émission des divers contaminants, vitesse de sortie des gaz, température d'émission, etc.) (sections 3, 4.5 et 4.6);
- › Les caractéristiques des sources d'émission (position, diamètre et hauteur des cheminées, dimensions des sources surfaciques, volumiques et volumiques linéaires, etc.) (section 4.5);
- › Les paramètres contrôlant les options du modèle (section 4.7).

4.2 Domaine de modélisation, topographie et récepteurs

Le domaine de modélisation proposé est présenté à la [figure 2](#). Il s'étend sur 144 km² (12 x 12 km) et est centré sur les installations de la mine proposée. Ce domaine s'étend au-delà des chalets, résidences et terres privées les plus rapprochés du site susceptibles d'être affectés par les émissions des installations futures du site minier.

La zone « tampon » de 300 m autour des installations restant à l'intérieur des terres publiques et définie dans le *Guide d'instructions* spécifiquement pour les projets miniers sur des terres publiques est aussi présentée à la [figure 2](#). Les normes et critères de qualité de l'atmosphère ne sont pas applicables à l'intérieur de cette zone. Les normes et critères sont toutefois applicables aux récepteurs sensibles et résidentiels situés à l'intérieur de cette zone, ce qui n'est pas le cas dans cette étude.

Les récepteurs (points de calcul des concentrations de contaminants dans l'air ambiant) ont été distribués sur une grille à résolution variable (1 007 récepteurs) sur l'ensemble du domaine de modélisation de la façon suivante par rapport au point central du projet :

- › aux 250 m jusqu'à trois kilomètres, à l'extérieur de la zone tampon de 300 m;
- › aux 500 m jusqu'à six kilomètres, pour couvrir l'ensemble du domaine de modélisation.

Ce réseau de récepteurs permet de bien évaluer les impacts sur la qualité de l'air dans l'ensemble de la zone d'étude locale et au-delà. Puisque les émissions de la mine surviendront près de la surface du sol, les concentrations dans l'air ambiant seront maximales sur le site de la mine et iront en diminuant avec la distance. Des récepteurs discrets sont aussi ajoutés pour s'assurer d'estimer les concentrations maximales en bordure de la zone tampon ainsi que sur les terres privées situées au sud des claims miniers :

- › Aux 50 m sur le pourtour de la limite de la zone tampon (205 récepteurs);
- › Aux 50 m sur le pourtour des trois lots privés contigus situés directement au sud de la zone tampon de 300 m où l'obligation du respect des normes et critères de qualité de l'atmosphère n'est pas requise étant donné que ces lots seront vraisemblablement acquis par Sayona (84 récepteurs en vert sur la [figure 2](#)) [*correctif*];
- › Aux 50 m sur la ligne de démarcation entre les terres publiques et les terres privées situées plus au sud à environ 1,6 km des claims miniers où les normes et critères de qualité de l'atmosphère doivent être respectés (79 récepteurs en rouge sur la [figure 2](#)) [*correctif*];
- › Aux récepteurs sensibles : chalets ou résidences les plus proches dans chaque direction par rapport au site du projet (5 récepteurs).

L'ensemble des récepteurs (1 380) est présenté à la [figure 2](#) incluant les récepteurs sensibles qui sont localisés selon leur numéro d'identification du [tableau 19](#).

La topographie locale (élévation) a été considérée et obtenue pour chacune des sources et chacun des récepteurs à partir des données numériques d'élévation du Canada (DNEC, Ressources naturelles Canada) à l'échelle 1:50 000 d'une résolution horizontale approximative de 20 m. Le processeur de terrain AERMAP (version 19191) a été utilisé à cet effet.

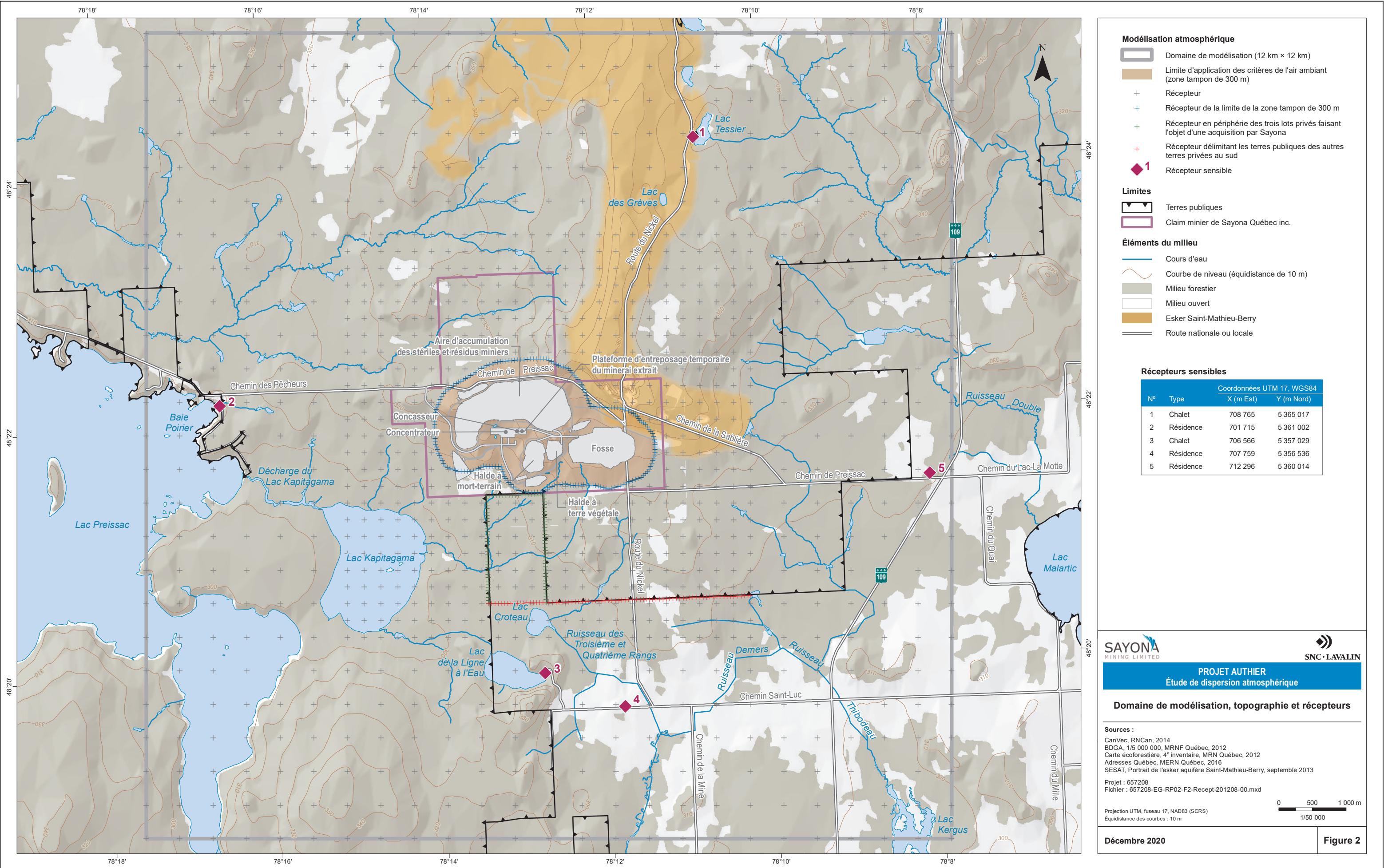


Tableau 19 Liste des récepteurs sensibles

Nom	Coordonnées (UTM17, WGS84)		Élévation (m)	Par rapport au centre de la mine	
	Est (m)	Nord (m)		Distance (km)	Direction
1 Chalet / lac Tessier	708765	5365017	349	4,9	NNE
2 Résidence / lac Preissac (baie Poirier) ^a	701715	5361002	294	4,9	O
3 Chalet / lac de la Ligne à l'eau ^a	706566	5357029	303	3,5	S
4 Résidence / chemin Saint-Luc ^a	707759	5356536	300	4,2	SSE
5 Résidence / chemin Preissac	712296	5360014	310	5,7	E

a Pour chacun des récepteurs, une résidence a été sélectionnée parmi l'ensemble des résidences présentes dans les environs immédiats.

4.3 Météorologie

Les principaux paramètres météorologiques contrôlant la dispersion atmosphérique des contaminants et considérés par le modèle AERMOD sont : la vitesse et la direction du vent, les indices de la stabilité atmosphérique (vitesse de friction, longueur de Monin-Obukov) et la hauteur de mélange. Ces paramètres, de même que la température ambiante, doivent être fournis sur une base horaire au modèle.

Le modèle micro-météorologique AERMET (version 18081) a été utilisé pour préparer la base de données météorologiques nécessaires au modèle AERMOD. AERMET requiert au minimum des observations horaires en surface (vitesse et direction du vent, température et opacité du couvert nuageux) et des sondages aérologiques une fois par jour le matin. Les sondages aérologiques au lever du jour (mesure du profil vertical des paramètres météorologiques à l'aide de ballons-sondes) sont utilisés pour l'estimation des hauteurs de mélange durant le jour. AERMET requiert aussi la détermination des paramètres de surface au site météorologique afin d'estimer la turbulence dans la couche limite planétaire.

4.3.1 Données météorologiques

Les stations météorologiques dont le programme d'observation est adéquat pour le modèle de dispersion sont les stations des aéroports de Val-d'Or (YVO - 7098600 jusqu'en 2012; GVO – 7098630 depuis 2008) et de Rouyn-Noranda (YUY - 7086720). Ces derniers sont situés respectivement à 47 km au sud-est et à 49 km au sud-ouest du site du projet de la mine Sayona.

Après consultation auprès du MELCC¹, la station de Val-d'Or a été sélectionnée comme station principale et la station de Rouyn-Noranda a été utilisée pour remplacer les observations manquantes de la station de Val-d'Or.

1 Courriel de M. Vincent Veilleux du MELCC (DGSEE – DAE) à Mme Niloofar Sokhandan de SNC-Lavalin, le 8 août 2018.

Puisque la disponibilité horaire et 24 heures sur 24 des observations de la nébulosité (opacité et étendue des nuages) deviennent variables à partir de 2012 aux deux aéroports, seules les observations horaires de 2000 à 2012 de Val-d'Or et de Rouyn-Noranda ont été analysées en détail afin de constituer une base de données météorologiques d'une période de 5 années, préféablement consécutives, qui rencontraient les exigences de complétude du MELCC.

Les sondages aérologiques (mesure du profil vertical des paramètres météorologiques à l'aide de ballons-sondes) proviennent de la station de Maniwaki. Bien que la station aérologique de Maniwaki soit située à 294 km au sud-est du site de Sayona, elle est tout de même considérée représentative des conditions météorologiques en altitude de la mine. La station aérologique de Maniwaki est d'ailleurs la seule station dans le sud et l'ouest du Québec.

Les observations horaires en surface ont été obtenues auprès des services météorologiques d'ECCC et les sondages aérologiques ont été obtenus du site internet de la « NOAA/ESRL Radiosonde Database (www.esrl.noaa.gov/raobs) ». Le [tableau 20](#) présente la fréquence de données manquantes à la station de l'aéroport de Val-d'Or de 2000 à 2012 alors que le [tableau 21](#) présente la liste, les caractéristiques et les paramètres de chaque station météorologique utilisée.

Tableau 20 Sommaire des observations météorologiques horaires manquantes à la station de l'aéroport de Val-d'Or

Années	Fréquence d'observations horaires manquantes (%)				
	Direction et vitesse du vent	Température	Pression	Humidité relative	Opacité des nuages
2000	0,60	0,60	0,60	0,84	0,64
2001	0,25	0,17	0,17	0,19	0,17
2002	0,01	0,01	0,03	0,09	0,02
2003	0,05	0,03	0,03	0,43	0,03
2004	0,00	0,00	0,00	0,01	0,32
2005	0,06	0,30	0,03	0,38	0,03
2006	0,81	0,02	0,01	0,15	0,01
2007	0,45	0,05	0,06	0,24	0,07
2008	0,03	0,02	0,02	0,13	0,16
2009	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00
2010	0,00	0,96	0,00	1,70	0,16
2011	11	10	10	10	10
2012	12	12	12	12	34

La période de 2006 à 2010 a finalement été sélectionnée pour la préparation du jeu de données météorologiques avec AERMET. Cette période correspond à la période de cinq années consécutives ayant la plus faible fréquence de données manquantes à Val-d'Or sur l'ensemble de la période de 2000 à 2012. Les critères de sélection incluent aussi la fréquence d'observations manquantes d'opacité des nuages à la station de Rouyn-Noranda et la disponibilité des sondages aérologiques de Maniwaki.

Tableau 21 Liste des stations météorologiques et paramètres utilisés (2006 à 2010)

Nom de la station (numéro ECCC)	Localisation				Type de station	Fréquence des données	Paramètres utilisés dans l'étude	Observations manquantes
	Latitude (° nord)	Longitude (°ouest)	Altitude (m)	Distance et direction par rapport au site				
Val-d'Or (YVO, 7098600)	48,03	74,47	337	46 km au sud-est	Surface	Horaire	Vitesse et direction du vent à 10 m ⁽¹⁾ Température ⁽¹⁾ Humidité relative Pression Opacité du ciel ⁽¹⁾ Étendue des nuages	0 à 84 heures par année (0 à 0,81 %)
Val-d'Or (GVO, 7098603)	48,03	77,47	339	46 km au sud-est	Surface	Horaire	Vitesse et direction du vent à 10 m ⁽¹⁾ Température ⁽¹⁾ Humidité relative Pression ⁽¹⁾ Opacité du ciel ⁽¹⁾ Étendue des nuages	
Rouyn-Noranda (YUY, 7086720)	48,15	79,2	301	50 km à l'ouest-sud-ouest	Surface	Horaire	Vitesse et direction du vent à 10 m ⁽²⁾ Température ⁽²⁾ Humidité relative ⁽²⁾ Pression ⁽²⁾ Opacité du ciel ⁽²⁾ Étendue des nuages ⁽²⁾	0 à 15 heures par année (0 à 0,17 %)
Maniwaki (7034480)	46,30	76,01	189	294 km au sud-est	Altitude	2 fois par jours	Profils verticaux de température le matin ⁽¹⁾	0 à 3 sondages du matin par année (0 à 0,82 %)

(1) Observations nécessaires au modèle de dispersion atmosphérique. Les autres paramètres sont facultatifs.

(2) Lorsque les données de la station de l'aéroport de Val-d'Or sont manquantes.

4.3.2 Traitement des données

4.3.2.1 Observations horaires en surface

Les observations en surface des stations météorologiques ont été fournies par ECCC dans le format des archives climatologiques nationales (HLY01). Les observations manquantes de la station Val-d'Or YVO (pas d'observations nocturnes à partir de juin 2012) ont été remplacées par les observations disponibles pour les mêmes paramètres et au même moment à la station Rouyn-Noranda YUY. Les observations manquantes des stations ont aussi été remplacées par interpolation linéaire jusqu'à trois heures consécutives et les données toujours manquantes à la station de Val-d'Or sont remplacées par celles de Rouyn-Noranda.

Finalement, les données de Val-d'Or après remplacement des observations manquantes sont reformatées avec conversion d'unités dans le format CD144, un format de données américain compatible avec AERMET. En fin de traitement, le jeu de données de surface pour l'étude de dispersion est complet et ne comporte aucune donnée manquante.

4.3.2.2 Sondages aérologiques

Les sondages aérologiques disponibles en format FSL (*Forecast Systems Laboratory*) auprès de la *National Oceanographic and Atmospheric Administration* (NOAA) sont compatibles avec AERMET.

Un traitement de remplacement des sondages manquants ou invalides a toutefois été appliqué à ces données. Seuls les sondages du matin (12:00 UTC), avec une tolérance de deux heures, car certains sondages sont réalisés en avance ou en retard, sont analysés. Les sondages manquants ou invalides sont remplacés par le sondage valide de 12:00 UTC de la journée précédente ou par celui de la journée suivante. Il est ainsi possible de remplacer jusqu'à deux sondages manquants ou invalides consécutifs. Un sondage invalide est un sondage dont le niveau de surface est absent, qui ne possède que quelques niveaux de mesures ou dont les paramètres (température, pression et hauteur) sont manquants sur trop de niveaux sous 5 000 m. Sur l'ensemble de la période de 2006 à 2010, quatre sondages invalides et sept sondages manquants ont été identifiés et remplacés par le sondage de la journée précédente.

4.3.2.3 Options de AERMET

Les options suivantes ont été utilisées lors de l'exécution d'AERMET :

- › Ajout d'une composante aléatoire de -5 à 5° à chaque observation de la direction du vent rapportée aux 10 degrés près par ECCC.
- › Variation des paramètres de surface sur une base mensuelle pour chacune des stations météorologiques.
- › Utilisation de l'option d'ajustement de calcul de la vitesse de friction (u^*) pour corriger une erreur conceptuelle dans la version originale de AERMET, comme recommandé par l'US EPA (US EPA, 2017) et le MELCC.

En fin de traitement avec AERMET, le jeu de données pour l'étude de dispersion est complet et ne comporte aucune donnée manquante.

4.3.3 Rose des vents

Les roses des vents illustrant la fréquence de la provenance du vent par classe de vitesse à la station de l'aéroport de Val-d'Or et à l'aéroport de Rouyn-Noranda sont présentées respectivement aux figures 3 et 4. La vitesse moyenne des vents à la station de l'aéroport Val-d'Or est à 12,9 km/h alors que cette vitesse est de 11,2 km/h à la station de l'aéroport de Rouyn-Noranda. Les roses des vents des deux aéroports sont très similaires. Les vents dominants des deux stations proviennent du secteur compris entre le sud-ouest et le sud-sud-ouest avec une fréquence de 9,6 % à la station de Rouyn-Noranda et une fréquence de 10,1 % à la station de Val-d'Or. Il y a aussi un deuxième pic de fréquences de la provenance du vent compris entre le nord-ouest et le nord-nord-est aux deux stations. La fréquence de ces vents est de 8,2 % à la station de Rouyn-Noranda et de 10 % à la station de Val-d'Or.

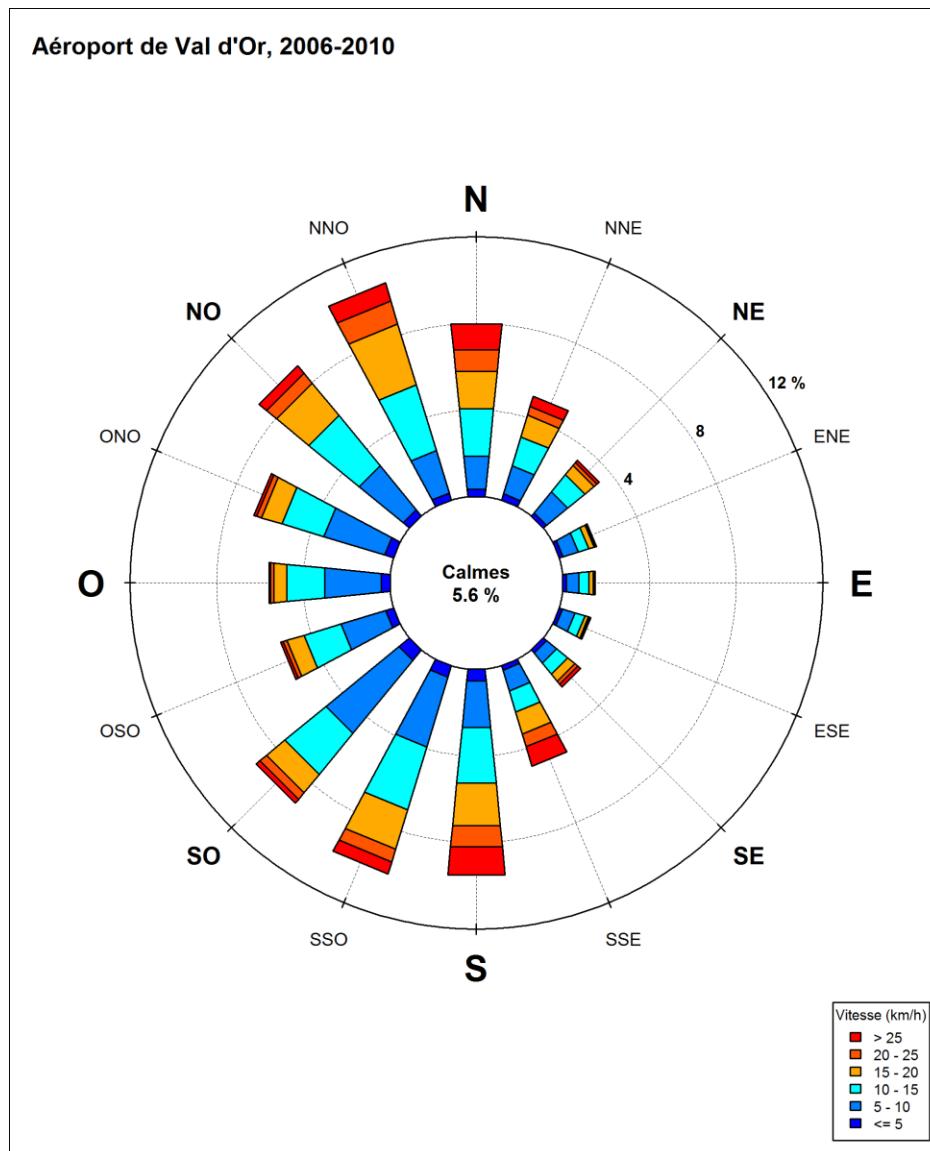


Figure 3 Rose des vents – Aéroport de Val-d'Or (2006-2010)

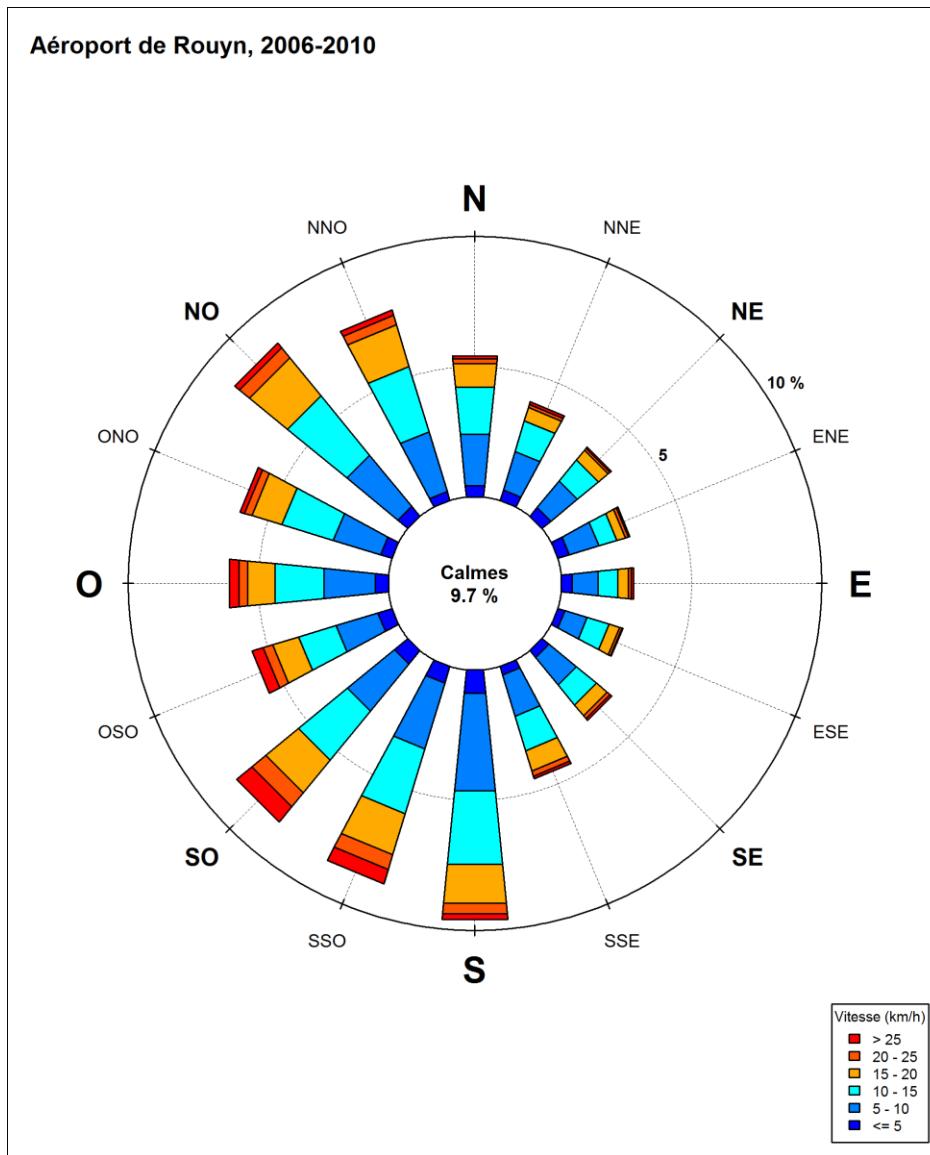


Figure 4 Rose des vents – Aéroport de Rouyn-Noranda (2006-2010)

4.3.4 Paramètres de surface

Lors de la préparation des données météorologiques avec AERMET, l'usager doit estimer certains paramètres de surface pour le site de mesure météorologique. Ces paramètres de surface sont utilisés par le modèle météorologique AERMET pour estimer les paramètres micro-météorologiques décrivant la couche limite atmosphérique (vitesse de friction, longueur de Monin-Obukov, hauteur de mélange) à partir des observations météorologiques courantes : vitesse du vent, température, couvert nuageux.

Ces paramètres de surface sont :

- › La longueur de rugosité (z_0) qui est fonction de la hauteur des obstacles à l'écoulement du vent. Il s'agit de la hauteur théorique à laquelle la vitesse du vent horizontal tend vers zéro;
- › L'albédo (α) qui représente la fraction du rayonnement solaire incident réfléchie par la surface à midi;
- › Le rapport de Bowen (B_o) qui est le rapport entre le flux de chaleur sensible et le flux de chaleur latente durant le jour. Il représente l'humidité de la surface.

Selon la dernière version du guide d'application d'AERMOD par l'US EPA (2018b), des valeurs régionales moyennes sur un domaine de 10 km par 10 km devraient être utilisées pour le rapport de Bowen et l'albédo. Pour la rugosité de la surface, des valeurs typiques selon la provenance du vent et de l'utilisation du sol dans un rayon de 1 km du site météorologique devraient être utilisées. Pour tous ces paramètres, les variations saisonnières (ou mensuelles) doivent aussi être considérées.

La couverture du sol sur un domaine de 10 km par 10 km a été déterminée à partir des cartes écoforestières (4^e inventaire écoforestier du Québec méridional du MFFP, janvier 2018) et de l'interprétation d'images satellites à haute résolution (Bing maps).

La carte de couverture du sol ainsi préparée est présentée à la [figure 5](#). La [figure 6](#) montre une image satellite du site de la station météorologique de Val-d'Or et les six secteurs utilisés pour définir la rugosité de la surface dans un rayon d'un kilomètre. Le [tableau 22](#) présente les caractéristiques de surface saisonnières utilisées dans cette étude pour chaque catégorie d'utilisation ou de couverture du sol identifiée. Des valeurs typiques par saison et par type de couverture du sol ont été retenues (US EPA, 2013). La définition des saisons est principalement basée sur les normales climatiques de température moyenne journalière mensuelle et d'épaisseur de neige au sol en fin de mois dans la région.

Dans un rayon d'un kilomètre de la station météorologique, la couverture du sol est principalement composée de zones boisées (33 %), de surfaces gazonnées (28 %) et de milieu bâti (12 %). Pour le domaine de 10 x 10 km, la couverture du sol est principalement composée de milieux humides (34 %), de forêts résineuses (22%) et forêts et de boisés mixtes (13 %).

Tel que recommandé par l'US EPA (2018b), les paramètres de surface moyens dans la zone d'étude ont été établis de la façon suivante :

- › Albedo (α) : moyenne arithmétique régionale, sans dépendance par la distance ou la provenance du vent, pour un domaine de 10 km par 10 km centré sur le site météorologique;
- › Rapport de Bowen (B_o) : moyenne géométrique régionale, sans dépendance par la distance ou la provenance du vent, pour un domaine de 10 km par 10 km centré sur le site météorologique;
- › Rugosité (z_0) : moyenne géométrique pondérée par l'inverse de la distance dans un rayon d'un kilomètre du site météorologique, pour chacun des cinq secteurs de provenance du vent sélectionnés.

Le [tableau 23](#) présente les résultats des calculs des paramètres de surface saisonniers utilisés comme intrants au modèle micro-météorologique AERMET.

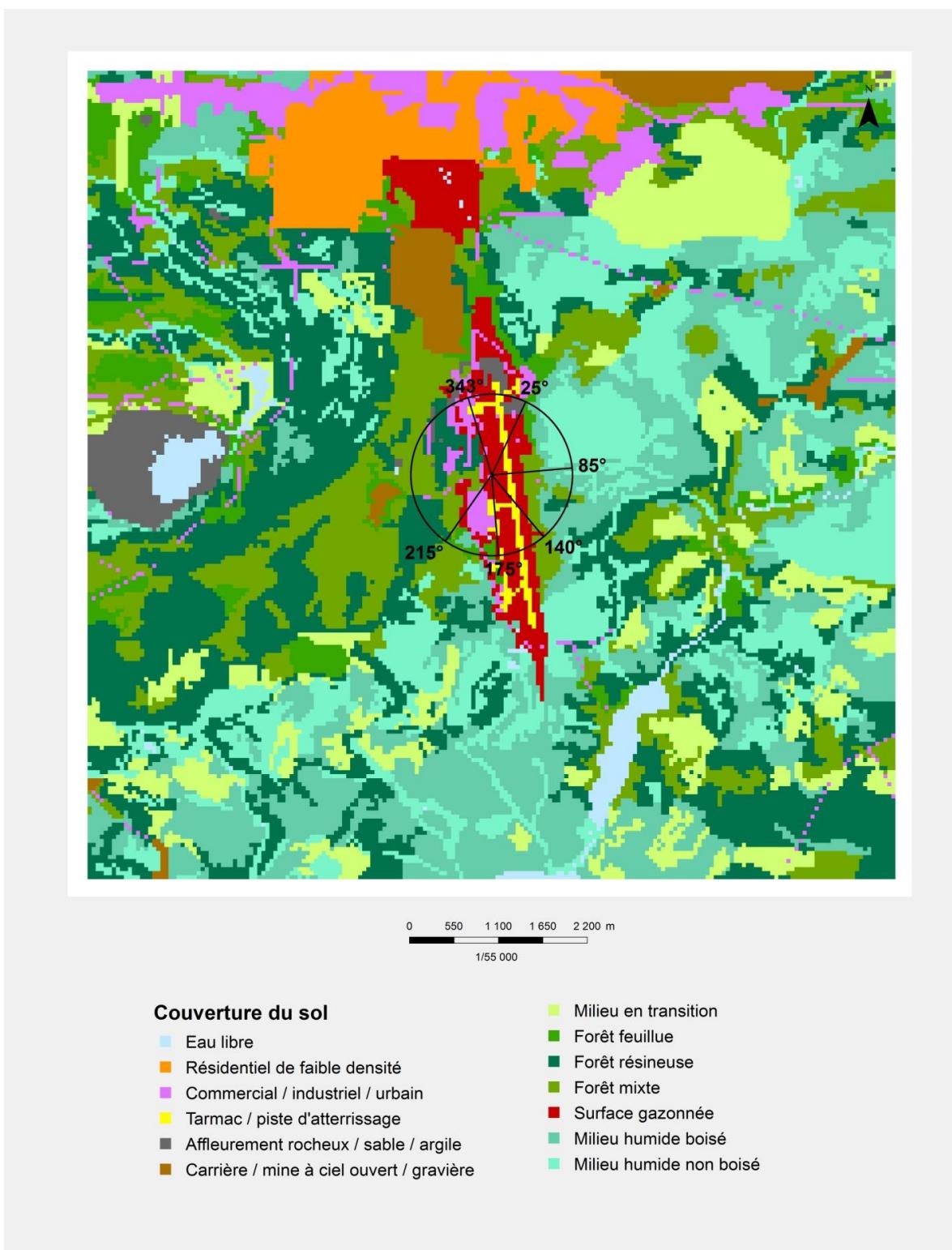


Figure 5 Carte de couverture du sol sur un domaine de 10 x 10 km centré sur le site de la station météorologique de l'aéroport de Val-d'Or



Figure 6 Définition des secteurs dans un rayon de 1 km de la station météorologique de Val-d'Or utilisée pour l'estimation de la rugosité de la surface

Tableau 22 Paramètres de surface par saison et par type de couverture du sol

Couverture du sol	% de la couverture du domaine		Rugosité (m)				Albédo				Rapport de Bowen			
	Rayon 1 km	10 x 10 km	E	A	H	P	E	A	H	P	E	A	H	P
Eau	0,1 %	1,7%	0,001	0,001	0,0015	0,001	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
Résidentiel faible densité	0,0 %	4,2 %	0,4	0,3	0,3	0,4	0,16	0,18	0,45	0,16	0,8	1	0,5	0,8
Commercial/industriel/urbain	12,2 %	4,3 %	0,7	0,7	0,7	0,7	0,18	0,18	0,35	0,18	1,5	1,5	0,5	1,5
Tarmac et piste d'atterrissement	7,3 %	0,4 %	0,02	0,02	0,02	0,02	0,18	0,18	0,25	0,18	1,5	1,5	0,5	1,5
Affleurement rocheux/sable/argile	2,1 %	1,7 %	0,05	0,05	0,05	0,05	0,2	0,2	0,6	0,2	1,5	1,5	0,5	1,5
Carrière/mine à ciel ouvert/gravière	0,0 %	2,3 %	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,6	0,2	1,5	1,5	0,5	1,5
Milieux en transition	0,0 %	9,9 %	0,2	0,2	0,2	0,2	0,18	0,18	0,45	0,18	1	1	0,5	1
Boisés - Forêts feuillues	3,8 %	4,1 %	1,3	0,6	0,5	1	0,16	0,17	0,5	0,16	0,3	1	0,5	0,7
Forêt résineuse	14,3 %	21,7 %	1,3	1,3	1,3	1,3	0,12	0,12	0,35	0,12	0,3	0,8	0,5	0,7
Forêts, boisés mixtes	18,9 %	13,0 %	1,3	0,9	0,8	1,1	0,14	0,14	0,42	0,14	0,3	0,9	0,5	0,7
Surfaces gazonnées	27,6 %	2,6 %	0,02	0,01	0,005	0,015	0,15	0,18	0,6	0,15	0,5	0,7	0,5	0,3
Milieu humide boisé	9,2 %	18,3 %	0,5	0,4	0,3	0,5	0,14	0,14	0,3	0,14	0,2	0,3	0,5	0,2
Milieu humide non boisé	4,5 %	15,7 %	0,2	0,2	0,1	0,2	0,14	0,14	0,3	0,14	0,1	0,1	0,5	0,1

Notes :

E : l'été comprend la période de juin à septembre

A : l'automne (sans neige au sol et végétation minimale) comprend le mois d'octobre

H : l'hiver (neige au sol) comprend la période de novembre à mars

P : le printemps (sans neige au sol et végétation minimale) comprend le mois de mai

Tableau 23 Paramètres de surface utilisés dans le modèle météorologique

Saison	Albédo	Rapport de Bowen	Rugosité (m) par secteur					
			0 à 25° 343 à 360°	25 à 85°	85° à 140°	140 à 175°	175 à 215°	215 à 343°
Été	0,15	0,32	0,024	0,084	0,141	0,022	0,18	0,35
Automne	0,15	0,52	0,015	0,054	0,093	0,013	0,13	0,27
Hiver	0,38	0,50	0,009	0,034	0,064	0,008	0,10	0,22
Printemps	0,15	0,43	0,020	0,071	0,120	0,018	0,16	0,31

Notes :

E : l'été comprend la période de juin à septembre

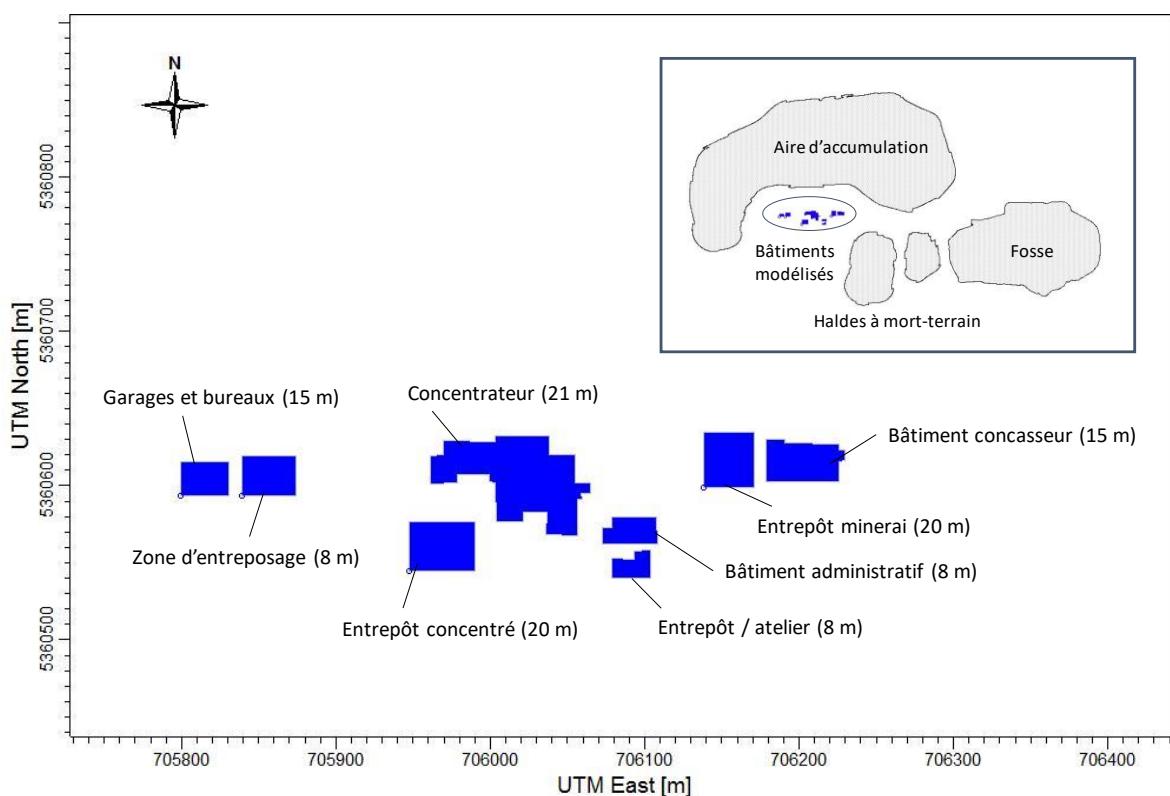
A : l'automne (sans neige au sol et végétation minimale) comprend le mois d'octobre

H : l'hiver (neige au sol) comprend la période de novembre à avril

P : le printemps (sans neige au sol et végétation minimale) comprend le mois de mai

4.4 Effets de sillage des bâtiments

Les effets de sillage des bâtiments sur la dispersion atmosphérique et l'élévation des panaches des cheminées ont été considérés dans l'analyse. Ainsi, les bâtiments principaux situés dans la zone du concentrateur (figure 7) pouvant être considérés comme des obstacles significatifs au libre écoulement de l'air ont été analysés avec le programme BPIP « *Building Profile Input Program* » de l'US EPA, intégré au logiciel AERMOD.

**Figure 7 Localisation des bâtiments et hauteurs correspondantes entre parenthèses**

4.5 Caractéristiques des sources d'émissions atmosphériques

Les caractéristiques physiques des sources retenues pour la modélisation sont résumées aux tableaux 24 à 27 selon le type de sources (fixe, volumique, série de sources volumiques alternées, surfacique). L'emplacement de chaque source est illustré à la figure 8.

Tableau 24 Caractéristiques des sources fixes

ID	Coordonnées centrales (UTM 17)		Élévation de base	Débit	Hauteur	Diamètre	Orientation	Température	Vitesse des gaz
	X - m	Y - m							
F1	706 216	5 360 596	337	394	22	0,75	Verticale	298	15
F2	706 175	5 360 595	338	1 461	22	1,44	Verticale	298	15
F3	705 985	5 360 595	338	500	26	0,84	Verticale	298	15

Tableau 25 Caractéristiques des sources volumiques représentant des segments de route

ID ⁽¹⁾	Longueur m	Nombre de sources	Nombre de voies	Élévation		Hauteur d'émission ⁽²⁾	Sigma-Y ⁽²⁾	Sigma-Z ⁽²⁾
				m	m			
G1	1 449	29	2	202 à 348 ⁽³⁾	3,7	24	3,5	
G2	541	11	2	335 à 339	3,7	24	3,5	
G3	1 092	22	2	349 à 410 ⁽⁴⁾	3,7	24	3,5	
G4	556	12	2	335 à 360 ⁽⁴⁾	3,2	24	3,0	
G5	379	8	2	329 à 339	3,2	24	3,0	
H1	1 943	70	2	313 à 329	3,2	13	3,0	
H2	8 261	296	2	309 à 355	3,2	13	3,0	
H3	3 020	109	2	300 à 310	3,2	13	3,0	

(1) Équivalent pour les émissions de poussières fugitives (_FUG) et de moteur (_GAZ).

(2) Propriétés de chacune des sources du segment : Hauteur d'émission = Hp / 2
Sigma-Y = 2 x Lp / 2,15
Sigma-Z = Hp / 2,15

		G1–G3	G4–G5	H1–H3
Hauteur du véhicule (m)	Hv	4,4	3,74	3,80
Largeur de route (m)	Lr	20	20	8
Hauteur du panache (m)	Hp = 1,7 * Hv	7,5	6,4	6,5
Largeur du panache (m)	Lp = Lr + 6	26	26	14

- (3) Tronçon passant par la fosse. Incluant l'élévation du terrain et la descente progressive vers le fond de la fosse à l'année 6.
- (4) Tronçon passant par l'aire d'accumulation (G3) ou la halde à mort-terrain (G4). Incluant l'élévation du terrain et la montée progressive vers la crête de la section active de l'aire d'accumulation ou la halde à mort-terrain à l'année 6.

Tableau 26 Caractéristiques des sources volumiques

ID	Coordonnées centrales (UTM17)		Élévation	Dimension latérale ⁽¹⁾	Sigma-Y ⁽²⁾	Dimension verticale ⁽³⁾	Hauteur d'émission ⁽⁴⁾	Sigma-Z ⁽⁵⁾
	Est (m)	Nord (m)						
A1_FUG	707 455	5 360 380	202 ⁽⁶⁾	389	91	1,7	0,87	0,81
A1_GAZ						3,5	3,5	1,6
A2_FUG	706 545	5 361 106	410 ⁽⁷⁾	200	47	1,4	11	0,65
A2_GAZ						3,2	13	1,5
B1_FUG	707 455	5 360 380	202 ⁽⁶⁾	389	91	8,2	4,1	3,8
B1_GAZ						4,4	4,4	2,0
B2_FUG	707 455	5 360 380	202 ⁽⁶⁾	389	91	8,2	4,1	3,8
B2_GAZ						4,4	4,4	2,0
B3_FUG	707 455	5 360 380	202 ⁽⁶⁾	389	91	8,2	4,1	3,8
B3_GAZ						4,4	4,4	2,0
B4_FUG	706 260	5 360 605	337	33	7,7	5,4	3,0	2,5
B4_GAZ						3,7	3,7	1,7
B5	706 231	5 360 619	339	4,6	1,1	5,4	3,0	2,5
B6	706 545	5 361 106	410 ⁽⁷⁾	200	47	5,4	13	2,5
B7	706 415	5 360 290	360 ⁽⁸⁾	100	23	6,1	3,4	2,8
B8	706 545	5 361 106	410 ⁽⁷⁾	200	47	6,1	13	2,8
D1_FUG	707 455	5 360 380	202 ⁽⁶⁾	25	5,8	2,0	1,0	0,93
D1_GAZ						3,4	3,4	1,6
E1	707 455	5 360 380	202 ⁽⁶⁾	67	16	15	7,5	7,0

(1) Longueur de l'arête de la surface carrée représentant l'étendue de l'activité durant une journée typique.

(2) Sigma-Y : dimension latérale / 4,3

(3) Hauteur typique de la couche d'émissions fugitives de poussière : hauteur de lame des bouteurs; hauteur du pot d'échappement pour les émissions de moteurs; hauteur de chute maximale pour les pelles excavatrices; hauteur de chute maximale à partir d'un camion; panache de poussière estimé lors du forage ou du sautage.

(4) Hauteur d'émission = dimension verticale / 2 pour les émissions de surface (fugitives) et hauteur du pot d'échappement pour les émissions de moteurs.

(5) Sigma-Z : dimension verticale / 2,15

(6) Élévation estimée dans le fond de la fosse à l'année 6.

(7) Incluant la hauteur minimale de la crête sur la section active de l'aire d'accumulation à l'année 6.

(8) Incluant la hauteur de la crête de la halde à mort-terrain à l'année 6.

Tableau 27 Caractéristiques des sources surfaciques

ID	Coordonnées centrales (UTM17)		Élévation	Surface	Dimension verticale ⁽¹⁾	Hauteur d'émission ⁽²⁾	Sigma-Z ⁽³⁾
	Est (m)	Nord (m)					
C1	706 258	5 360 621	336	3 250	1,0	0,5	0,47
C2	706 405	5 360 275	360 ⁽⁴⁾	46 000	0	0	0
C3	706 569	5 361 090	404 ⁽⁵⁾	132 000	20	10	9,3
C4	706 081	5 361 040	339 ⁽⁵⁾	505 600	50	25	23

(1) Dimension verticale : hauteur anticipée de la pile de minerai, mort-terrain ou terre végétale ou des aspérités à la surface de l'aire d'accumulation.

(2) Hauteur d'émission = dimension verticale / 2

(3) Sigma-Z = dimension verticale / 2,15

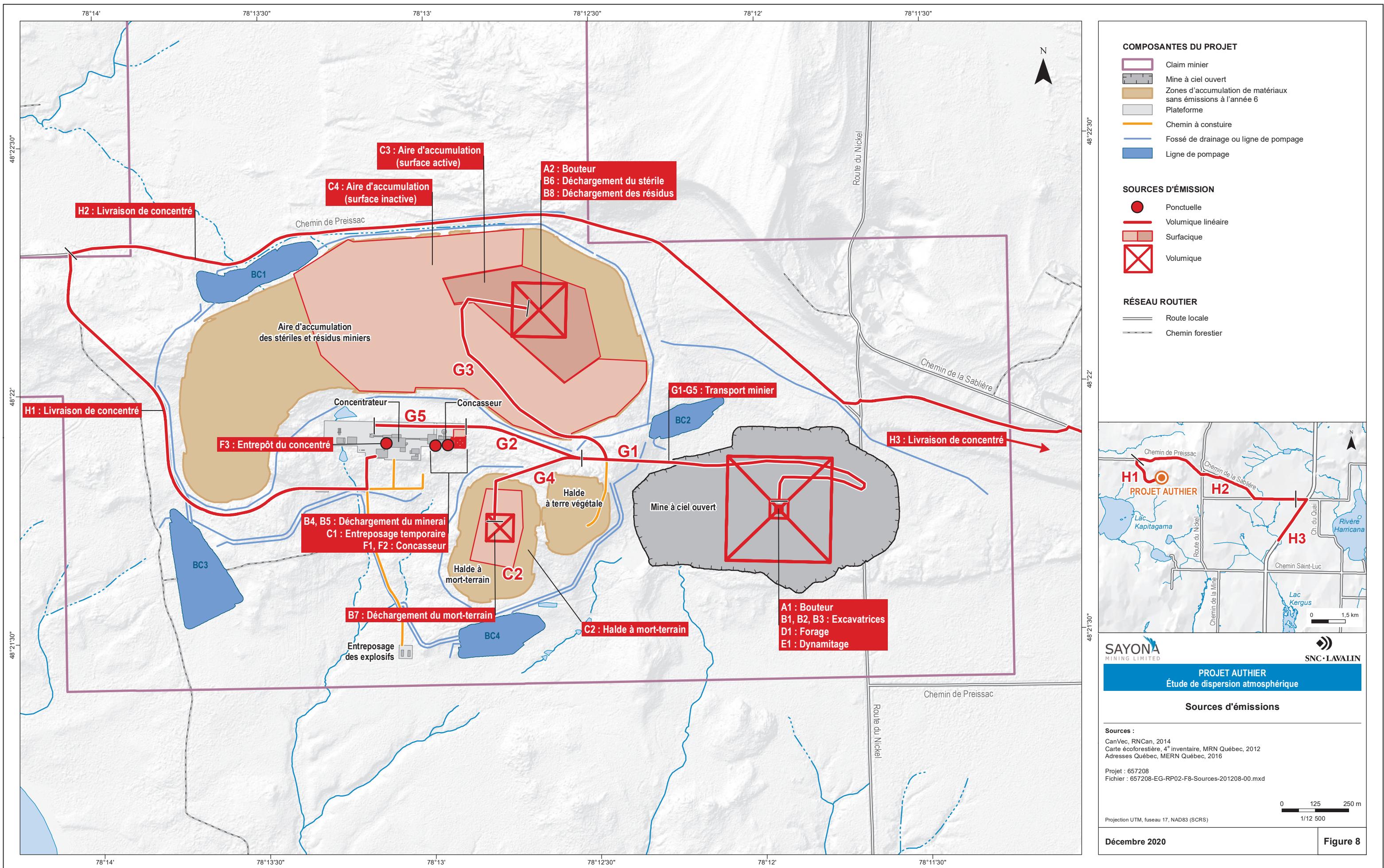
(4) Incluant l'élévation de base + 25 m de hauteur à la crête de la halde à mort-terrain lors de l'année 6.

(5) Incluant l'élévation de base + la hauteur de base de l'aire d'accumulation à l'année 6 pour les sections inactive (10 m) et active (60 m).

4.6 Variation des émissions

Les taux d'émission calculés selon l'approche décrite à la section 3 et présentés à l'[annexe A](#) sont applicables pour toute heure de la journée et de l'année dans le modèle de dispersion, à l'exception des sources suivantes :

- › B4_GAZ, B5 et F1 : 13 h/jour (7 h – 20 h) à tous les jours en lien à la période d'exploitation des concasseurs;
- › C1 à C4 : les émissions liées à l'érosion éolienne sont modulées en fonction de la vitesse horaire du vent (0 si < 19,3 km/h et taux d'émission calculé si > 19,3 km/h).
- › C4 : 24 h/jour d'avril à novembre inclusivement en lien à la présence d'un couvert de neige pendant les mois d'hiver, éliminant l'érosion éolienne de ces surfaces;
- › E1: 1 h/jour (14 h) à tous les jours en lien au sautage survenant quasi instantanément.
- › H2_FUG : Des variations saisonnières liées à la présence de gel ou de neige au sol ont été considérées pour le camionnage sur la route non pavée publique. Les taux d'émission de poussières sont réduits de 40 % de novembre à mars inclusivement par rapport aux taux estivaux.
- › H3_FUG : Des variations saisonnières liées à la présence de sable ou de sels de déglaçage générant plus de poussières en hiver sur les routes pavées ont été considérées en lien au camionnage du concentré. Les taux d'émission en hiver (décembre à mars inclusivement) sont 2,7 fois plus élevés qu'en été.



4.7 Options

L'option « rurale » pour les coefficients de dispersion a été utilisée.

L'option d'ajustement de la vitesse de rugosité (u^* , un paramètre météorologique de la couche de surface), pour corriger une erreur conceptuelle dans AERMET par vent faible, a été utilisée conformément aux recommandations les plus récentes de l'US EPA (2017).

Pour le NO₂, une conversion totale du NO en NO₂ a été considérée dès le rejet à l'atmosphère des émissions de NOx.

La déposition sèche des matières particulières (PM_T, PM₁₀, PM₄, PM_{2.5}) et de leurs constituants (métaux, silice cristalline) des sources fugitives a été considérée dans les simulations puisque les émissions surviennent à proximité du sol, que la masse volumique des poussières est relativement élevée (poussières de roche) et que la fraction de particules plus grossières (> 10 µm) est importante. Le modèle de dispersion requiert alors pour chacune des sources une distribution par classe de diamètre des particules de même que la masse volumique des particules de chacune de ces classes.

L'inventaire des émissions a permis d'estimer les émissions de PM_T, de PM₁₀ et de PM_{2.5}, ce qui correspond à trois classes de particules. Pour certaines sources, les facteurs d'émission d'AP-42 permettent de définir plus de trois catégories. Pour chaque classe de diamètre de particules, le diamètre moyen a été considéré dans l'analyse. Les masses volumiques des particules ont été sélectionnées selon la nature des émissions. Pour les poussières de minéraux, de stériles, de résidus et de morts-terrains, les masses volumiques ont été extraites de mesures réalisées dans le cadre d'études préliminaires sur le site (Sayona, 2019). Les intrants au modèle de dispersion sont présentés au [tableau 28](#).

Tableau 28 Paramètres pour la déposition sèche des particules

Classes de particules et diamètres moyens (μm)	<2,5		2,5-10		>10		Masse volumique (g/cm^3)
	1,25	6,25	20				
Source ⁽¹⁾	Proportions relatives (%)						
A1_FUG	0,11		0,04		0,85		2,78 ⁽²⁾
A2_FUG	0,11		0,12		0,77		2,83 ⁽³⁾
D1_FUG	0,53		0		0,47		2,7 ⁽⁴⁾
E1	0,03		0,49		0,48		2,7 ⁽⁴⁾
F1	0,22		0,22		0,56		2,7 ⁽⁴⁾
F2	0,78		0,06		0,16		2,7 ⁽⁴⁾
F3	1		0		0		2,29 ⁽⁵⁾
G1_FUG	0,03		0,24		0,73		2,9 ⁽⁶⁾
G2_FUG	0,03		0,24		0,73		2,9 ⁽⁶⁾
G3_FUG	0,03		0,24		0,73		2,9 ⁽⁶⁾
G4_FUG	0,03		0,24		0,73		2,9 ⁽⁶⁾
G5_FUG	0,03		0,24		0,73		2,9 ⁽⁶⁾
H1_FUG	0,03		0,24		0,73		2,9 ⁽⁶⁾
H2_FUG	0,03		0,10		0,87		2,6 ⁽⁷⁾
Classes de particules et diamètres moyens (μm)	<2,5		2,5-10		10-15		>15
	1,25	6,25	12,5	22,5			
Source ⁽¹⁾	Proportions relatives (%)						Masse volumique (g/cm^3)
C1	0,08	0,43	0,10	0,39			
C2	0,08	0,43	0,10	0,39			1,9 ⁽⁸⁾
C3	0,08	0,43	0,10	0,39			2,86 ⁽³⁾
C4	0,08	0,43	0,10	0,39			2,9 ⁽⁶⁾
H3_FUG	0,05	0,15	0,05	0,75			2,6 ⁽⁷⁾
Classes de particules et diamètres moyens (μm)	<2,5		2,5-5		5-10		>15
	1,25	3,75	7,5	12,5	22,5		
Source ⁽¹⁾	Proportions relatives (%)						Masse volumique (g/cm^3)
B1_FUG	0,07	0,20	0,20	0,18	0,35		
B2_FUG	0,07	0,20	0,20	0,18	0,35		2,9 ⁽⁶⁾
B3_FUG	0,07	0,20	0,20	0,18	0,35		1,9 ⁽⁸⁾
B4_FUG	0,07	0,20	0,20	0,18	0,35		2,7 ⁽⁴⁾
B5	0,07	0,20	0,20	0,18	0,35		2,7 ⁽⁴⁾
B6	0,07	0,20	0,20	0,18	0,35		2,9 ⁽⁶⁾
B7	0,07	0,20	0,20	0,18	0,35		1,9 ⁽⁸⁾
B8	0,07	0,20	0,20	0,18	0,35		2,29 ⁽⁵⁾

(1) Pour les émissions de moteur associées (_GAZ), la proportion relative est fixée à 1 pour la classe (<2,5 μm).

(2) Le mort-terrain (1,9 g/cm^3), le stérile (2,9 g/cm^3) et le mineraï (2,7 g/cm^3) seront manipulés par le bouteur. Une densité moyenne est calculée au prorata des quantités manipulées lors de l'année 6.

(3) Le stérile (2,9 g/cm^3) et les résidus (2,29 g/cm^3) seront manipulés par le bouteur. Une densité moyenne est calculée au prorata des quantités manipulées lors de l'année 6.

(4) Poussières de mineraï.

(5) Poussières de résidus, dont la masse volumique est considérée équivalente pour le concentré (en absence de données).

(6) Poussières de stériles qui composera aussi les chemins miniers.

(7) Les routes publiques sont typiquement recouvertes d'agrégats (sable, gravier, sol inorganique) dont la densité de particules oscille entre 2,6 et 2,8 g/cm^3 (US Department of Army 2001).

(8) Poussières de mort-terrain.

4.8 Normes et critères de qualité de l'atmosphère et concentrations initiales

Les normes et critères de qualité de l'atmosphère présentés dans le RAA et le document « *Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère* » (MELCC, 2018) représentent les seuils d'exposition maximums, selon les périodes applicables par contaminant. Ces valeurs limites dans l'air ambiant sont présentées au [tableau 29](#).

Ce tableau présente aussi les concentrations initiales qui ont été approuvées par le MELCC suite au dépôt du devis de modélisation (se référer au courriel du 3 mai 2019 de M. Jean-François Deshaies à Mme Ann Lamontagne de Sayona). En l'absence d'une station de suivi de la qualité de l'air régionale, les valeurs suggérées dans le *Guide d'instructions* pour les projets miniers au nord du 51^e parallèle ont été utilisées comme concentrations initiales pour le projet. Bien que le projet soit à plus faible latitude (48,36° N), les valeurs par défaut du RAA, établies pour des régions fortement urbanisées, ne sont pas réalistes pour la région. Les valeurs par défaut du RAA ont été utilisées lorsque des valeurs ne sont pas spécifiées dans le *Guide d'instructions*.

D'ailleurs, aucune installation industrielle située dans le domaine de modélisation du projet de Sayona n'a déclaré des émissions à l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP) pour l'année 2016. L'installation la plus rapprochée du site ayant fait une déclaration (Mine Lapa d'Agnico Eagle) est située à environ 15 km du projet minier.

Tableau 29 Normes et critères de qualité de l'atmosphère et concentrations initiales

Contaminant	Durée	Norme/critère			Concentration initiale appliquée	
		Valeur guide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Statut	Concentration initiale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Justificatif
Contaminants principaux						
Dioxyde de soufre (SO_2)	4 minutes	1 310	N	150	40	Milieu nordique
	24 heures	288	N	50	10	Milieu nordique
	annuelle	52	N	20	2	Milieu nordique
Dioxyde d'azote (NO_2)	1 heure	414	N	150	50	Milieu nordique
	24 heures	207	N	100	30	Milieu nordique
	annuelle	103	N	20	10	Milieu nordique
Monoxyde de carbone (CO)	1 heure	34 000	N	2 650	600	Milieu nordique
	8 heures	12 700	N	1 750	400	Milieu nordique
Particules totales (PM_{T})	24 heures	120	N	90	40	Milieu nordique
Particules fines ($\text{PM}_{2.5}$)	24 heures	30	N	20	15	Milieu nordique
Silice cristalline (SiO_2)	1 heure ⁽¹⁾	23	C	6	6	Critère du MELCC
	annuelle ⁽²⁾	0,07	C	0,04	0,04	Critère du MELCC
Métaux						
Antimoine (Sb)	annuelle	0,17	N	0,007	0,001	Milieu nordique
Argent (Ag)	annuelle	0,23	N	0,005	0,005	RAA
Arsenic (As)	annuelle	0,003	N	0,002	0,002	RAA
Baryum (Ba)	annuelle	0,05	N	0,025	0,02	Milieu nordique
Béryllium (Be)	annuelle	0,0004	N	0	0	RAA
Cadmium (Cd)	annuelle	0,0036	N	0,003	0,0005	Milieu nordique
Chrome trivalent ($\text{Cr}(\text{III})$)	annuelle	0,1	N	0,01	0,01	RAA
Chrome hexavalent ($\text{Cr}(\text{VI})$)	annuelle	0,004	N	0,002	0,002	RAA
Cobalt (Co)	annuelle	0,1	C	0	0	Critère du MELCC
Cuivre (Cu)	24 heures	2,5	N	0,2	0,2	RAA
Manganèse (Mn)	annuelle ⁽¹⁾	0,025	C	0,02	0,005	Milieu nordique
Mercure (Hg)	annuelle	0,005	N	0,002	0,002	RAA
Nickel (Ni)	24 heures ⁽¹⁾	0,014	N	0,002	0,002	RAA
Plomb (Pb)	annuelle	0,1	N	0,025	0,004	Milieu nordique
Sélénium (Se)	1 heure	2	C	0,15	0,15	Critère du MELCC
Thallium (Th)	annuelle	0,25	N	0,05	0,005	Milieu nordique
Titane (Ti)	24 heures ⁽¹⁾	2,5	C	0	0	Critère du MELCC
Vanadium (V)	annuelle	1	N	0,01	0,01	RAA
Zinc (Zn)	24 heures	2,5	N	0,1	0,1	RAA

Milieu nordique : valeurs spécifiées dans le *Guide d'instructions pour les projets miniers au nord du 51^e parallèle*.(1) Évaluée dans les PM_{10} (2) Évaluée dans les PM_4

5 Résultats

La présente section présente tout d'abord les résultats de modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions de contaminants étudiés selon le scénario d'émission identifié aux sections 2 et 3. Un inventaire des émissions annuelles totales des différents contaminants selon ce même scénario est présenté en deuxième lieu.

5.1 Dispersion atmosphérique

Les résultats de modélisation sont présentés ci-dessous sous la forme de tableaux pour l'ensemble des contaminants à l'étude et de cartes pour les contaminants dont la contribution du projet par rapport aux valeurs limites de qualité de l'atmosphère est plus importante. Les tableaux présentent les résultats pour la contribution du projet seul puis combiné avec la concentration initiale correspondante. Les concentrations maximales calculées sur l'ensemble des cinq années de modélisation pour les contaminants principaux ([tableau 30](#)) et les métaux ([tableau 31](#)) y sont présentées selon la période d'exposition de la norme ou du critère (4 minutes, 1 heure, 24 heures et annuelle).

Les [tableaux 32](#) et [33](#) présentent les concentrations maximales calculées au pourtour des trois lots privés situés directement au sud des claims miniers (voir [figure 2 – Récepteurs verts](#)) pour lesquels Sayona est en pourparlers pour en faire l'acquisition avec le début du projet. Dans cette éventualité, le respect des normes et critères de qualité de l'atmosphère sur ces lots ne serait plus une exigence. En fait, la limite de démarcation entre les terres publiques et les autres terres privées au sud est l'endroit le plus rapproché du site minier où les normes et critères doivent être respectés. Les [tableaux 34](#) et [35](#) présentent ainsi les concentrations maximales calculées sur cette ligne de démarcation (voir figure 2 – Récepteurs rouges).

Le [tableau 36](#) présente, quant à lui, les résultats obtenus aux cinq récepteurs sensibles, uniquement pour les contaminants dont la contribution du projet est supérieure à 50 % de la norme ou du critère au-delà de la zone tampon de 300 m selon les résultats des [tableaux 30](#) et [31](#). Puisque les émissions de la mine surviendront près de la surface du sol, les concentrations dans l'air ambiant seront maximales sur le site et diminueront avec la distance. Il en va de soi que les concentrations aux récepteurs sensibles situés à plus de 3 km de la mine seront beaucoup plus faibles que les concentrations des [tableaux 30](#) et [31](#).

Sur toutes les cartes de résultats (annexe C), ce sont les concentrations maximales sur différentes périodes (horaires, journalières ou annuelles) calculées pour l'exploitation du projet seul sur l'ensemble de la période de modélisation qui sont représentées par des courbes d'iso concentrations sur une carte du domaine de modélisation. Ces maximums ne surviendraient donc pas simultanément sur l'ensemble du domaine de modélisation. Sur ces figures, les conditions de dispersion les plus défavorables sont représentées simultanément sur la même carte.

5.1.1 Matières particulières

À la limite de la zone tampon de 300 m, des dépassements de la norme journalière ont été calculés pour les PM_T à une fréquence ne dépassant pas 3,6 % du temps à tout endroit dans le domaine de modélisation ([tableau 37](#)). Aucun dépassement n'a été calculé pour les PM_{2.5} dans le domaine de modélisation après avoir pris en compte les mesures d'atténuation prévues en lien au transport minier (se référer à la section 3.9). Dans les deux cas, la contribution du projet diminue pour l'ensemble des récepteurs sensibles (habitations), de l'ordre de 10 à 20 fois par rapport à la concentration maximale dans le domaine de modélisation, résultant à des concentrations totales maximales inférieures aux normes applicables (40–57 % de la norme correspondante selon le cas).

Les cartes 1 à 2 de l'[annexe C](#) présentent les concentrations maximales journalières de PM_T et de PM_{2.5} calculées dans l'air ambiant pour le scénario de production à l'année 6. La carte 1 montre que les dépassements de la norme de PM_T (intérieur de la courbe orange) s'étendent jusqu'à environ 0,5 km au-delà de la zone tampon de 300 m au nord et au sud du site. La zone de dépassements est très restreinte à l'est et inexiste à l'ouest du site. Elle s'étend toutefois sur la partie nord des trois lots privés situés au centre-sud des claims miniers avec une concentration maximale ([tableau 32](#)) se rapprochant de celle calculée pour l'ensemble du domaine de modélisation, en raison de la proximité de ces lots avec la zone tampon de 300 m. Les mesures d'atténuation prévues pour le transport minier permettront toutefois de prévenir tout dépassement de la norme de PM_T au-delà des terres publiques et des trois lots privés susmentionnés. En effet, la contribution maximale du projet sur les autres terres privées est de 34 µg/m³ (74 µg/m³ avec la concentration initiale) ([tableau 34](#)).

L'analyse des résultats par source révèle que la contribution aux dépassements de PM_T à la limite nord des terres de tenure privée ($\pm 160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ incluant la concentration initiale) est essentiellement reliée aux routes minières et à la halde à mort-terrain inorganique à proximité.

5.1.2 Gaz de combustion

Le [tableau 30](#) montre que les concentrations maximales de CO, NO₂ et SO₂ résultant des sautages et des moteurs de camions et de la machinerie lourde, dont la plupart seront certifiés Tier 4, seront nettement inférieures aux normes applicables du RAA à l'extérieur de la zone tampon de 300 m. La carte 3 de l'[annexe C](#) présente les concentrations maximales horaires de NO₂ calculées dans l'air ambiant, qui demeurent surestimées dans la mesure où la conversion totale du NO en NO₂ à la source des émissions a été considérée dans le modèle. La zone de concentration maximale de NO₂ dans l'air ambiant se situe au sud de la fosse à 2,8 km du récepteur sensible le plus près (récepteur #3).

5.1.3 Métaux

Le [tableau 31](#) présente les concentrations maximales pour chaque métal dans l'air ambiant dans le domaine d'applicabilité des normes et critères de qualité de l'atmosphère. Tous les résultats obtenus sont nettement inférieurs aux normes ou critères à l'exception de la concentration maximale journalière de nickel dans les PM₁₀ qui atteint 361 % de la norme du RAA en incluant la concentration initiale. Le nickel dans l'air ambiant découle principalement de la circulation des camions sur les routes minières composées de stériles concassés et dont le contenu moyen en nickel est un des plus élevés (468 mg/kg en moyenne) parmi les métaux étudiés.

Des dépassements sont également constatés pour les trois lots privés qui font l'objet d'un projet d'acquisition par Sayona ([tableau 33](#)). Les mesures d'atténuation prévues pour le transport minier permettent toutefois de prévenir un dépassement de la norme de nickel au-delà des terres publiques et des trois lots privés susmentionnés ([tableau 35](#)) avec une contribution maximale du projet de $0,0094 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($0,011 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avec la concentration initiale). La contribution maximale du projet aux récepteurs sensibles est également sous le niveau de la norme du RAA, soit entre 35 % et 58 % de la norme selon le récepteur ([tableau 36](#)).

La carte 4 de l'[annexe C](#) présente les concentrations maximales journalières de nickel dans les PM₁₀ calculées dans l'air ambiant. La zone de dépassement (intérieur de la courbe orange) est visuellement similaire à celle obtenue pour les PM_T, quoique celle-ci est plus étendue allant jusqu'à près de 1,7 km au-delà de la zone tampon de 300 m au nord et 1,1 km au sud du site. La distance entre la zone de dépassement et les terres privées les plus rapprochées est de 0,5 km. Pour les récepteurs sensibles #1 au nord et #3 au sud, la zone de dépassement est située à 3,2 km et 1,5 km, respectivement.

5.1.4 Silice cristalline

Pour les concentrations maximales horaires de la silice cristalline dans les PM₁₀, des dépassements du critère du MELCC sont obtenus à 300 m des installations ([tableau 30](#)) quoique la fréquence maximale de dépassement incluant la concentration initiale demeure relativement faible (< 0,1 % du temps) à tout endroit dans le domaine de modélisation. Ces dépassements s'estompent avant d'atteindre les terres privées à environ 1,6 km des claims miniers ($22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avec la concentration initiale; [tableau 34](#)) et les premiers récepteurs sensibles situés à plus de 3 km ([tableau 36](#)). Pour ces derniers, les concentrations horaires maximales de silice cristalline dans les PM₁₀ se situent entre 39 % et 55 % du critère du MELCC.

Des dépassements sont également notés pour les concentrations moyennes annuelles dans les PM₄ à 300 m des installations ([tableau 30](#)). Ces dépassements surviennent pour chaque année modélisée et tout comme pour les concentrations horaires, aucun dépassement n'est calculé aux récepteurs sensibles ([tableau 36](#)) et sur les terres privées ([tableau 34](#)) autres que les trois lots privés qui seront vraisemblablement acquis par Sayona. Les cartes 5 et 6 de l'[annexe C](#) présentent les concentrations maximales horaires et annuelles de silice cristalline calculées dans l'air ambiant. Pour le critère horaire, la zone de dépassement peut s'étendre jusqu'à 1 km de la zone tampon de 300 m, particulièrement au sud du site. Pour le critère annuel, la zone de dépassement s'étend également au centre-nord et au centre-sud du site et aucun dépassement n'est observé sur les terres privées et à l'emplacement des premières habitations.

Les dépassements du critère horaire sont grandement associés au sautage du minerai qui contient beaucoup de quartz (35 %) susceptible de générer de hautes concentrations instantanées de silice cristalline dans l'air et ayant une influence marquée sur les concentrations horaires. C'est pour cette raison que le plan de gestion intégrée des émissions de poussières spécifie un tonnage maximum de minerai (55 000 tonnes) à ne pas excéder dans un banc de sautage. Le sautage n'est pas la seule source affectant la concentration moyenne annuelle, étant une activité survenant tout au plus une centaine de fois par année et dont la durée de l'effet est très courte. Dans ce cas-ci, la halde à mort-terrain inorganique contenant également beaucoup de quartz est la source prédominante particulièrement pour les secteurs au sud du site minier.

5.2 Incertitudes liées aux résultats de modélisation

Un modèle de dispersion atmosphérique comme le modèle AERMOD considère les principaux phénomènes physiques du transport et de la dispersion des contaminants atmosphériques dans l'atmosphère. Tous les modèles peuvent sous-estimer ou surestimer les phénomènes qu'ils tentent de reproduire. Un bon modèle sera « en moyenne » très près de la réalité. Le modèle AERMOD a cependant été développé dans un contexte réglementaire pour démontrer le respect des normes de qualité de l'air ambiant des émissions de projets industriels. Dans son développement et dans ses recommandations d'utilisation, l'US EPA préfère donc un modèle qui ne sous-estime pas les concentrations ambiantes à un modèle plus précis, mais qui parfois a tendance à la sous-estimation. De par sa formulation même, AERMOD a tendance à une légère surestimation des concentrations ambiantes. La fiabilité d'AERMOD est aussi supérieure pour estimer les concentrations moyennes à long terme (annuelle) que les concentrations moyennes à court terme (24 heures et moins).

Mais dans l'incertitude d'une étude de dispersion, la performance d'AERMOD ou son exactitude est habituellement moins importante que l'incertitude liée aux conditions d'utilisation et de la fiabilité des intrants (données météorologiques, phénomènes modélisés, informations sur les sources et les taux d'émission de contaminants, etc.). Dans le cadre de l'application du RAA, l'objectif ultime est de démontrer que les normes de qualité de l'air ambiant seront respectées en tout temps à l'extérieur de la limite de propriété (ou de la zone industrielle) ainsi qu'aux récepteurs sensibles. Pour ce faire, plusieurs hypothèses prudentes ont été considérées en plus de la prudence inhérente d'AERMOD :

- › L'effet des précipitations sur l'atténuation des émissions fugitives de PM_T sur les routes ou sur l'érosion éolienne des piles et haldes est négligé, de même que le phénomène de déposition humide. Cette hypothèse engendre principalement une surestimation des concentrations moyennes annuelles ou des fréquences de concentrations journalières ou horaires élevées.
- › L'ajout de concentrations initiales élevées et peu fréquentes aux concentrations maximales modélisées, sans savoir si elles surviennent simultanément, surtout dans un environnement loin de sources de pollution.
- › Considération d'une conversion totale du NO en NO_2 pour estimer les concentrations maximales de NO_2 dans l'air ambiant.
- › Bien que la déplétion du panache de poussières, de silice cristalline et de métaux par la déposition sèche a été considérée pour l'estimation des concentrations, les résultats sont tout de même prudents puisque le modèle AERMOD ne considère pas la déposition liée aux effets de filtration (interception et impaction) des particules des panaches de poussières par la végétation ni l'augmentation de la déposition liée à la présence de la fosse (pour les sources dans la fosse). Ces phénomènes sont importants lorsque les émissions surviennent en surface et que les panaches ont une dimension verticale du même ordre de grandeur que la végétation ou inférieure à la profondeur de la fosse.

Cet élément est particulièrement d'importance pour le projet Authier dont le site minier est bordé autant au nord qu'au sud par des forêts matures où les dépassements les plus significatifs de PM_T , nickel dans les PM_{10} et la silice cristalline ont été calculés.

L'aspect de l'étude de dispersion qui comporte le plus haut degré d'incertitude est certainement l'estimation des émissions fugitives de poussières. Les émissions fugitives de matières particulières ont été estimées en fonction des caractéristiques du projet et des facteurs d'émission de l'AP-42 pour les routes et les activités minières et de la méthode suggérée par le MELCC (2017) pour l'érosion éolienne. Ces méthodes approximatives sont basées sur des relations empiriques établissant une corrélation moyenne entre les facteurs d'émission et les propriétés des matériaux ou de la surface de la route (teneurs en silt, humidité, etc.). En l'absence de données propres au site d'application, tel que les teneurs en silt libre sur les surfaces des routes, des valeurs mentionnées dans la littérature ont été utilisées. Toutes ces méthodes d'estimation des émissions fugitives peuvent être qualifiées d'approximatives et représentent ainsi l'ordre de grandeur des émissions, plutôt qu'une estimation précise.

Finalement, les distributions des classes de diamètre de particules basées sur les facteurs d'émission AP-42 demeurent approximatives, surtout pour les particules les plus sujettes à la déposition ($> 10 \mu\text{m}$), ce qui introduit une incertitude supplémentaire aux estimations de matières particulières dans l'air ambiant et dont le niveau de surestimation ou de sous-estimation demeure inconnu.

5.3 Inventaire des émissions

Le [tableau 38](#) compile les émissions annuelles de chaque contaminant sélectionné pour cette étude (contaminants modélisés + PM_{10} + composés organiques volatils) selon le scénario et les méthodes de calculs décrites à la section 3. Ces émissions s'appliquent donc pour l'année 6 de la phase d'exploitation. Les hypothèses de travail menant à ces estimations sont disponibles dans l'imprimé de la note de calcul disponible à l'[annexe B](#).

Tableau 30 Concentrations maximales calculées dans l'air ambiant à la limite de la zone tampon de 300 m et au-delà pour les principaux contaminants

Contaminants	Périodes	Contributions du projet (A) ^a		Concentrations Initiales (B)		Concentrations totales (A+B) ^a		Normes ou critère
		µg/m ³	% norme / critère	µg/m ³	% norme / critère	µg/m ³	% norme / critère	
Particules totales (PM _T)	24 heures	171	143 %	40	33 %	211	176 %	120
Particules fines (PM _{2,5})	24 heures	14,9	49,8 %	15	50 %	29,9	99,8 %	30
Dioxyde de soufre (SO ₂)	4 minutes	1,6 ^b	0,12 %	40	3,1 %	42	3,2 %	1 310
	24 heures	0,11	0,037 %	10	3,5 %	10	3,5 %	288
	annuelle	0,010	0,019 %	2	3,8 %	2,0	3,9 %	52
Dioxyde d'azote (NO ₂)	1 heure	167	40 %	50	12 %	217	52 %	414
	24 heures	11	5,4 %	30	14 %	41	20 %	207
	annuelle	1,3	1,3 %	10	9,7 %	11	11 %	103
Monoxyde de carbone (CO)	1 heure	663	2,0 %	600	1,8 %	1 263	3,7 %	34 000
	8 heures	106	0,84 %	400	3,1 %	506	4,0 %	12 700
Silice cristalline dans les PM ₁₀	1 heure	72	312 %	6	26 %	78	338 %	23
Silice cristalline dans les PM ₄	annuelle	0,12	173 %	0,04	57 %	0,16	230 %	0,07

a La fréquence maximale de dépassements pour les cas où le pourcentage dépasse 100 % de la norme ou du critère est présentée au tableau 37.

b Obtenu selon la formule suivante : $C_{4min} = C_{1h} \times \frac{0,97}{(4/60)^{0,25}}$ où C_{1h} est la concentration maximale modélisée sur base horaire selon le modèle

Tableau 31 Concentrations maximales calculées dans l'air ambiant à la limite de la zone tampon de 300 m et au-delà pour les métaux

Contaminants	Périodes	Contributions du projet (A)		Concentrations Initiales (B)		Concentrations totales (A+ B)		Normes ou critère µg/m³
		µg/m³	% norme / critère	µg/m³	% norme / critère	µg/m³	% norme / critère	
Antimoine (Sb)	annuelle	1.5×10^{-5}	0,009 %	0,001	0,59 %	0,0010	0,6 %	0,17
Argent (Ag)	annuelle	1.6×10^{-6}	0,001 %	0,005	2,2 %	0,0050	2,2 %	0,23
Arsenic (As)	annuelle	2.6×10^{-5}	0,85 %	0,002	67 %	0,0020	68 %	0,003
Baryum (Ba)	annuelle	0,00070	1,40 %	0,02	40 %	0,021	41 %	0,05
Béryllium (Be)	annuelle	$9,4 \times 10^{-6}$	2,36 %	0	0 %	$9,4 \times 10^{-6}$	2,4 %	0,0004
Cadmium (Cd)	annuelle	$2,6 \times 10^{-6}$	0,073 %	0,0005	14 %	0,00050	14 %	0,0036
Chrome trivalent (Cr(III))	annuelle	0,010	10 %	0,01	10 %	0,020	20 %	0,1
Chrome hexavalent (Cr(VI))	annuelle	$5,3 \times 10^{-5}$	1,3 %	0,002	50 %	0,0021	51 %	0,004
Cobalt (Co)	annuelle	0,00059	0,59 %	0	0 %	0,00059	0,6 %	0,1
Cuivre (Cu)	24 heures	0,0059	0,24 %	0,2	8,0 %	0,21	8,2 %	2,5
Manganèse (Mn) dans les PM ₁₀	annuelle	0,0018	7,4 %	0,005	20 %	0,0068	27 %	0,025
Mercure (Hg)	annuelle	$2,4 \times 10^{-5}$	0,47 %	0,002	40 %	0,0020	40 %	0,005
Nickel (Ni) dans les PM ₁₀	24 heures	0,049	347 %	0,002	14 %	0,051	361 %	0,014
Plomb (Pb)	annuelle	$9,5 \times 10^{-5}$	0,10 %	0,004	4,0 %	0,0041	4,1 %	0,1
Sélénium (Se)	1 heure	0,00077	0,038 %	0,15	7,5 %	0,15	7,5 %	2
Thallium (Th)	annuelle	$7,4 \times 10^{-6}$	0,0029 %	0,005	2,0 %	0,0050	2,0 %	0,25
Titane (Ti) dans les PM ₁₀	24 heures	0,019	0,76 %	0	0 %	0,019	0,8 %	2,5
Vanadium (V)	annuelle	0,00050	0,050 %	0,01	1,0 %	0,011	1,1 %	1
Zinc (Zn)	24 heures	0,0051	0,20 %	0,1	4,0 %	0,11	4,2 %	2,5

Tableau 32 Concentrations maximales calculées dans l'air ambiant pour les principaux contaminants à la limite des trois lots privés qui feront l'objet d'un achat par Sayona

Contaminants	Périodes	Contributions du projet (A) ^a		Concentrations Initiales (B)		Concentrations totales (A+B)		Normes ou critère
		µg/m ³	% norme / critère	µg/m ³	% norme / critère	µg/m ³	% norme / critère	
Particules totales (PM _T)	24 heures	160	133 %	40	33 %	200	166 %	120
Particules fines (PM _{2,5})	24 heures	14	46 %	15	50 %	29	96 %	30
Dioxyde de soufre (SO ₂)	4 minutes	0,67 ^b	0,051 %	40	3,1 %	41	3,1 %	1 310
	24 heures	0,078	0,027 %	10	3,5 %	10	3,5 %	288
	annuelle	0,0057	0,011 %	2	3,8 %	2,0	3,9 %	52
Dioxyde d'azote (NO ₂)	1 heure	62	15 %	50	12 %	112	27 %	414
	24 heures	4,7	2,3 %	30	14 %	35	17 %	207
	annuelle	0,33	0,32 %	10	9,7 %	10	10 %	103
Monoxyde de carbone (CO)	1 heure	154	0,45 %	600	1,8 %	754	2,2 %	34 000
	8 heures	20	0,16 %	400	3,1 %	420	3,3 %	12 700
Silice cristalline dans les PM ₁₀	1 heure	16	70 %	6	26 %	22	96 %	23
Silice cristalline dans les PM ₄	annuelle	0,11	159 %	0,04	57 %	0,15	216 %	0,07

a Correspond à la contribution maximale du projet aux récepteurs associés aux trois (3) lots privés (voir Figure 2 – Récepteurs en vert).

b Obtenu selon la formule suivante : $C_{4min} = C_{1h} \times \frac{0,97}{(4/60)^{0,25}}$ où C_{1h} est la concentration maximale modélisée sur base horaire selon le modèle

Tableau 33 Concentrations maximales calculées dans l'air ambiant pour les métaux à la limite des trois lots privés qui feront l'objet d'un achat par Sayona

Contaminants	Périodes	Contributions du projet (A) ^a		Concentrations Initiales (B)		Concentrations totales (A+ B)		Normes ou critère
		µg/m ³	% norme / critère	µg/m ³	% norme / critère	µg/m ³	% norme / critère	
Antimoine (Sb)	annuelle	$1,0 \times 10^{-5}$	0,006 %	0,001	0,59 %	0,0010	0,59 %	0,17
Argent (Ag)	annuelle	$1,4 \times 10^{-6}$	0,001 %	0,005	2,2 %	0,0050	2,2 %	0,23
Arsenic (As)	annuelle	$9,5 \times 10^{-6}$	0,32 %	0,002	67 %	0,0020	67 %	0,003
Baryum (Ba)	annuelle	0,00065	1,3 %	0,02	40 %	0,021	41 %	0,05
Béryllium (Be)	annuelle	$6,5 \times 10^{-6}$	1,6 %	0	0 %	$6,5 \times 10^{-6}$	1,6 %	0,0004
Cadmium (Cd)	annuelle	$2,3 \times 10^{-6}$	0,065 %	0,0005	14 %	0,00050	14 %	0,0036
Chrome trivalent (Cr(III))	annuelle	0,0057	5,7 %	0,01	10 %	0,016	16 %	0,1
Chrome hexavalent (Cr(VI))	annuelle	$3,0 \times 10^{-5}$	0,75 %	0,002	50 %	0,0020	51 %	0,004
Cobalt (Co)	annuelle	0,00035	0,35 %	0	0 %	0,00035	0,35 %	0,1
Cuivre (Cu)	24 heures	0,0036	0,14 %	0,2	8,0 %	0,20	8,1 %	2,5
Manganèse (Mn) dans les PM ₁₀	annuelle	0,0017	6,8 %	0,005	20 %	0,0067	27 %	0,025
Mercure (Hg)	annuelle	$5,3 \times 10^{-6}$	0,11 %	0,002	40 %	0,0020	40 %	0,005
Nickel (Ni) dans les PM ₁₀	24 heures	0,028	199 %	0,002	14 %	0,030	213 %	0,014
Plomb (Pb)	annuelle	$3,3 \times 10^{-5}$	0,033 %	0,004	4,0 %	0,0040	4,0 %	0,1
Sélénium (Se)	1 heure	0,00018	0,009 %	0,15	7,5 %	0,15	7,5 %	2
Thallium (Th)	annuelle	$5,0 \times 10^{-6}$	0,002 %	0,005	2,0 %	0,0050	2,0 %	0,25
Titane (Ti) dans les PM ₁₀	24 heures	0,015	0,61 %	0	0 %	0,015	0,61 %	2,5
Vanadium (V)	annuelle	0,00037	0,037 %	0,01	1,0 %	0,010	1,0 %	1
Zinc (Zn)	24 heures	0,0047	0,19 %	0,1	4,0 %	0,10	4,2 %	2,5

a Correspond à la contribution maximale du projet aux récepteurs associés aux trois (3) lots privés (voir Figure 2 – Récepteurs en vert).

Tableau 34 Concentrations maximales calculées dans l'air ambiant pour les principaux contaminants à la limite entre les terres publiques et les autres terres privées situées plus au sud du claim minier

Contaminants	Périodes	Contributions du projet (A) ^a		Concentrations Initiales (B)		Concentrations totales (A+B)		Normes ou critère
		µg/m ³	% norme / critère	µg/m ³	% norme / critère	µg/m ³	% norme / critère	
Particules totales (PM _T)	24 heures	34	28 %	40	33 %	74	62 %	120
Particules fines (PM _{2,5})	24 heures	3,4	11 %	15	50 %	18	61 %	30
Dioxyde de soufre (SO ₂)	4 minutes	0,25 ^b	0,019 %	40	3,1 %	40	3,1 %	1 310
	24 heures	0,027	0,009 %	10	3,5 %	10	3,5 %	288
	annuelle	0,0021	0,004 %	2	3,8 %	2,0	3,9 %	52
Dioxyde d'azote (NO ₂)	1 heure	31	7,5 %	50	12 %	81	20 %	414
	24 heures	2,6	1,3 %	30	14 %	33	16 %	207
	annuelle	0,23	0,22 %	10	9,7 %	10	9,9 %	103
Monoxyde de carbone (CO)	1 heure	151	0,45 %	600	1,8 %	751	2,2 %	34 000
	8 heures	19	0,15 %	400	3,1 %	419	3,3 %	12 700
Silice cristalline dans les PM ₁₀	1 heure	16	68 %	6	26 %	22	94 %	23
Silice cristalline dans les PM ₄	annuelle	0,023	32 %	0,04	57 %	0,063	89 %	0,07

a Correspond à la contribution maximale du projet aux récepteurs placés sur la ligne de démarcation entre les terres publiques et les autres terres privées au sud (voir Figure 2 – Récepteurs en rouge).

b Obtenu selon la formule suivante : $C_{4min} = C_{1h} \times \frac{0,97}{(4/60)^{0,25}}$ où C_{1h} est la concentration maximale modélisée sur base horaire selon le modèle

Tableau 35 Concentrations maximales calculées dans l'air ambiant pour les métaux à la limite entre les terres publiques et les autres terres privées situées plus au sud du claim minier

Contaminants	Périodes	Contributions du projet (A) ^a		Concentrations Initiales (B)		Concentrations totales (A+ B)		Normes ou critère
		µg/m ³	% norme / critère	µg/m ³	% norme / critère	µg/m ³	% norme / critère	
Antimoine (Sb)	annuelle	$2,8 \times 10^{-6}$	0,002 %	0,001	0,59 %	0,0010	0,59 %	0,17
Argent (Ag)	annuelle	$2,2 \times 10^{-7}$	0,0001 %	0,005	2,2 %	0,0050	2,2 %	0,23
Arsenic (As)	annuelle	$2,2 \times 10^{-6}$	0,072 %	0,002	67 %	0,0020	67 %	0,003
Baryum (Ba)	annuelle	0,00014	0,28 %	0,02	40 %	0,020	40 %	0,05
Béryllium (Be)	annuelle	$1,7 \times 10^{-6}$	0,43 %	0	0 %	$1,7 \times 10^{-6}$	0,43 %	0,0004
Cadmium (Cd)	annuelle	$3,4 \times 10^{-7}$	0,009 %	0,0005	14 %	0,00050	14 %	0,0036
Chrome trivalent (Cr(III))	annuelle	0,0018	1,8 %	0,01	10 %	0,012	12 %	0,1
Chrome hexavalent (Cr(VI))	annuelle	$9,3 \times 10^{-6}$	0,23 %	0,002	50 %	0,0020	50 %	0,004
Cobalt (Co)	annuelle	0,00010	0,10 %	0	0 %	0,00010	0,10 %	0,1
Cuivre (Cu)	24 heures	0,0013	0,050 %	0,2	8,0 %	0,20	8,1 %	2,5
Manganèse (Mn) dans les PM ₁₀	annuelle	0,00041	1,6 %	0,005	20 %	0,0054	22 %	0,025
Mercure (Hg)	annuelle	$1,9 \times 10^{-6}$	0,037 %	0,002	40 %	0,0020	40 %	0,005
Nickel (Ni) dans les PM ₁₀	24 heures	0,0094	67 %	0,002	14 %	0,011	81 %	0,014
Plomb (Pb)	annuelle	$5,8 \times 10^{-6}$	0,006 %	0,004	4,0 %	0,0040	4,0 %	0,1
Sélénium (Se)	1 heure	0,00016	0,008 %	0,15	7,5 %	0,15	7,5 %	2
Thallium (Th)	annuelle	$1,3 \times 10^{-6}$	0,001 %	0,005	2,0 %	0,0050	2,0 %	0,25
Titane (Ti) dans les PM ₁₀	24 heures	0,0036	0,15 %	0	0 %	0,0036	0,15 %	2,5
Vanadium (V)	annuelle	$9,3 \times 10^{-5}$	0,009 %	0,01	1,0 %	0,010	1,0 %	1
Zinc (Zn)	24 heures	0,00097	0,039 %	0,1	4,0 %	0,10	4,0 %	2,5

a Correspond à la contribution maximale du projet aux récepteurs placés sur la ligne de démarcation entre les terres publiques et les autres terres privées au sud (voir Figure 2 – Récepteurs en rouge).

Tableau 36 Concentrations maximales calculées dans l'air ambiant aux récepteurs sensibles pour les contaminants présentant un dépassement de la norme (critère) à la limite de 300 m et au-delà

Contaminant	Périodes	Contributions du projet (A)		Concentrations Initiales (B)		Concentrations totales (A+B)		Normes ou critère
		µg/m ³	% norme / critère	µg/m ³	% norme / critère	µg/m ³	% norme / critère	
Chalet au lac Tessier								
Particules totales (PM _T)	24 heures	10,0	8,3 %	40	33 %	50	41 %	120
Particules fines (PM _{2,5})	24 heures	1,1	3,7 %	15	50 %	16	54 %	30
Silice cristalline dans les PM ₁₀	1 heure	6,6	28 %	6	26 %	13	54 %	23
Silice cristalline dans les PM ₄	annuelle	0,0085	12 %	0,04	57 %	0,049	69 %	0,07
Nickel (Ni) dans les PM ₁₀	24 heures	0,0027	23 %	0,002	14 %	0,0047	37 %	0,014
Résidence au lac Preissac (baie Poirier)								
Particules totales (PM _T)	24 heures	8,8	7,3 %	40	33 %	49	40 %	120
Particules fines (PM _{2,5})	24 heures	1,1	3,7 %	15	50 %	16	54 %	30
Silice cristalline dans les PM ₁₀	1 heure	3,1	13 %	6	26 %	9,1	39 %	23
Silice cristalline dans les PM ₄	annuelle	0,0014	2,0 %	0,04	57 %	0,041	59 %	0,07
Nickel (Ni) dans les PM ₁₀	24 heures	0,0029	24 %	0,002	14 %	0,0049	38 %	0,014
Chalet du lac de la Ligne à l'eau								
Particules totales (PM _T)	24 heures	17	15 %	40	33 %	57	48 %	120
Particules fines (PM _{2,5})	24 heures	2,1	7,1 %	15	50 %	17	57 %	30
Silice cristalline dans les PM ₁₀	1 heure	6,3	27 %	6	26 %	12	53 %	23
Silice cristalline dans les PM ₄	annuelle	0,013	18 %	0,04	57 %	0,053	75 %	0,07
Nickel (Ni) dans les PM ₁₀	24 heures	0,0053	44 %	0,002	14 %	0,0073	58 %	0,014

Tableau 36 Concentrations maximales calculées dans l'air ambiant aux récepteurs sensibles pour les contaminants présentant un dépassement de la norme (critère) à la limite de 300 m et au-delà (suite)

Contaminant	Périodes	Contributions du projet (A)		Concentrations Initiales (B)		Concentrations totales (A+B)		Normes ou critère
		µg/m ³	% norme / critère	µg/m ³	% norme / critère	µg/m ³	% norme / critère	
Résidence sur le chemin Saint-Luc								
Particules totales (PM _T)	24 heures	16	14 %	40	33 %	56	47 %	120
Particules fines (PM _{2.5})	24 heures	1,7	5,5 %	15	50 %	17	56 %	30
Silice cristalline dans les PM ₁₀	1 heure	6,7	29 %	6	26 %	13	55 %	23
Silice cristalline dans les PM ₄	annuelle	0,0074	11 %	0,04	57 %	0,047	68 %	0,07
Nickel (Ni) dans les PM ₁₀	24 heures	0,0052	44 %	0,002	14 %	0,0072	58 %	0,014
Résidence sur le chemin Preissac (coin route 109)								
Particules totales (PM _T)	24 heures	9,3	7,7 %	40	33 %	49	41 %	120
Particules fines (PM _{2.5})	24 heures	1,1	3,5 %	15	50 %	16	54 %	30
Silice cristalline dans les PM ₁₀	1 heure	4,6	20 %	6	26 %	11	46 %	23
Silice cristalline dans les PM ₄	annuelle	0,0044	6,3 %	0,04	57 %	0,044	63 %	0,07
Nickel (Ni) dans les PM ₁₀	24 heures	0,0025	21 %	0,002	14 %	0,0045	35 %	0,014

Tableau 37 Fréquence maximale de dépassements de la norme (critère) à un récepteur à la limite de 300 m

Contaminants	Périodes	Dépassements par année (projet seul)		Dépassements par année (avec concentration initiale)	
		Nombre ^a	Fréquence	Nombre ^a	Fréquence
Limite de la zone tampon de 300 m et au-delà					
Particules totales (PM _T)	24 heures	0 – 2	0 – 0,55 %	6 – 13	1,6 – 3,6 %
Nickel (Ni) dans les PM ₁₀	24 heures	13 – 25	3,6 – 6,8 %	24 – 38	6,6 – 10 %
Silice cristalline dans les PM ₁₀	1 heure	2 – 5	0,02 – 0,06 %	3 – 7	0,03 – 0,08 %

a Pour le même récepteur, un nombre de dépassements de la norme ou du critère est calculé pour chacune des 5 années de données météorologiques. La plage correspond au nombre minimum et maximum de dépassements annuels parmi les 5 valeurs obtenues. La fréquence est obtenue en divisant le nombre de dépassements par le nombre de périodes pendant une année.

Tableau 38 Inventaire des émissions (en kg) pour l'année 6 de production

Contaminants	Boutage et niveling	Transfert de matériel	Érosion éolienne	Forage et sautage	Concassage, tamisage et entreposage	Transport minier	Livraison du concentré	TOTAL
Identifications des sources								
Particules totales (PM _T)	13 880	80 860	67 563	8 331	15 649	608 745	12 250	807 278
Particules totales (PM ₁₀)	2 802	39 348	33 781	4 353	14 927	161 353	2 183	258 746
Particules fines (PM _{2,5})	1 493	7 673	5 067	365	14 579	16 397	378	45 952
Dioxyde de soufre (SO ₂)	11	57	0	11	0	79	0,5	159
Oxydes azote (NO _x)	460	20 283	0	1 042	0	3 387	49	25 220
Monoxyde de carbone (CO)	71	11 115	0	4 981	0	523	15	16 704
Silice cristalline	2 524	2 425	11 420	245	5 446	852	452	23 362
Composés organiques volatils	25	1 407	0	26	0	187	0	1 645
Antimoine (Sb)	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,4	< 0,1	0,6
Argent (Ag)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Arsenic (As)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,3	0,1	0,5
Baryum (Ba)	0,4	2,8	3,3	0,3	0,1	18	0,7	26
Béryllium (Be)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2	< 0,1	0,4
Cadmium (Cd)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Chrome trivalent (CrIII)	4,4	41	22	4,3	1,2	282	3,0	359
Chrome hexavalent (CrVI)	< 0,1	0,2	0,1	< 0,1	< 0,1	1,5	< 0,1	1,9
Cobalt (Co)	0,3	2,3	1,4	0,2	< 0,1	16	0,4	21
Cuivre (Cu)	0,3	3,1	1,9	0,3	1,4	22	0,5	30
Manganèse (Mn)	1,9	15	15,2	1,5	1,3	98	12	145
Mercure (Hg)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nickel (Ni)	3,5	34	18,6	3,6	0,1	285	2,6	347
Plomb (Pb)	< 0,1	0,1	0,2	< 0,1	0,1	0,3	0,4	1,1
Sélénium (Se)	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,4	< 0,1	0,6
Thallium (Th)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2	< 0,1	0,3
Titane (Ti)	1,6	14	12	1,4	< 0,1	110	2,2	141
Vanadium (V)	0,2	2,0	1,7	0,2	< 0,1	14	0,3	18
Zinc (Zn)	0,3	2,1	1,8	0,2	1,3	14	1,0	21

6 Conclusion

Le modèle de dispersion atmosphérique AERMOD a été utilisé conjointement avec cinq années de données météorologiques (2006-2010) générées pour le site du projet pour estimer les concentrations maximales de plusieurs contaminants atmosphériques dans l'air résultant de l'exploitation du projet Authier. Le modèle micro-météorologique AERMET a été utilisé pour préparer la base de données météorologiques requise par le modèle de dispersion AERMOD en se basant sur les données de la station de Val-d'Or dont les observations manquantes ont été complétées par les données de la station de Rouyn-Noranda.

Le scénario de modélisation a été développé en fonction du plus récent plan minier de projet Authier (Sayona Québec et BBA, 2019). L'année 6 de production a été choisie comme base au scénario étant l'année quand la plus grande quantité de matériel (incluant le minerai, le stérile et le mort-terrain) sera extraite de la fosse et transportée vers les différents points de chute. Il est anticipé que les émissions liées au camionnage, au chargement et au déchargement du matériel seront maximales dans ces conditions. À ceci s'ajoutent les émissions associées au déplacement du matériel par les bouteurs, à l'érosion éolienne des piles et surfaces érodables, au forage et au sautage des trous de production, et aux dépoussiéreurs du concentrateur.

Les résultats de modélisation se résument ainsi :

- › Les effets du projet sur la qualité de l'air diminuent rapidement avec la distance.
- › Des dépassements des normes du RAA pour les PM_{T} et le nickel (période d'exposition : 24 heures) et des critères du MELCC pour la silice cristalline (périodes d'exposition : 1 heure et annuelle) ont été calculés sur les terres publiques à plus de 300 m des installations. Sinon, aucun dépassement n'est constaté pour les autres contaminants dont les contributions du projet sont toutes inférieures à 50 % de la valeur limite (norme ou critère) respective.
- › La fréquence maximale de dépassements sur une base annuelle à 300 m des installations est de 3,6 % pour les PM_{T} (moins de 13 dépassements par année), 10 % pour le nickel dans les PM_{10} , et 0,08 % (base horaire) pour la silice cristalline.
- › Des dépassements des normes du RAA pour les PM_{T} et le nickel et du critère du MELCC pour la silice cristalline (annuelle) ont été calculés sur la partie nord des trois lots privés situés directement au sud des claims miniers (lots 4 593 542, 4 593 543 et 4 593 139 du cadastre de la Municipalité de La Motte). Sayona est actuellement en pourparlers avec les propriétaires pour en faire l'acquisition avant le début des activités liées au projet. Le respect des normes et critères sur ces terrains ne deviendrait donc plus une obligation.
- › Aucun dépassement de normes et critères de qualité de l'atmosphère n'a été calculé pour les PM_{T} , le nickel et la silice cristalline sur les autres terres privées (particulièrement au sud et à l'est des claims miniers) au-delà des terres publiques et des trois lots privés susmentionnés. Ceci inclut les récepteurs sensibles (habitations) existants dont le plus rapproché se situe à 3 km au sud des claims miniers. Le contaminant pour lequel le pourcentage de la valeur limite est le plus élevé à un récepteur sensible donné est la silice cristalline sur une période d'exposition annuelle (75 % du critère au chalet du lac de la Ligne à l'eau).
- › L'ensemble des résultats présentés dans ce rapport sont basés sur des niveaux d'émission prudents qui prennent en considération les mesures précisées dans le plan de gestion intégrée des émissions de poussières développé par Sayona dans le cadre du projet Authier.

Références

- Baillargeon Nadeau, L., 2016. Inventaire géochimique et environnemental des métaux et métalloïdes des sols du sud du Québec, Mémoire de maîtrise en sciences de la terre, Université du Québec à Montréal, avril 2016.
- ECCC, 2018a. Guide de déclaration des carrières et sablières,
www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/inventaire-national-rejets-polluants/declaration/guide-carrieres-sablieres.html
- ECCC et Santé Canada, 2003. Screening Assessment for the Challenge – Quartz (CAS 14808-80-7), Cristobalite (CAS 14464-46-1), juin 2003.
- GOLDER ASSOCIATES, 2012. Determination of Natural Winter Mitigation of Road Dust Emissions from Mining Operations in Northern Canada, De Beers Road Dust Emission Study, Report number: 11-1365-0012-6050/DCN-091, September 2012.
- Gouvernement de l'Australie, 2016. NPI Emission Estimation Technique Manual for Explosive Detonation and Firing Ranges, version 3.1,
www.npi.gov.au/system/files/resources/e635847a-22ef-9f74-71ba-c10705d09e59/files/explosives-detonation-and-firing-ranges.pdf
- Gouvernement du Canada, 2015. Annuel 2014 - Camions porteurs, tracteurs semi-remorques et fourgons à marchandise,
<https://tc.gc.ca/fra/politique/euvc-annuel-2014-camions-3142.html>
- Lamont inc., 2017. Caractérisation géochimique des stériles, du minerai et des résidus miniers, Projet Authier, La Motte, Québec, Canada.
- Leduc, 2005. Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique,
www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/index.htm
- Minesite Drainage Assessment Group (MDAG), Authier Lithium Project – Potential for Significant Chromium Leaching from Waste Rock, préparé pour Sayona Québec Inc., Septembre 2018.
- MELCC, 2017. Guide d'instructions - Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques : Projets miniers, Février 2017.
- MELCC, 2018. Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère, version 6,
www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/index.htm
- NORINFRA, 2020. Caractérisation physicochimique de l'état initial des sols avant l'implantation d'un projet industriel, 10-0151-00, révision 1, 34 p. + annexes.
- Richards, J.R., T.T. Brozell, C. Rea, G. Boraston et J. Hayden. 2009. PM4 Crystalline Silica Emission Factors and Ambient Concentrations at Aggregate-Producing Sources in California. Journal of the Air & Waste Management Association 59 (11): 1287-1295.

Sayona Québec et BBA, 2019. Authier Lithium Project Updated Definitive Feasibility Study, October 2019.

Sayona Québec et SNC-Lavalin, 2020. Projet Authier – Plan de gestion intégrée des émissions de poussières, 657208-SLQA-RP04-01, décembre 2020.

US Department of the Army, 2001. Material Testing, Document FM 5-472, Chapter 2: Soils – part 2, Section IV: Specific-Gravity-of-Solids Determination (ASTM D 8554-92), www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/5-472/ch2part2.pdf

US EPA, 1998. Compilation of Air Pollutant, Emission Factors: AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources, Chapter 11: Mineral Products Industry, Section 11.9: Western Surface Coal Mining, www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch11/final/c11s09.pdf

US EPA, 2002. Median Life, Annual Activity and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling, EPA420-P-02-014.

US EPA, 2004. Compilation of Air Pollutant, Emission Factors: AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources, Chapter 11: Mineral Products Industry, Section 11.19.2: Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing, www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch11/final/c11s1902.pdf

US EPA, 2006a. Compilation of Air Pollutant, Emission Factors: AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources, Chapter 13: Miscellaneous Sources, Section 13.2.4: Aggregate Handling and Storage Piles, www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/final/c13s0204.pdf

US EPA, 2006b. Compilation of Air Pollutant, Emission Factors: AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources, Chapter 13: Miscellaneous Sources, Section 13.2.2: Unpaved Roads, www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/final/c13s0202.pdf

US EPA, 2011. Compilation of Air Pollutant, Emission Factors: AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources, Chapter 13: Miscellaneous Sources, Section 13.2.2: Paved Roads, www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/final/c13s0201.pdf

US EPA, 2017. 40 CFR Part 51, Appendix W, Revisions to the Guideline on Air Quality Models: Enhancements to the AERMOD Dispersion Modeling System and Incorporation of Approaches to Address Ozone and Fine Particulate Matter, www3.epa.gov/ttn/scram/appendix_w/2016/AppendixW_2017.pdf

US EPA, 2018a. Exhaust and crankcase emission factors for nonroad compression-ignition engines in MOVES 2014b, EPA-420-R-18-009, <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockey=P100UXEN.pdf>

US EPA, 2018b, AERMOD Implementation Guide, April, 2018.
www3.epa.gov/ttn/scram/models/aermod/aermod_implementation_guide.pdf

Western Regional Air Partnership (WRAP), 2006. WRAP Fugitive Dust Handbook, Septembre 2006.
www.wrapair.org/forums/dejf/fdh/content/FDHandbook_Rev_06.pdf

WSP Canada Inc., 2016. Mémo 161-03903-00-600-MEM-002 – Modélisation des concentrations de silice cristalline, CMGP – Projet d'extension de la mine aurifère Canadian Malartic, octobre 2016.

Annexe A

Taux d'émission des contaminants à l'étude

Tableau A-1 Taux d'émission (g/s) des contaminants – Boutage et nivelage

Activité	Boutage dans la fosse		Nivelage dans l'aire d'accumulation	
	A1_FUG	A1_GAZ	A2_FUG	A2_GAZ
Période applicable	Janv. – Déc. 0h – 24h		Janv. – Déc. 0h – 24h	
Particules totales (PM _T)	1,60 x 10 ⁻¹	2,16 x 10 ⁻³	2,12 x 10 ⁻¹	5,77 x 10 ⁻⁴
Particules fines (PM _{2,5})	1,68 x 10 ⁻²	2,09 x 10 ⁻³	2,23 x 10 ⁻²	5,60 x 10 ⁻⁴
Dioxyde d'azote – 1-h ^a	0	2,43 x 10 ⁻²	0	6,50 x 10 ⁻³
Dioxyde d'azote – 1-an ^b	0	2,43 x 10 ⁻²	0	6,50 x 10 ⁻³
Monoxyde de carbone	0	3,75 x 10 ⁻³	0	1,00 x 10 ⁻³
Dioxyde de soufre – 1-h ^a	0	5,69 x 10 ⁻⁴	0	1,52 x 10 ⁻⁴
Dioxyde de soufre – 1-an ^b	0	5,69 x 10 ⁻⁴	0	1,52 x 10 ⁻⁴
Silice cristalline (PM ₁₀) – 1-h ^a	9,86 x 10 ⁻⁴	0	1,04 x 10 ⁻²	0
Silice cristalline (PM ₄) – 1-an ^b	3,96 x 10 ⁻⁴	0	2,14 x 10 ⁻³	0
Antimoine	1,16 x 10 ⁻⁷	0	1,70 x 10 ⁻⁷	0
Argent	1,35 x 10 ⁻⁸	0	8,64 x 10 ⁻⁹	0
Arsenic	9,89 x 10 ⁻⁸	0	1,06 x 10 ⁻⁷	0
Baryum	6,97 x 10 ⁻⁶	0	4,79 x 10 ⁻⁶	0
Béryllium	7,47 x 10 ⁻⁸	0	6,94 x 10 ⁻⁸	0
Cadmium	2,18 x 10 ⁻⁸	0	4,89 x 10 ⁻⁹	0
Chrome trivalent	6,58 x 10 ⁻⁵	0	7,49 x 10 ⁻⁵	0
Chrome hexavalent	3,44 x 10 ⁻⁷	0	3,92 x 10 ⁻⁷	0
Cobalt	5,36 x 10 ⁻⁶	0	4,93 x 10 ⁻⁶	0
Cuivre	5,36 x 10 ⁻⁶	0	4,93 x 10 ⁻⁶	0
Manganèse (PM ₁₀)	5,17 x 10 ⁻⁶	0	3,32 x 10 ⁻⁶	0
Mercure	6,68 x 10 ⁻⁶	0	7,36 x 10 ⁻⁶	0
Nickel (PM ₁₀)	6,68 x 10 ⁻⁶	0	7,36 x 10 ⁻⁶	0
Plomb	3,14 x 10 ⁻⁷	0	1,87 x 10 ⁻⁷	0
Sélénium	9,56 x 10 ⁻⁸	0	1,49 x 10 ⁻⁷	0
Thallium	5,69 x 10 ⁻⁸	0	6,60 x 10 ⁻⁸	0
Titane (PM ₁₀)	4,04 x 10 ⁻⁶	0	2,86 x 10 ⁻⁶	0
Vanadium	4,10 x 10 ⁻⁶	0	3,58 x 10 ⁻⁶	0
Zinc	4,40 x 10 ⁻⁶	0	3,39 x 10 ⁻⁶	0

a Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères de courte durée (≤ 24 heures)

b Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères annuels

Tableau A-2 Taux d'émission (g/s) des contaminants – Transfert de matériel

Activité	Chargement du minerai dans la fosse		Chargement du stérile dans la fosse	
	B1_FUG	B1_GAZ	B2_FUG	B2_GAZ
Période applicable	Janv. – Déc. 0h – 24h		Janv. – Déc. 0h – 24h	
Particules totales (PM _T)	8,50 x 10 ⁻²	2,13 x 10 ⁻²	1,85	4,27 x 10 ⁻²
Particules fines (PM _{2,5})	6,09 x 10 ⁻³	2,07 x 10 ⁻²	1,33 x 10 ⁻¹	4,14 x 10 ⁻²
Dioxyde d'azote – 1-h ^a	0	2,05 x 10 ⁻¹	0	4,11 x 10 ⁻¹
Dioxyde d'azote – 1-an ^b	0	2,05 x 10 ⁻¹	0	4,11 x 10 ⁻¹
Monoxyde de carbone	0	1,16 x 10 ⁻¹	0	2,33 x 10 ⁻¹
Dioxyde de soufre – 1-h ^a	0	3,86 x 10 ⁻⁴	0	7,72 x 10 ⁻⁴
Dioxyde de soufre – 1-an ^b	0	3,86 x 10 ⁻⁴	0	7,72 x 10 ⁻⁴
Silice cristalline (PM ₁₀) – 1-h ^a	3,92 x 10 ⁻³	0	1,23 x 10 ⁻³	0
Silice cristalline (PM ₄) – 1-an ^b	6,74 x 10 ⁻⁴	0	2,11 x 10 ⁻⁴	0
Antimoine	5,67 x 10 ⁻⁸	0	1,23 x 10 ⁻⁶	0
Argent	2,83 x 10 ⁻⁹	0	4,39 x 10 ⁻⁸	0
Arsenic	3,54 x 10 ⁻⁸	0	7,72 x 10 ⁻⁷	0
Baryum	3,31 x 10 ⁻⁷	0	5,61 x 10 ⁻⁵	0
Béryllium	1,06 x 10 ⁻⁷	0	7,28 x 10 ⁻⁷	0
Cadmium	1,16 x 10 ⁻⁸	0	3,86 x 10 ⁻⁸	0
Chrome trivalent	5,43 x 10 ⁻⁶	0	8,59 x 10 ⁻⁴	0
Chrome hexavalent	2,84 x 10 ⁻⁸	0	4,49 x 10 ⁻⁶	0
Cobalt	4,65 x 10 ⁻⁸	0	4,93 x 10 ⁻⁵	0
Cuivre	7,71 x 10 ⁻⁶	0	6,75 x 10 ⁻⁵	0
Manganèse (PM ₁₀)	2,75 x 10 ⁻⁶	0	1,42 x 10 ⁻⁴	0
Mercure	3,54 x 10 ⁻⁹	0	7,72 x 10 ⁻⁸	0
Nickel (PM ₁₀)	1,37 x 10 ⁻⁷	0	4,10 x 10 ⁻⁴	0
Plomb	2,67 x 10 ⁻⁷	0	1,05 x 10 ⁻⁶	0
Sélénium	5,95 x 10 ⁻⁸	0	1,30 x 10 ⁻⁶	0
Thallium	1,84 x 10 ⁻⁸	0	6,09 x 10 ⁻⁷	0
Titane (PM ₁₀)	8,58 x 10 ⁻⁸	0	1,59 x 10 ⁻⁴	0
Vanadium	7,09 x 10 ⁻⁸	0	4,17 x 10 ⁻⁵	0
Zinc	7,03 x 10 ⁻⁶	0	4,28 x 10 ⁻⁵	0

a Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères de courte durée (≤ 24 heures)

b Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères annuels

Tableau A-2 Taux d'émission (g/s) des contaminants – Transfert de matériel (*suite*)

Activité	Chargement du mort-terrain dans la fosse		Déchargement du minerai à la plateforme d'entreposage	
ID source	B3_FUG	B3_GAZ	B4_FUG	B4_GAZ
Période applicable	Janv. – Déc. 0h – 24h		Janv. – Déc. 0h – 24h	Janv. – Déc. 7h – 20h
Particules totales (PM _T)	3,58 x 10 ⁻²	2,13 x 10 ⁻²	6,38 x 10 ⁻²	3,52 x 10 ⁻³
Particules fines (PM _{2,5})	2,56 x 10 ⁻³	2,07 x 10 ⁻²	4,57 x 10 ⁻³	3,42 x 10 ⁻³
Dioxyde d'azote – 1-h ^a	0	2,05 x 10 ⁻¹	0	3,97 x 10 ⁻²
Dioxyde d'azote – 1-an ^b	0	2,05 x 10 ⁻¹	0	3,97 x 10 ⁻²
Monoxyde de carbone	0	1,16 x 10 ⁻¹	0	6,12 x 10 ⁻³
Dioxyde de soufre – 1-h ^a	0	3,86 x 10 ⁻⁴	0	9,29 x 10 ⁻⁴
Dioxyde de soufre – 1-an ^b	0	3,86 x 10 ⁻⁴	0	9,29 x 10 ⁻⁴
Silice cristalline (PM ₁₀) – 1-h ^a	1,81 x 10 ⁻³	0	2,94 x 10 ⁻³	0
Silice cristalline (PM ₄) – 1-an ^b	3,12 x 10 ⁻⁴	0	5,05 x 10 ⁻⁴	0
Antimoine	1,49 x 10 ⁻⁸	0	4,25 x 10 ⁻⁸	0
Argent	7,45 x 10 ⁻⁹	0	2,13 x 10 ⁻⁹	0
Arsenic	2,88 x 10 ⁻⁸	0	2,66 x 10 ⁻⁸	0
Baryum	2,06 x 10 ⁻⁶	0	2,48 x 10 ⁻⁷	0
Béryllium	9,19 x 10 ⁻⁹	0	7,97 x 10 ⁻⁸	0
Cadmium	1,34 x 10 ⁻⁸	0	8,68 x 10 ⁻⁹	0
Chrome trivalent	1,12 x 10 ⁻⁶	0	4,07 x 10 ⁻⁶	0
Chrome hexavalent	5,96 x 10 ⁻⁹	0	2,13 x 10 ⁻⁸	0
Cobalt	2,46 x 10 ⁻⁷	0	3,49 x 10 ⁻⁸	0
Cuivre	6,07 x 10 ⁻⁷	0	5,78 x 10 ⁻⁶	0
Manganèse (PM ₁₀)	4,06 x 10 ⁻⁶	0	2,06 x 10 ⁻⁶	0
Mercure	2,98 x 10 ⁻⁹	0	2,66 x 10 ⁻⁹	0
Nickel (PM ₁₀)	4,00 x 10 ⁻⁷	0	1,03 x 10 ⁻⁷	0
Plomb	1,60 x 10 ⁻⁷	0	2,00 x 10 ⁻⁷	0
Sélénium	1,02 x 10 ⁻⁸	0	4,46 x 10 ⁻⁸	0
Thallium	7,58 x 10 ⁻⁹	0	1,38 x 10 ⁻⁸	0
Titane (PM ₁₀)	3,07 x 10 ⁻⁶	0	6,43 x 10 ⁻⁸	0
Vanadium	7,40 x 10 ⁻⁷	0	5,31 x 10 ⁻⁸	0
Zinc	1,16 x 10 ⁻⁶	0	5,27 x 10 ⁻⁶	0

a Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères de courte durée (≤ 24 heures)

b Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères annuels

Tableau A-2 Taux d'émission (g/s) des contaminants – Transfert de matériel (*suite*)

Activité	Déchargement du minerai au concasseur	Déchargement du stérile à l'aire d'accumulation	Déchargement du mort-terrain à la halde	Déchargement des résidus à l'aire d'accumulation
ID source	B5	B6	B7	B8
Période applicable	Janv. – Déc. 7h – 20h	Janv. – Déc. 0h – 24h	Janv. – Déc. 0h – 24h	Janv. – Déc. 0h – 24h
Particules totales (PM _T)	1,96 × 10 ⁻²	9,26 × 10 ⁻¹	1,79 × 10 ⁻²	4,98 × 10 ⁻³
Particules fines (PM _{2,5})	1,41 × 10 ⁻³	6,63 × 10 ⁻²	1,28 × 10 ⁻³	3,57 × 10 ⁻⁴
Dioxyde d'azote – 1-h ^a	0	0	0	0
Dioxyde d'azote – 1-an ^b	0	0	0	0
Monoxyde de carbone	0	0	0	0
Dioxyde de soufre – 1-h ^a	0	0	0	0
Dioxyde de soufre – 1-an ^b	0	0	0	0
Silice cristalline (PM ₁₀) – 1-h ^a	9,05 × 10 ⁻⁴	6,13 × 10 ⁻⁴	9,06 × 10 ⁻⁴	9,31 × 10 ⁻⁴
Silice cristalline (PM ₄) – 1-an ^b	1,56 × 10 ⁻⁴	1,05 × 10 ⁻⁴	1,56 × 10 ⁻⁴	1,10 × 10 ⁻⁴
Antimoine	1,31 × 10 ⁻⁸	6,17 × 10 ⁻⁷	7,45 × 10 ⁻⁹	3,32 × 10 ⁻⁹
Argent	6,55 × 10 ⁻¹⁰	2,20 × 10 ⁻⁸	3,72 × 10 ⁻⁹	2,49 × 10 ⁻¹⁰
Arsenic	8,19 × 10 ⁻⁹	3,86 × 10 ⁻⁷	1,44 × 10 ⁻⁸	2,08 × 10 ⁻⁹
Baryum	7,64 × 10 ⁻⁸	2,81 × 10 ⁻⁵	1,03 × 10 ⁻⁶	3,98 × 10 ⁻⁹
Béryllium	2,46 × 10 ⁻⁸	3,64 × 10 ⁻⁷	4,59 × 10 ⁻⁹	4,15 × 10 ⁻¹⁰
Cadmium	2,67 × 10 ⁻⁹	1,93 × 10 ⁻⁸	6,70 × 10 ⁻⁹	8,30 × 10 ⁻¹¹
Chrome trivalent	1,25 × 10 ⁻⁶	4,29 × 10 ⁻⁴	5,59 × 10 ⁻⁷	1,40 × 10 ⁻⁷
Chrome hexavalent	6,56 × 10 ⁻⁹	2,24 × 10 ⁻⁶	2,98 × 10 ⁻⁹	7,34 × 10 ⁻¹⁰
Cobalt	1,08 × 10 ⁻⁸	2,46 × 10 ⁻⁵	1,23 × 10 ⁻⁷	7,47 × 10 ⁻¹⁰
Cuivre	1,78 × 10 ⁻⁶	3,38 × 10 ⁻⁵	3,03 × 10 ⁻⁷	1,20 × 10 ⁻⁸
Manganèse (PM ₁₀)	6,35 × 10 ⁻⁷	7,08 × 10 ⁻⁵	2,03 × 10 ⁻⁶	2,16 × 10 ⁻⁸
Mercure	8,19 × 10 ⁻¹⁰	3,86 × 10 ⁻⁸	1,49 × 10 ⁻⁹	2,08 × 10 ⁻¹⁰
Nickel (PM ₁₀)	3,16 × 10 ⁻⁸	2,05 × 10 ⁻⁴	2,00 × 10 ⁻⁷	3,77 × 10 ⁻⁹
Plomb	6,17 × 10 ⁻⁸	5,26 × 10 ⁻⁷	7,99 × 10 ⁻⁸	4,98 × 10 ⁻⁹
Sélénium	1,38 × 10 ⁻⁸	6,48 × 10 ⁻⁷	5,09 × 10 ⁻⁹	3,49 × 10 ⁻⁹
Thallium	4,26 × 10 ⁻⁹	3,04 × 10 ⁻⁷	3,79 × 10 ⁻⁹	7,47 × 10 ⁻¹⁰
Titane (PM ₁₀)	1,98 × 10 ⁻⁸	7,94 × 10 ⁻⁵	1,53 × 10 ⁻⁶	2,59 × 10 ⁻⁹
Vanadium	1,64 × 10 ⁻⁸	2,08 × 10 ⁻⁵	3,70 × 10 ⁻⁷	4,15 × 10 ⁻⁹
Zinc	1,62 × 10 ⁻⁶	2,14 × 10 ⁻⁵	5,80 × 10 ⁻⁷	2,39 × 10 ⁻⁸

a Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères de courte durée (≤ 24 heures)

b Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères annuels

Tableau A-3 Taux d'émission (g/m²/s) des contaminants – Érosion éolienne

Activité	Pile d'entreposage temporaire	Halde à mort- terrain	Aire d'accumulation (surface active)	Aire d'accumulation (surface inactive)
ID source	C1	C2	C3	C4
Période applicable	Janv. – Déc. 0h – 24h ^c	Janv. – Déc. 0h – 24h ^c	Janv. – Déc. 0h – 24h ^c	Avril – Nov. 0h – 24h ^c
Particules totales (PM _T)	1,52 x 10 ⁻⁵	1,52 x 10 ⁻⁴	6,26 x 10 ⁻⁵	7,60 x 10 ⁻⁶
Particules fines (PM _{2,5})	1,14 x 10 ⁻⁶	1,14 x 10 ⁻⁵	4,70 x 10 ⁻⁶	5,70 x 10 ⁻⁷
Dioxyde d'azote – 1-h ^a	0	0	0	0
Dioxyde d'azote – 1-an ^b	0	0	0	0
Monoxyde de carbone	0	0	0	0
Dioxyde de soufre – 1-h ^a	0	0	0	0
Dioxyde de soufre – 1-an ^b	0	0	0	0
Silice cristalline (PM ₁₀) – 1-h ^a	7,41 x 10 ⁻⁷	8,14 x 10 ⁻⁶	3,29 x 10 ⁻⁷	5,32 x 10 ⁻⁹
Silice cristalline (PM ₄) – 1-an ^b	1,52 x 10 ⁻⁷	1,68 x 10 ⁻⁶	6,33 x 10 ⁻⁸	1,09 x 10 ⁻⁹
Antimoine	1,22 x 10 ⁻¹¹	7,60 x 10 ⁻¹¹	5,01 x 10 ⁻¹¹	6,08 x 10 ⁻¹²
Argent	6,08 x 10 ⁻¹³	3,80 x 10 ⁻¹¹	1,92 x 10 ⁻¹²	2,16 x 10 ⁻¹³
Arsenic	7,60 x 10 ⁻¹²	1,47 x 10 ⁻¹⁰	3,13 x 10 ⁻¹¹	3,80 x 10 ⁻¹²
Baryum	7,09 x 10 ⁻¹¹	1,05 x 10 ⁻⁸	2,12 x 10 ⁻⁹	2,76 x 10 ⁻¹⁰
Béryllium	2,28 x 10 ⁻¹¹	4,69 x 10 ⁻¹¹	2,79 x 10 ⁻¹¹	3,59 x 10 ⁻¹²
Cadmium	2,48 x 10 ⁻¹²	6,84 x 10 ⁻¹¹	1,54 x 10 ⁻¹²	1,90 x 10 ⁻¹³
Chrome trivalent	1,16 x 10 ⁻⁹	5,70 x 10 ⁻⁹	3,26 x 10 ⁻⁸	4,23 x 10 ⁻⁹
Chrome hexavalent	6,09 x 10 ⁻¹²	3,04 x 10 ⁻¹¹	1,70 x 10 ⁻¹⁰	2,21 x 10 ⁻¹¹
Cobalt	9,98 x 10 ⁻¹²	1,26 x 10 ⁻⁹	1,86 x 10 ⁻⁹	2,43 x 10 ⁻¹⁰
Cuivre	1,38 x 10 ⁻⁹	2,58 x 10 ⁻⁹	2,14 x 10 ⁻⁹	2,77 x 10 ⁻¹⁰
Manganèse (PM ₁₀)	6,23 x 10 ⁻¹⁰	2,19 x 10 ⁻⁸	5,68 x 10 ⁻⁹	7,37 x 10 ⁻¹⁰
Mercure	7,60 x 10 ⁻¹³	1,52 x 10 ⁻¹¹	3,13 x 10 ⁻¹²	3,80 x 10 ⁻¹³
Nickel (PM ₁₀)	2,58 x 10 ⁻¹¹	1,80 x 10 ⁻⁹	1,36 x 10 ⁻⁸	1,78 x 10 ⁻⁹
Plomb	5,73 x 10 ⁻¹¹	8,16 x 10 ⁻¹⁰	4,50 x 10 ⁻¹¹	5,18 x 10 ⁻¹²
Sélénium	1,06 x 10 ⁻¹¹	4,33 x 10 ⁻¹¹	4,38 x 10 ⁻¹¹	5,32 x 10 ⁻¹²
Thallium	3,95 x 10 ⁻¹²	3,87 x 10 ⁻¹¹	2,38 x 10 ⁻¹¹	3,00 x 10 ⁻¹²
Titane (PM ₁₀)	1,62 x 10 ⁻¹¹	1,38 x 10 ⁻⁸	5,29 x 10 ⁻⁹	6,89 x 10 ⁻¹⁰
Vanadium	1,52 x 10 ⁻¹¹	3,77 x 10 ⁻⁹	1,58 x 10 ⁻⁹	2,05 x 10 ⁻¹⁰
Zinc	1,26 x 10 ⁻⁹	4,93 x 10 ⁻⁹	1,37 x 10 ⁻⁹	1,76 x 10 ⁻¹⁰

a Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères de courte durée (≤ 24 heures)

b Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères annuels

c Uniquement lorsque la vitesse du vent est supérieure ou égale à 19,3 km/h

Tableau A-4 Taux d'émission (g/s) des contaminants – Forage et sautage

Activité	Forage		Sautage
ID source	D1_FUG	D1_GAZ	E1
Période applicable	Janv. – Déc. 0h – 24h	Janv. – Déc. 0h – 24h	Janv. – Déc. 14h
Particules totales (PM _T)	1,81 x 10 ⁻²	3,65 x 10 ⁻³	22,5
Particules fines (PM _{2,5})	9,52 x 10 ⁻³	3,54 x 10 ⁻³	6,74 x 10 ⁻¹
Dioxyde d'azote – 1-h ^a	0	4,10 x 10 ⁻²	1,66
Dioxyde d'azote – 1-an ^b	0	1,11 x 10 ⁻²	4,40 x 10 ⁻¹
Monoxyde de carbone	0	6,33 x 10 ⁻³	14,1
Dioxyde de soufre – 1-h ^a	0	9,61 x 10 ⁻⁴	0
Dioxyde de soufre – 1-an ^b	0	2,60 x 10 ⁻⁴	0
Silice cristalline (PM ₁₀) – 1-h ^a	3,31 x 10 ⁻³	0	1,54
Silice cristalline (PM ₄) – 1-an ^b	6,41 x 10 ⁻⁵	0	5,31 x 10 ⁻³
Antimoine	3,92 x 10 ⁻⁹	0	4,95 x 10 ⁻⁶
Argent	1,47 x 10 ⁻¹⁰	0	1,81 x 10 ⁻⁷
Arsenic	2,45 x 10 ⁻⁹	0	3,10 x 10 ⁻⁶
Baryum	1,58 x 10 ⁻⁷	0	2,11 x 10 ⁻⁴
Béryllium	2,97 x 10 ⁻⁹	0	3,37 x 10 ⁻⁶
Cadmium	2,11 x 10 ⁻¹⁰	0	2,15 x 10 ⁻⁷
Chrome trivalent	2,42 x 10 ⁻⁶	0	3,24 x 10 ⁻³
Chrome hexavalent	1,26 x 10 ⁻⁸	0	1,69 x 10 ⁻⁵
Cobalt	1,36 x 10 ⁻⁷	0	1,84 x 10 ⁻⁴
Cuivre	1,64 x 10 ⁻⁶	0	1,10 x 10 ⁻³
Manganèse (PM ₁₀)	4,61 x 10 ⁻⁷	0	5,99 x 10 ⁻⁴
Mercure	2,45 x 10 ⁻¹⁰	0	3,10 x 10 ⁻⁷
Nickel (PM ₁₀)	3,24 x 10 ⁻⁶	0	5,47 x 10 ⁻³
Plomb	5,31 x 10 ⁻⁹	0	5,57 x 10 ⁻⁶
Sélénium	1,27 x 10 ⁻⁸	0	1,57 x 10 ⁻⁵
Thallium	1,85 x 10 ⁻⁹	0	2,38 x 10 ⁻⁶
Titane (PM ₁₀)	1,25 x 10 ⁻⁶	0	2,12 x 10 ⁻³
Vanadium	1,16 x 10 ⁻⁷	0	1,56 x 10 ⁻⁴
Zinc	1,50 x 10 ⁻⁶	0	1,01 x 10 ⁻³

a Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères de courte durée (≤ 24 heures)

b Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères annuels

Tableau A-5 Taux d'émission (g/s) des contaminants – Concassage, tamisage et entreposage

Activité	Dépoussiéreur du concasseur primaire	Dépoussiéreur des concasseurs, tamiseur et entrepôt de mineraï	Dépoussiéreur de l'entrepôt de concentré
ID source	F1	F2	F3
Période applicable	Janv. – Déc. 7h – 20h	Janv. – Déc. 0h – 24h	Janv. – Déc. 0h – 24h
Particules totales (PM _T)	$3,75 \times 10^{-3}$	$2,73 \times 10^{-1}$	$2,50 \times 10^{-1}$
Particules fines (PM _{2,5})	$8,33 \times 10^{-4}$	$2,13 \times 10^{-1}$	$2,50 \times 10^{-1}$
Dioxyde d'azote – 1-h ^a	0	0	0
Dioxyde d'azote – 1-an ^b	0	0	0
Monoxyde de carbone	0	0	0
Dioxyde de soufre – 1-h ^a	0	0	0
Dioxyde de soufre – 1-an ^b	0	0	0
Silice cristalline (PM ₁₀) – 1-h ^a	$5,80 \times 10^{-4}$	$8,09 \times 10^{-2}$	$3,83 \times 10^{-2}$
Silice cristalline (PM ₄) – 1-an ^b	$1,53 \times 10^{-4}$	$3,32 \times 10^{-2}$	$3,83 \times 10^{-2}$
Antimoine	$3,00 \times 10^{-9}$	$2,18 \times 10^{-7}$	$2,00 \times 10^{-7}$
Argent	$1,50 \times 10^{-10}$	$1,09 \times 10^{-8}$	$9,99 \times 10^{-9}$
Arsenic	$1,88 \times 10^{-9}$	$1,36 \times 10^{-7}$	$1,25 \times 10^{-7}$
Baryum	$1,75 \times 10^{-8}$	$1,27 \times 10^{-6}$	$1,17 \times 10^{-6}$
Béryllium	$5,63 \times 10^{-9}$	$4,09 \times 10^{-7}$	$3,75 \times 10^{-7}$
Cadmium	$6,13 \times 10^{-10}$	$4,45 \times 10^{-8}$	$4,08 \times 10^{-8}$
Chrome trivalent	$2,87 \times 10^{-7}$	$2,09 \times 10^{-5}$	$1,91 \times 10^{-5}$
Chrome hexavalent	$1,50 \times 10^{-9}$	$1,09 \times 10^{-7}$	$1,00 \times 10^{-7}$
Cobalt	$2,46 \times 10^{-9}$	$1,79 \times 10^{-7}$	$1,64 \times 10^{-7}$
Cuivre	$3,40 \times 10^{-7}$	$2,47 \times 10^{-5}$	$2,27 \times 10^{-5}$
Manganèse (PM ₁₀)	$1,37 \times 10^{-7}$	$1,91 \times 10^{-5}$	$2,05 \times 10^{-5}$
Mercure	$1,88 \times 10^{-10}$	$1,36 \times 10^{-8}$	$1,25 \times 10^{-8}$
Nickel (PM ₁₀)	$5,67 \times 10^{-9}$	$7,90 \times 10^{-7}$	$8,50 \times 10^{-7}$
Plomb	$1,41 \times 10^{-8}$	$1,03 \times 10^{-6}$	$9,41 \times 10^{-7}$
Sélénium	$2,63 \times 10^{-9}$	$1,91 \times 10^{-7}$	$1,75 \times 10^{-7}$
Thallium	$9,75 \times 10^{-10}$	$7,09 \times 10^{-8}$	$6,50 \times 10^{-8}$
Titane (PM ₁₀)	$3,56 \times 10^{-9}$	$4,96 \times 10^{-7}$	$5,33 \times 10^{-7}$
Vanadium	$3,75 \times 10^{-9}$	$2,73 \times 10^{-7}$	$2,50 \times 10^{-7}$
Zinc	$3,10 \times 10^{-7}$	$2,25 \times 10^{-5}$	$2,07 \times 10^{-5}$

a Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères de courte durée (≤ 24 heures)

b Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères annuels

Tableau A-6 Taux d'émission (g/s) des contaminants – Transport minier

Activité	Tronçon #1 (fosse – intersection)		Tronçon #2 (intersection – concasseur)	
	G1_FUG	G1_GAZ	G2_FUG	G2_GAZ
Période applicable	Janv. – Déc. 0h – 24h	Janv. – Déc. 0h – 24h	Janv. – Déc. 0h – 24h	Janv. – Déc. 0h – 24h
Particules totales (PM _T)	10,8	8,95 x 10 ⁻³	5,09 x 10 ⁻¹	3,84 x 10 ⁻⁴
Particules fines (PM _{2,5})	2,85 x 10 ⁻¹	8,68 x 10 ⁻³	1,35 x 10 ⁻²	3,72 x 10 ⁻⁴
Dioxyde d'azote – 1-h ^a	0	1,01 x 10 ⁻¹	0	4,32 x 10 ⁻³
Dioxyde d'azote – 1-an ^b	0	1,01 x 10 ⁻¹	0	4,32 x 10 ⁻³
Monoxyde de carbone	0	1,55 x 10 ⁻²	0	6,66 x 10 ⁻⁴
Dioxyde de soufre – 1-h ^a	0	2,36 x 10 ⁻³	0	1,01 x 10 ⁻⁴
Dioxyde de soufre – 1-an ^b	0	2,36 x 10 ⁻³	0	1,01 x 10 ⁻⁴
Silice cristalline (PM ₁₀) – 1-h ^a	4,00 x 10 ⁻³	0	1,89 x 10 ⁻⁴	0
Silice cristalline (PM ₄) – 1-an ^b	3,33 x 10 ⁻⁴	0	1,57 x 10 ⁻⁵	0
Antimoine	7,19 x 10 ⁻⁶	0	3,40 x 10 ⁻⁷	0
Argent	2,56 x 10 ⁻⁷	0	1,21 x 10 ⁻⁸	0
Arsenic	4,49 x 10 ⁻⁶	0	2,12 x 10 ⁻⁷	0
Baryum	3,27 x 10 ⁻⁴	0	1,54 x 10 ⁻⁵	0
Béryllium	4,24 x 10 ⁻⁶	0	2,00 x 10 ⁻⁷	0
Cadmium	2,25 x 10 ⁻⁷	0	1,06 x 10 ⁻⁸	0
Chrome trivalent	5,00 x 10 ⁻³	0	2,36 x 10 ⁻⁴	0
Chrome hexavalent	2,61 x 10 ⁻⁵	0	1,23 x 10 ⁻⁶	0
Cobalt	2,87 x 10 ⁻⁴	0	1,35 x 10 ⁻⁵	0
Cuivre	3,93 x 10 ⁻⁴	0	1,86 x 10 ⁻⁵	0
Manganèse (PM ₁₀)	4,62 x 10 ⁻⁴	0	2,18 x 10 ⁻⁵	0
Mercure	4,49 x 10 ⁻⁷	0	2,12 x 10 ⁻⁸	0
Nickel (PM ₁₀)	1,34 x 10 ⁻³	0	6,31 x 10 ⁻⁵	0
Plomb	6,13 x 10 ⁻⁶	0	2,89 x 10 ⁻⁷	0
Sélénium	7,55 x 10 ⁻⁶	0	3,57 x 10 ⁻⁷	0
Thallium	3,54 x 10 ⁻⁶	0	1,67 x 10 ⁻⁷	0
Titane (PM ₁₀)	5,18 x 10 ⁻⁴	0	2,44 x 10 ⁻⁵	0
Vanadium	2,43 x 10 ⁻⁴	0	1,15 x 10 ⁻⁵	0
Zinc	2,49 x 10 ⁻⁴	0	1,18 x 10 ⁻⁵	0

a Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères de courte durée (≤ 24 heures)

b Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères annuels

Tableau A-6 Taux d'émission (g/s) des contaminants – Transport minier (suite)

Activité	Tronçon #3 (intersection – aire d'accumulation)		Tronçon #4 (intersection – halde à mort-terrain)	
ID source	G3_FUG	G3_GAZ	G4_FUG	G4_GAZ
Période applicable	Janv. – Déc. 0h – 24h	Janv. – Déc. 0h – 24h	Janv. – Déc. 0h – 24h	Janv. – Déc. 0h – 24h
Particules totales (PM _T)	7,08	5,96 × 10 ⁻³	5,42 × 10 ⁻¹	3,60 × 10 ⁻⁴
Particules fines (PM _{2,5})	1,87 × 10 ⁻¹	5,78 × 10 ⁻³	1,44 × 10 ⁻²	3,49 × 10 ⁻⁴
Dioxyde d'azote – 1-h ^a	0	6,70 × 10 ⁻²	0	4,05 × 10 ⁻³
Dioxyde d'azote – 1-an ^b	0	6,70 × 10 ⁻²	0	4,05 × 10 ⁻³
Monoxyde de carbone	0	1,03 × 10 ⁻²	0	6,25 × 10 ⁻⁴
Dioxyde de soufre – 1-h ^a	0	1,57 × 10 ⁻³	0	9,50 × 10 ⁻⁵
Dioxyde de soufre – 1-an ^b	0	1,57 × 10 ⁻³	0	9,50 × 10 ⁻⁵
Silice cristalline (PM ₁₀) – 1-h ^a	2,62 × 10 ⁻³	0	2,01 × 10 ⁻⁴	0
Silice cristalline (PM ₄) – 1-an ^b	2,19 × 10 ⁻⁴	0	1,67 × 10 ⁻⁵	0
Antimoine	4,72 × 10 ⁻⁶	0	3,62 × 10 ⁻⁷	0
Argent	1,68 × 10 ⁻⁷	0	1,29 × 10 ⁻⁸	0
Arsenic	2,95 × 10 ⁻⁶	0	2,26 × 10 ⁻⁷	0
Baryum	2,14 × 10 ⁻⁴	0	1,64 × 10 ⁻⁵	0
Béryllium	2,78 × 10 ⁻⁶	0	2,13 × 10 ⁻⁷	0
Cadmium	1,47 × 10 ⁻⁷	0	1,13 × 10 ⁻⁸	0
Chrome trivalent	3,28 × 10 ⁻³	0	2,52 × 10 ⁻⁴	0
Chrome hexavalent	1,72 × 10 ⁻⁵	0	1,31 × 10 ⁻⁶	0
Cobalt	1,88 × 10 ⁻⁴	0	1,44 × 10 ⁻⁵	0
Cuivre	2,58 × 10 ⁻⁴	0	1,98 × 10 ⁻⁵	0
Manganèse (PM ₁₀)	3,03 × 10 ⁻⁴	0	2,32 × 10 ⁻⁵	0
Mercure	2,95 × 10 ⁻⁷	0	2,26 × 10 ⁻⁸	0
Nickel (PM ₁₀)	8,77 × 10 ⁻⁴	0	6,72 × 10 ⁻⁵	0
Plomb	4,02 × 10 ⁻⁶	0	3,08 × 10 ⁻⁷	0
Sélénium	4,95 × 10 ⁻⁶	0	3,80 × 10 ⁻⁷	0
Thallium	2,33 × 10 ⁻⁶	0	1,78 × 10 ⁻⁷	0
Titane (PM ₁₀)	3,40 × 10 ⁻⁴	0	2,60 × 10 ⁻⁵	0
Vanadium	1,59 × 10 ⁻⁴	0	1,22 × 10 ⁻⁵	0
Zinc	1,63 × 10 ⁻⁴	0	1,25 × 10 ⁻⁵	0

a Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères de courte durée (≤ 24 heures)

b Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères annuels

Tableau A-6 Taux d'émission (g/s) des contaminants – Transport minier (suite)

Activité	Tronçon #5 (intersection – aire d'accumulation)		Livraison du concentré (chemin d'accès à la mine)	
	G5_FUG	G5_GAZ	H1_FUG	H1_GAZ
ID source	Janv. – Déc. 0h – 24h	Janv. – Déc. 0h – 24h	Janv. – Déc. 0h – 24h	Janv. – Déc. 0h – 24h
Particules totales (PM _T)	1,84 x 10 ⁻¹	1,22 x 10 ⁻⁴	1,26 x 10 ⁻¹	2,88 x 10 ⁻⁵
Particules fines (PM _{2,5})	4,87 x 10 ⁻³	1,19 x 10 ⁻⁴	3,35 x 10 ⁻³	7,87 x 10 ⁻⁶
Dioxyde d'azote – 1-h ^a	0	1,38 x 10 ⁻³	0	2,28 x 10 ⁻⁴
Dioxyde d'azote – 1-an ^b	0	1,38 x 10 ⁻³	0	2,28 x 10 ⁻⁴
Monoxyde de carbone	0	2,12 x 10 ⁻⁴	0	7,03 x 10 ⁻⁵
Dioxyde de soufre – 1-h ^a	0	3,22 x 10 ⁻⁵	0	2,46 x 10 ⁻⁶
Dioxyde de soufre – 1-an ^b	0	3,22 x 10 ⁻⁵	0	2,46 x 10 ⁻⁶
Silice cristalline (PM ₁₀) – 1-h ^a	6,82 x 10 ⁻⁵	0	4,68 x 10 ⁻⁵	0
Silice cristalline (PM ₄) – 1-an ^b	5,69 x 10 ⁻⁶	0	4,68 x 10 ⁻⁶	0
Antimoine	1,23 x 10 ⁻⁷	0	1,01 x 10 ⁻⁷	0
Argent	4,37 x 10 ⁻⁹	0	3,60 x 10 ⁻⁹	0
Arsenic	7,67 x 10 ⁻⁸	0	6,32 x 10 ⁻⁸	0
Baryum	5,58 x 10 ⁻⁶	0	4,60 x 10 ⁻⁶	0
Béryllium	7,24 x 10 ⁻⁸	0	5,96 x 10 ⁻⁸	0
Cadmium	3,84 x 10 ⁻⁹	0	3,16 x 10 ⁻⁹	0
Chrome trivalent	8,54 x 10 ⁻⁵	0	7,03 x 10 ⁻⁵	0
Chrome hexavalent	4,46 x 10 ⁻⁷	0	3,68 x 10 ⁻⁷	0
Cobalt	4,90 x 10 ⁻⁶	0	4,03 x 10 ⁻⁶	0
Cuivre	6,71 x 10 ⁻⁶	0	4,61 x 10 ⁻⁶	0
Manganèse (PM ₁₀)	7,88 x 10 ⁻⁶	0	6,49 x 10 ⁻⁶	0
Mercure	7,67 x 10 ⁻⁹	0	6,32 x 10 ⁻⁹	0
Nickel (PM ₁₀)	2,28 x 10 ⁻⁵	0	1,57 x 10 ⁻⁵	0
Plomb	1,05 x 10 ⁻⁷	0	8,62 x 10 ⁻⁸	0
Sélénium	1,29 x 10 ⁻⁷	0	8,85 x 10 ⁻⁸	0
Thallium	6,05 x 10 ⁻⁸	0	4,99 x 10 ⁻⁸	0
Titane (PM ₁₀)	8,84 x 10 ⁻⁶	0	6,07 x 10 ⁻⁶	0
Vanadium	4,14 x 10 ⁻⁶	0	3,41 x 10 ⁻⁶	0
Zinc	4,25 x 10 ⁻⁶	0	2,92 x 10 ⁻⁶	0

a Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères de courte durée (≤ 24 heures)

b Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères annuels

Tableau A-6 Taux d'émission (g/s) des contaminants – Transport minier (suite)

Activité	Livraison du concentré (route non pavée publique)		Livraison du concentré (route pavée publique)	
ID source	H2_FUG	H2_GAZ	H3_FUG	H3_GAZ
Période applicable	Janv. – Déc. 0h – 24h	Janv. – Déc. 0h – 24h	Janv. – Déc. 0h – 24h	Janv. – Déc. 0h – 24h
Particules totales (PM _T)	2,62 x 10 ⁻¹	1,23 x 10 ⁻⁴	2,27 x 10 ⁻²	4,49 x 10 ⁻⁵
Particules fines (PM _{2,5})	7,92 x 10 ⁻³	3,35 x 10 ⁻⁵	1,12 x 10 ⁻³	1,22 x 10 ⁻⁵
Dioxyde d'azote – 1-h ^a		9,69 x 10 ⁻⁴		3,54 x 10 ⁻⁴
Dioxyde d'azote – 1-an ^b		9,69 x 10 ⁻⁴		3,54 x 10 ⁻⁴
Monoxyde de carbone		2,99 x 10 ⁻⁴		1,09 x 10 ⁻⁴
Dioxyde de soufre – 1-h ^a		1,05 x 10 ⁻⁵		3,83 x 10 ⁻⁶
Dioxyde de soufre – 1-an ^b		1,05 x 10 ⁻⁵		3,83 x 10 ⁻⁶
Silice cristalline (PM ₁₀) – 1-h ^a	1,72 x 10 ⁻³	0	2,27 x 10 ⁻⁵	0
Silice cristalline (PM ₄) – 1-an ^b	3,96 x 10 ⁻⁴	0	5,52 x 10 ⁻⁵	0
Antimoine	2,09 x 10 ⁻⁷	0	1,82 x 10 ⁻⁸	0
Argent	6,55 x 10 ⁻⁸	0	5,69 x 10 ⁻⁹	0
Arsenic	3,25 x 10 ⁻⁶	0	2,82 x 10 ⁻⁷	0
Baryum	1,81 x 10 ⁻⁵	0	1,57 x 10 ⁻⁶	0
Béryllium	3,93 x 10 ⁻⁷	0	3,41 x 10 ⁻⁸	0
Cadmium	3,67 x 10 ⁻⁷	0	3,18 x 10 ⁻⁸	0
Chrome trivalent	2,63 x 10 ⁻⁵	0	2,29 x 10 ⁻⁶	0
Chrome hexavalent	1,38 x 10 ⁻⁷	0	1,19 x 10 ⁻⁸	0
Cobalt	8,36 x 10 ⁻⁶	0	7,26 x 10 ⁻⁷	0
Cuivre	1,20 x 10 ⁻⁵	0	1,05 x 10 ⁻⁶	0
Manganèse (PM ₁₀)	4,30 x 10 ⁻⁵	0	5,94 x 10 ⁻⁶	0
Mercure	2,62 x 10 ⁻⁸	0	2,27 x 10 ⁻⁹	0
Nickel (PM ₁₀)	2,80 x 10 ⁻⁶	0	3,87 x 10 ⁻⁷	0
Plomb	1,41 x 10 ⁻⁵	0	1,23 x 10 ⁻⁶	0
Sélénium	1,83 x 10 ⁻⁷	0	1,59 x 10 ⁻⁸	0
Thallium	1,03 x 10 ⁻⁷	0	8,97 x 10 ⁻⁹	0
Titane (PM ₁₀)	5,98 x 10 ⁻⁶	0	8,25 x 10 ⁻⁷	0
Vanadium	7,07 x 10 ⁻⁶	0	6,14 x 10 ⁻⁷	0
Zinc	2,80 x 10 ⁻⁵	0	2,43 x 10 ⁻⁶	0

a Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères de courte durée (≤ 24 heures)

b Taux d'émission utilisé pour la vérification des normes ou critères annuels

c Taux d'émission applicables d'avril à novembre. Pour les mois d'hiver, le taux d'émission correspond à 60 % du taux d'émission du tableau.

Annexe B

Imprimé de la note de calcul

Moteurs à combustion interne fixes et mobiles fonctionnant au diesel

Méthode: Calculs basés sur des facteurs d'émissions reconnues et hypothèses de travail par rapport aux spécifications moteurs

Références: NOx, PM, CO, SO₂, HC - US EPA Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Compression-ignition Engine in MOVES 2014b, July 2018.

Spécifications techniques

Équipement		Type [1]	Puissance nominale (hp)	Facteur d'age du moteur [2]	Facteur de charge moyen du moteur [3]	Classification EPA (TIER)	Carburant diesel		Note
N° ID	Description						Densité (kg/L)	Soufre (ppm)	
EM1	Bulldozer CAT D8T	Crawler dozer	354	1.00	0.64	4FB	0.85	15	
EM2	Bulldozer CAT D6T	Crawler dozer	245	1.00	0.64	4FB	0.85	15	
EM3	Pelle Komatsu PC800LC-8	Excavators	495	1.00	0.57	3	0.85	15	
EM4	Foreuse Sandvik DI550 T4	Bore/Drill rigs	440	1.00	0.75	4FB	0.85	15	
EM5	Camion Komatsu HD605-8	Off-highway truck	724	1.00	0.57	4FB	0.85	15	
EM6	Camion Komatsu HM400-5	Off-highway truck	466	1.00	0.57	4FB	0.85	15	
EM7	Chargeuse sur roue Komatsu WA600-8	Rubber tire loader	529	1.00	0.68	4FB	0.85	15	
EM8	Pelle Excavatrice CAT 349F	Excavators	417	1.00	0.57	4FB	0.85	15	

[1] Information nécessaire pour déterminer le TAF (transient adjustment factor) du modèle de l'US EPA.

[2] Correspond aux heures cumulatives d'opération du moteur à charge moyenne / durée de vie moyenne à pleine charge (en absence d'information pertinente, une valeur de 1 est considérée).

[3] Facteur de charge moyen selon l'US EPA (Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling)

Émissions oxydes d'azote (modélisation et inventaire)

Équipement		Nombre	Durée d'exploitation (h/a)	Facteur d'émission de base (EF _{ss} - g/hp-h) [1]	Facteur d'ajustement transitoire (TAF) [1]	Facteur de déterioration (DF) [1]	Facteur d'émission ajusté (EF _{adj} - g/hp-h) [1]	Taux d'émission par unité (g/s)	Émissions totales (kg/a)	Note
N° ID	Phase / description									
EM1	Bulldozer CAT D8T	1	8 391	0.148	1.000	1.008	0.149	0.009	284	2
EM2	Bulldozer CAT D6T	1	7 536	0.148	1.000	1.008	0.149	0.006	176	3
EM3	Pelle Komatsu PC800LC-8	4	6 556	2.500	1.040	1.008	2.621	0.205	19 390	2
EM4	Foreuse Sandvik DI550 T4	3	3 142	0.148	1.000	1.008	0.149	0.014	464	4
EM5	Camion Komatsu HD605-8	12	3 988	0.148	1.000	1.008	0.149	0.017	2 946	5
EM6	Camion Komatsu HM400-5	3	3 474	0.148	1.000	1.008	0.149	0.011	413	5
EM7	Chargeuse sur roue Komatsu WA600-8	3	4 745	0.148	1.000	1.008	0.149	0.015	764	6
EM8	Pelle Excavatrice CAT 349F	1	3 650	0.148	1.000	1.008	0.149	0.010	129	7

[1] Calculs d'un facteur d'émission ajusté en fonction d'un facteur d'émission de base publié dans le modèle Nonroad de l'US EPA.

$$EF_{adj(HC,CO,NOx)} = EF_{ss} \times TAF \times DF$$

[2] Hypothèse: Opération quasi-continu (23/24h) lors de l'année 7. Pour l'année 6, la durée est ajustée au prorata des quantités annuelles extraites (mort-terrain, stérile et minéral confondus) vs. celles de l'année 7.

[3] Hypothèse: Opération quasi-continu (23/24h) lors de l'année 7. Pour l'année 6, la durée est ajustée au prorata des quantités annuelles disposées (stérile et résidus humides confondus) vs. celles de l'année 7.

[4] Calculé en fonction du tonnage de stérile et de minéral extrait sur une base annuelle, du patron de forage (4 x 4 m (minéral) et 4,5 x 4,5 m (stérile)), de la hauteur des trous et de la vitesse de forage.

[5] Pour les camions, le temps en déplacement moyen est calculé en fonction de la quantité de matériaux à transporter à l'année 6 (stérile, minéral, mort-terrain), de la charge utile des camions, du nombre de camions disponible à l'année 6 et d'une vitesse de déplacement moyenne de 25 km/h.

[6] Trois chargeuses sur roue s'occupent de charger la minéral du ROM pad au concasseur, de charger le concentré dans les camions à l'usine, de transporter du matériel autour de l'usine et d'autres travaux de chargement dans la fosse. On suppose une opération équivalente à 13 h/jour (4 927 h/a) correspondant à la période d'exploitation du concasseur sur une base quotidienne.

[7] L'excavatrice auxiliaire sera en exploitation à l'extérieur de la fosse pour des travaux secondaires et d'entretien. Un temps d'opération équivalent à 10 heures par jour est appliqué.

Émissions particules totales (modélisation et inventaire)

Équipement		Nombre	Durée d'exploitation (h)	Facteur d'émission de base (EF _{ss} - g/hp-h) [1]	Facteur d'ajustement transitoire (TAF) [1]	Facteur de déterioration (DF) [1]	Facteur d'émission ajusté (EF _{adj} - g/hp-h) [1, 2]	Taux d'émission par unité (g/s)	Émissions totales (kg/a)
N° ID	Phase / description								
EM1	Bulldozer CAT D8T	1	8 391	0.009	1.000	1.473	0.013	8.34E-04	25
EM2	Bulldozer CAT D6T	1	7 536	0.009	1.000	1.473	0.013	5.77E-04	16
EM3	Pelle Komatsu PC800LC-8	4	6 556	0.150	1.470	1.473	0.272	2.13E-02	2 015
EM4	Foreuse Sandvik DI550 T4	3	3 142	0.009	1.000	1.473	0.013	1.22E-03	41
EM5	Camion Komatsu HD605-8	12	3 988	0.009	1.000	1.473	0.013	1.52E-03	262
EM6	Camion Komatsu HM400-5	3	3 474	0.009	1.000	1.473	0.013	9.78E-04	37
EM7	Chargeuse sur roue Komatsu WA600-8	3	4 745	0.009	1.000	1.473	0.013	1.32E-03	68
EM8	Pelle Excavatrice CAT 349F	1	3 650	0.009	1.000	1.473	0.013	8.75E-04	12

[1] Calculs d'un facteur d'émission ajusté en fonction d'un facteur d'émission de base publié dans le modèle Nonroad de l'US EPA.

$$EF_{adj(HC, CO, NOx)} = EF_{ss} \times TAF \times DF$$

[2] Le modèle corrige le facteur d'émission en fonction de la concentration de soufre dans le carburant diesel en soustrayant le résultat de la fonction suivante:

$$SPM_{adj} = BSFC * 453.6 * 7.0 * soxcnrv * 0.01 * (soxbas - soxdsl)$$

BSFC: voir tableau ci-dessous; soxcnrv = 0,02247 g PM/g soufre dans diesel (ou 0,3 g PM/g S pour les moteurs TIER 4 avancés)

soxbas = 0,33 %wt de soufre pour TIER 0 et 1; 0,2 %wt pour TIER 2 et TIER 3 (> 100 hp); 0,05 %wt pour TIER 3 (< 100 hp) et TIER 4 (< 75 hp); ou 0,0015 %wt pour TIER 4 (> 75 hp)

soxdsl représente la concentration actuelle de soufre dans le diesel (voir tableau ci-dessus)

Émissions particules fines (PM_{2,5}) (modélisation et inventaire)

Équipement		Nombre	Durée d'exploitation (h)	Facteur d'émission de base (EF _{ss} - g/hp-h) [1]	Facteur d'ajustement transitoire (TAF) [1]	Facteur de déterioration (DF) [1]	Facteur d'émission ajusté (EF _{adj} - g/hp-h) [1, 2]	Taux d'émission par unité (g/s)	Émissions totales (kg/a)
N° ID	Phase / description								
EM1	Bulldozer CAT D8T	1	8 391	0.009	1.000	1.473	0.013	8.09E-04	24
EM2	Bulldozer CAT D6T	1	7 536	0.009	1.000	1.473	0.013	5.60E-04	15
EM3	Pelle Komatsu PC800LC-8	4	6 556	0.146	1.470	1.473	0.264	2.07E-02	1 954
EM4	Foreuse Sandvik DI550 T4	3	3 142	0.009	1.000	1.473	0.013	1.18E-03	40
EM5	Camion Komatsu HD605-8	12	3 988	0.009	1.000	1.473	0.013	1.47E-03	254
EM6	Camion Komatsu HM400-5	3	3 474	0.009	1.000	1.473	0.013	9.49E-04	36
EM7	Chargeuse sur roue Komatsu WA600-8	3	4 745	0.009	1.000	1.473	0.013	1.28E-03	66
EM8	Pelle Excavatrice CAT 349F	1	3 650	0.009	1.000	1.473	0.013	8.49E-04	11

[1] Calculs d'un facteur d'émission ajusté en fonction d'un facteur d'émission de base publié dans le modèle Nonroad de l'US EPA.

$$EF_{adj(HC, CO, NOx)} = EF_{ss} \times TAF \times DF$$

[2] Correspond à 97% du facteur d'émission ajusté pour les particules totales.

Émissions monoxyde de carbone (modélisation et inventaire)

Équipement		Nombre	Durée d'exploitation (h)	Facteur d'émission de base (EF _{ss} - g/hp-h) [1]	Facteur d'ajustement transitoire (TAF) [1]	Facteur de déterioration (DF) [1]	Facteur d'émission ajusté (EF _{adj} - g/hp-h) [1]	Taux d'émission par unité (g/s)	Émissions totales (kg/a)
N° ID	Phase / description								
EM1	Bulldozer CAT D8T	1	8 391	0.020	1.000	1.151	0.023	0.001	44
EM2	Bulldozer CAT D6T	1	7 536	0.020	1.000	1.151	0.023	0.001	27
EM3	Pelle Komatsu PC800LC-8	4	6 556	0.843	1.530	1.151	1.484	0.116	10 977
EM4	Foreuse Sandvik DI550 T4	3	3 142	0.020	1.000	1.151	0.023	0.002	72
EM5	Camion Komatsu HD605-8	12	3 988	0.020	1.000	1.151	0.023	0.003	455
EM6	Camion Komatsu HM400-5	3	3 474	0.020	1.000	1.151	0.023	0.002	64
EM7	Chargeuse sur roue Komatsu WA600-8	3	4 745	0.020	1.000	1.151	0.023	0.002	118
EM8	Pelle Excavatrice CAT 349F	1	3 650	0.020	1.000	1.151	0.023	0.002	20

[1] Calculs d'un facteur d'émission ajusté en fonction d'un facteur d'émission de base publié dans le modèle Nonroad de l'US EPA.

$$EF_{adj(HC, CO, NOx)} = EF_{ss} \times TAF \times DF$$

Émissions dioxyde de soufre (modélisation et inventaire)

Équipement		Nombre	Durée d'exploitation (h)	BSFC de base (lb/hp-h)	Facteur d'ajustement transitoire (FAT)	BSFC ajusté (g/hp-h)	Facteur d'émission ajusté ($E_{F_{adj}}$; g/hp-h) [1]	Taux d'émission par unité (g/s)	Émissions totales (kg/a)
N° ID	Phase / description								
EM1	Bulldozer CAT D8T	1	8 391	0.367	1.000	166	3.50E-03	2.20E-04	7
EM2	Bulldozer CAT D6T	1	7 536	0.367	1.000	166	3.50E-03	1.52E-04	4
EM3	Pelle Komatsu PC800LC-8	4	6 556	0.367	1.010	168	4.93E-03	3.86E-04	36
EM4	Foreuse Sandvik DI550 T4	3	3 142	0.367	1.000	166	3.50E-03	3.20E-04	11
EM5	Camion Komatsu HD605-8	12	3 988	0.367	1.000	166	3.50E-03	4.01E-04	69
EM6	Camion Komatsu HM400-5	3	3 474	0.367	1.000	166	3.50E-03	2.58E-04	10
EM7	Chargeuse sur roue Komatsu WA600-8	3	4 745	0.367	1.000	166	3.50E-03	3.49E-04	18
EM8	Pelle Excavatrice CAT 349F	1	3 650	0.367	1.000	166	3.50E-03	2.31E-04	3

[1] Le modèle calcule un facteur d'émission de SO₂ en fonction de la concentration de soufre dans le carburant diesel:

$$SO_2 = (BSFC * 453.6 * (1 - soxcnv) - HC) * 0.01 * soxdsl * 2$$

soxcnv = 0,02247 g PM/g soufre dans diesel (ou 0,3 g PM/g S pour les moteurs TIER 4 avancés); HC = facteur d'émission ajusté d'hydrocarbures (voir ci-dessous); soxdsl représente la concentration actuelle de soufre dans le diesel (voir tableau ci-dessus)

Émissions hydrocarbures totaux

Équipement		Nombre	Durée d'exploitation (h)	Facteur d'émission de base (EF _{ss} ; g/hp-h) [1]	Facteur d'ajustement transitoire (TAF) [1]	Facteur de déterioration (DF) [1]	Facteur d'émission ajusté (EF _{adj} ; g/hp-h) [1, 2]	Émissions totales (kg/a)
N° ID	Phase / description							
EM1	Bulldozer CAT D8T	1	8 391	0.008	1.000	1.027	0.008	16
EM2	Bulldozer CAT D6T	1	7 536	0.008	1.000	1.027	0.008	10
EM3	Pelle Komatsu PC800LC-8	4	6 556	0.167	1.050	1.027	0.184	1 358
EM4	Foreuse Sandvik DI550 T4	3	3 142	0.008	1.000	1.027	0.008	26
EM5	Camion Komatsu HD605-8	12	3 988	0.008	1.000	1.027	0.008	162
EM6	Camion Komatsu HM400-5	3	3 474	0.008	1.000	1.027	0.008	23
EM7	Chargeuse sur roue Komatsu WA600-8	3	4 745	0.008	1.000	1.027	0.008	42
EM8	Pelle Excavatrice CAT 349F	1	3 650	0.008	1.000	1.027	0.008	7

[1] Calculs d'un facteur d'émission ajusté en fonction d'un facteur d'émission de base publié dans le modèle Nonroad de l'US EPA.

[2] Un facteur de 2% est ajouté au facteur d'émission de base pour les moteurs TIER 0 à 3, prenant au compte des émissions supplémentaires lors du démarrage.

Boutage / nivelage de matériel en vrac

Modèle: ECCC Pits and quarries reporting guide, section 8.1 (équivalent à AP-42, section 11.9 Western Surface Coal Mining)

$$PM_T = \frac{2,6 \times s^{1,2}}{M^{1,3}}$$

$$PM_{15} = \frac{0,45 \times s^{1,5}}{M^{1,4}}$$

$$PM_{10} = 0,75 \times PM_{15}$$

$$PM_{2,5} = 0,105 \times PM_T$$

PM_T: facteur d'émissions de particules totales (kg/h)

M: Humidité (%)

s: Teneur en silt (%)

Spécifications techniques et émissions de particules

Identification du site		Équipement mobile				Matériel manipulé			Facteurs d'émission [3]			Taux d'émission fugitive		
N°	Description	ID	Description	Nombre [1]	Exploitation [2]	Type	Silt	Humidité	PM _T	PM10	PM2.5	PM _T	PM10	PM2.5
A1-1	Boutage dans la fosse - mort-terrain	EM1	Bulldozer CAT D8T	1	2.5	Mort-terrain	10.0	7.9	1.403	0.296	0.147	0.390	0.082	0.041
A1-2	Boutage dans la fosse - mineraï	EM1	Bulldozer CAT D8T	1	1.5	Mineraï	1.0	3.0	0.312	0.036	0.033	0.087	0.010	0.009
A1-3	Boutage dans la fosse - stérile	EM1	Bulldozer CAT D8T	1	20.0	Stérile	1.0	2.1	0.496	0.060	0.052	0.138	0.017	0.014
A2-1	Nivelage dans l'aire - stérile	EM2	Bulldozer CAT D6T	1	22.6	Stérile	1.0	2.1	0.496	0.060	0.052	0.138	0.017	0.014
A2-2	Nivelage dans l'aire - résidus	EM2	Bulldozer CAT D6T	1	1.4	Résidus	46.2	12.0	5.112	1.634	0.537	1.420	0.454	0.149
A1	RETENU POUR LE MODÈLE [4]								0.577	0.083	0.061	0.160	0.023	0.017
A2	RETENU POUR LE MODÈLE [4]								0.764	0.151	0.080	0.212	0.042	0.022

[1] Deux bouteurs seront en activité 24h/24 à la mine. Un sera en exploitation dans la fosse (A1) alors que le deuxième sera principalement situé à l'aire d'accumulation (A2).

[2] Le travail du bouteur dans la fosse (ou l'aire d'accumulation) est subdivisé (sur une période de 24h) au prorata des quantités de matériaux manipulés dans chaque secteur (fosse et aire d'accumulation) pendant l'année de référence (année 6).

[3] Un facteur d'utilisation de 50% est appliqué dans les calculs des facteurs d'émission.

[4] Calculé au prorata du pourcentage du temps passé sur chaque type de matériel.

Taux d'émissions de métaux

Identification du site		Taux d'émission fugitive										
N°	Description	Sb [1]	Ag [1]	As [1]	Ba [1]	Be [1]	Cd [1]	Cr3+ [1]	Cr6+ [1]	Co [1]	Cu [1]	Mn [2]
		g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s
A1-1	Boutage dans la fosse - mort-terrain	1.95E-07	9.74E-08	3.77E-07	2.69E-05	1.20E-07	1.75E-07	1.46E-05	7.79E-08	3.22E-06	6.61E-06	2.36E-05
A1-2	Boutage dans la fosse - mineraï	6.93E-08	3.46E-09	4.33E-08	4.04E-07	1.30E-07	1.41E-08	6.63E-06	3.47E-08	5.68E-08	7.85E-06	8.26E-07
A1-3	Boutage dans la fosse - stérile	1.10E-07	3.92E-09	6.88E-08	5.00E-06	6.50E-08	3.44E-09	7.66E-05	4.00E-07	4.39E-06	5.02E-06	3.22E-06
A2-1	Nivelage dans l'aire - stérile	1.10E-07	3.92E-09	6.88E-08	5.00E-06	6.50E-08	3.44E-09	7.66E-05	4.00E-07	4.39E-06	5.02E-06	3.22E-06
A2-2	Nivelage dans l'aire - résidus	1.14E-06	8.52E-08	7.10E-07	1.36E-06	1.42E-07	2.84E-08	4.80E-05	2.51E-07	2.56E-07	3.41E-06	4.99E-06
A1	RETENU POUR LE MODÈLE [5]	1.16E-07	1.35E-08	9.89E-08	6.97E-06	7.47E-08	2.18E-08	6.58E-05	3.44E-07	4.00E-06	5.36E-06	5.17E-06
A2	RETENU POUR LE MODÈLE [5]	1.70E-07	8.64E-09	1.06E-07	4.79E-06	6.94E-08	4.89E-09	7.49E-05	3.92E-07	4.15E-06	4.93E-06	3.32E-06

Identification du site		Taux d'émission fugitive									
N°	Description	Hg [1]	Ni [2]	Pb [1]	Se [1]	Th [1]	Ti [2]	V [1]	Zn [1]	SiO2 #1 [3]	SiO2 #2 [4]
		g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s
A1-1	Boutage dans la fosse - mort-terrain	3.90E-08	1.94E-06	2.09E-06	1.11E-07	9.92E-08	1.49E-05	9.68E-06	1.26E-05	8.80E-03	3.39E-03
A1-2	Boutage dans la fosse - mineraï	4.33E-09	3.42E-08	3.26E-07	6.06E-08	2.25E-08	2.15E-08	8.66E-08	7.16E-06	9.81E-04	5.82E-04
A1-3	Boutage dans la fosse - stérile	6.88E-09	7.76E-06	9.39E-08	9.64E-08	5.43E-08	3.01E-06	3.72E-06	3.18E-06	2.32E-05	1.34E-05
A2-1	Nivelage dans l'aire - stérile	6.88E-09	7.76E-06	9.39E-08	9.64E-08	5.43E-08	3.01E-06	3.72E-06	3.18E-06	2.32E-05	1.34E-05
A2-2	Nivelage dans l'aire - résidus	7.10E-08	7.26E-07	1.70E-06	9.94E-07	2.56E-07	4.99E-07	1.42E-06	6.82E-06	1.79E-01	3.65E-02
A1	RETENU POUR LE MODÈLE [5]	1.00E-08	6.68E-06	3.14E-07	9.56E-08	5.69E-08	4.04E-06	4.10E-06	4.40E-06	9.86E-04	3.96E-04
A2	RETENU POUR LE MODÈLE [5]	1.06E-08	7.36E-06	1.87E-07	1.49E-07	6.60E-08	2.86E-06	3.58E-06	3.39E-06	1.04E-02	2.14E-03

[1] Émissions de PM₁ x concentration du métal dans le matériel manipulé.

[2] Émissions de PM₁₀ x concentration du métal dans le matériel manipulé.

[3] Émissions de PM₁₀ x concentration de SiO₂ dans le matériel manipulé x 28% du SiO₂ en PM10 selon les résultats d'une étude (WSP, Modélisation des concentrations de silice cristalline CMGP – Projet d'extension de la mine aurifère Canadian Malartic, 2016). Pour les résidus miniers, la totalité de la SiO₂ est considérée comme des PM10.

[4] Émissions de PM₄ interpolées à partir des émissions de PM_{2.5} et PM₁₀ x concentration de SiO₂ dans le matériel manipulé x 18% du SiO₂ en PM4 selon l'étude de WSP (2016) (en marge de la vérification de la norme 1-an). Pour les résidus miniers, 44% du SiO₂ est considérée comme des PM4.

[5] Calculé au prorata du pourcentage du temps passé sur chaque type de matériel.

Inventaires des émissions de particules et de métaux

Identification du site		Émissions totales annuelles											
N°	Description	PMT	PM10	PM2.5	Sb	Ag	As	Ba	Be	Cd	Cr3+	Cr6+	Co
		kg/a	kg/a	kg/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	
A1-1	Boutage dans la fosse - mort-terrain	1 265	266	133	1	0	1	87	0	1	47	0	10
A1-2	Boutage dans la fosse - mineraï	172	20	18	0	0	0	1	0	0	13	0	0
A1-3	Boutage dans la fosse - stérile	3 620	436	380	3	0	2	132	2	0	2 015	11	116
A1	Boutage dans la fosse - TOTAL	5 057	723	531	4	0	3	220	2	1	2 075	11	126
A2-1	Nivelage dans l'aire - stérile	4 088	493	429	3	0	2	149	2	0	2 275	12	130
A2-2	Nivelage dans l'aire - résidus	2 603	832	273	2	0	1	2	0	0	88	0	0
A2	Nivelage dans l'aire - TOTAL	6 691	1 325	703	5	0	3	151	2	0	2 363	12	131

Identification du site		Émissions totales annuelles										
N°	Description	Cu	Mn	Hg	Ni	Pb	Se	Th	Ti	V	Zn	SiO2
		g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a
A1-1	Boutage dans la fosse - mort-terrain	21	364	0	30	7	0	0	229	31	41	483 962
A1-2	Boutage dans la fosse - mineraï	16	14	0	1	1	0	0	0	0	14	59 946
A1-3	Boutage dans la fosse - stérile	132	702	0	1 694	2	3	1	657	98	84	18 101
A1	Boutage dans la fosse - TOTAL	169	1 081	0	1 725	10	3	2	886	129	139	562 009
A2-1	Nivelage dans l'aire - stérile	149	793	0	1 914	3	3	2	741	110	94	20 442
A2-2	Nivelage dans l'aire - résidus	6	29	0	4	3	2	0	3	3	12	1 028 430
A2	Nivelage dans l'aire - TOTAL	155	822	0	1 918	6	5	2	744	113	107	1 048 872

Paramètres pour la déposition sèche

N°	Description	Fraction de masse par diamètre			Densité (g/cm ³)	NOTE
	Diamètre moyen (um)	1.25	6.25	20		
A1	Boutage dans la fosse	11%	4%	86%	2.78	1
A2	Nivelage dans l'aire	11%	9%	80%	2.86	1

[1] Plusieurs matériaux sont manipulés (mort-terrain : 1,9 g/cm³, stérile = 2,9 g/cm³, mineraï = 2,7 g/cm³). Une densité est calculée au prorata des quantités manipulées.

[2] Deux matériaux sont manipulés (stérile = 2,9 g/cm³, résidus = 2,29 g/cm³). Une densité est calculée au prorata des quantités manipulées.

Transfert de matériel (chargement, déchargement)

Modèle: ECCC "Pits and quarries reporting guide" Section 8.8 (équivalent à AP-42, section 13.2.4 Aggregate Handling and Storage Piles)

$$FE = k \times 0.0016 \times \left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,2} \times \left(\frac{M}{2}\right)^{-1,4}$$

Constantes k

FE: facteur d'émission (kg/t)

U: vitesse moyenne du vent (m/s)

M: % humidité du matériel

k: constante granulométrique

PM _T	PM ₁₅	PM ₁₀	PM ₅	PM _{2,5}
0.74	0.48	0.35	0.2	0.053

Vitesse du vent (m/s) Station Val D'or (2006 - 2010)

3.6

Majoration des quantités moyennes quotidiennes

20%

[1]

Spécifications techniques et émissions de particules

Identification du lieu de transfert		Équipement mobile			Matériel transféré				Facteurs d'émission			Taux d'émission fugitive		
N°	Description	ID	Description	Exploitation	Type	Humidité	Quantité [1]	Transfert [2]	PMT	PM10	PM2.5	PMT	PM10	PM2.5
B1	Chargement du mineraï dans la fosse	EM3	Pelle Komatsu PC800LC-8	24.0	Mineraï	3.0	2 903	2	1.265	0.599	0.091	8.50E-02	4.02E-02	6.09E-03
B2	Chargement du stérile dans la fosse	EM3	Pelle Komatsu PC800LC-8	24.0	Stérile	2.1	38 374	2	2.085	0.986	0.149	1.85E+00	8.76E-01	1.33E-01
B3	Chargement du mort-terrain dans la fosse	EM3	Pelle Komatsu PC800LC-8	24.0	Mort-terrain	7.9	4 734	2	0.326	0.154	0.023	3.58E-02	1.69E-02	2.56E-03
B4	Déchargement du mineraï au ROM pad	EM7	Chargeuse sur roue Komatsu WA60	24.0	Mineraï	3.0	2 176	2	1.265	0.599	0.091	6.38E-02	3.02E-02	4.57E-03
B5	Déchargement du mineraï au concasseur			13.0	Mineraï	3.0	727	1	1.265	0.599	0.091	1.96E-02	9.29E-03	1.41E-03
B6	Déchargement du stérile à l'aire accumulation			24.0	Stérile	2.1	38 374	1	2.085	0.986	0.149	9.26E-01	4.38E-01	6.63E-02
B7	Déchargement du mort-terrain à la halde à mort-terrain			24.0	Mort-terrain	7.9	4 734	1	0.326	0.154	0.023	1.79E-02	8.45E-03	1.28E-03
B8	Déchargement des résidus à l'aire d'accumulation			24.0	Résidus	12.0	2 368	1	0.182	0.086	0.013	4.98E-03	2.36E-03	3.57E-04

[1] Représente le taux moyen quotidien pour l'année 6 + un 20% supplémentaire pour prendre en compte la fluctuation des quantités de mineraï, stérile et mort-terrain sur base quotidienne.

[2] Nombre de transfert (chute) associé; 1 pour tous sauf pour le minéral déchargé au ROM pad qui sera éventuellement récupéré par une chargeuse vers la trémie du concasseur. Dans la fosse, on suppose l'excavation suivie du chargement du camion.

Taux d'émissions de métaux

Identification du lieu de transfert		Taux d'émission fugitive											
N°	Description	Sb [1] [5]	Ag [1] [5]	As [1] [5]	Ba [1] [5]	Be [1] [5]	Cd [1] [5]	Cr3+ [1] [5]	Cr6+ [1] [5]	Co [1] [5]	Cu [1]	Mn [2] [5]	
B1	Chargement du mineraï dans la fosse	5.67E-08	2.83E-09	3.54E-08	3.31E-07	1.06E-07	1.16E-08	5.43E-06	2.84E-08	4.65E-08	7.71E-06	2.75E-06	
B2	Chargement du stérile dans la fosse	1.23E-06	4.39E-08	7.72E-07	5.61E-05	7.28E-07	3.86E-08	8.59E-04	4.49E-06	4.93E-05	6.75E-05	1.42E-04	
B3	Chargement du mort-terrain dans la fosse	1.49E-08	7.45E-09	2.88E-08	2.06E-06	9.19E-09	1.34E-08	1.12E-06	5.96E-09	2.46E-07	6.07E-07	4.06E-06	
B4	Déchargement du mineraï au ROM pad	4.25E-08	2.13E-09	2.66E-08	2.48E-07	7.97E-08	8.68E-09	4.07E-06	2.13E-08	3.49E-08	5.78E-06	2.06E-06	
B5	Déchargement du mineraï au concasseur	1.31E-08	6.55E-10	8.19E-09	7.64E-08	2.46E-08	2.67E-09	1.25E-06	6.56E-09	1.08E-08	1.78E-06	6.35E-07	
B6	Déchargement du stérile à l'aire accumulation	6.17E-07	2.20E-08	3.86E-07	2.81E-05	3.64E-07	1.93E-08	4.29E-04	2.24E-06	2.46E-05	3.38E-05	7.08E-05	
B7	Déchargement du mort-terrain à la halde à mort-terrain	7.45E-09	3.72E-09	1.44E-08	1.03E-06	4.59E-09	6.70E-09	5.59E-07	2.98E-09	1.23E-07	3.03E-07	2.03E-06	
B8	Déchargement des résidus à l'aire	3.32E-09	2.49E-10	2.08E-09	3.98E-09	4.15E-10	8.30E-11	1.40E-07	7.34E-10	7.47E-10	1.20E-08	2.16E-08	

Identification du lieu de transfert		Taux d'émission fugitive											
N°	Description	Hg [1] [5]	Ni [2]	Pb [1] [5]	Se [1]	Th [1] [5]	Tl [2]	V [1] [5]	Zn [1]	SiO2 [3]	SiO2 [4] [5]		
B1	Chargement du mineraï dans la fosse	3.54E-09	1.37E-07	2.67E-07	5.95E-08	1.84E-08	8.58E-08	7.09E-08	7.03E-06	3.92E-03	6.74E-04		
B2	Chargement du stérile dans la fosse	7.72E-08	4.10E-04	1.05E-06	1.30E-06	6.09E-07	1.59E-04	4.17E-05	4.22E-05	1.23E-03	2.11E-04		
B3	Chargement du mort-terrain dans la fosse	2.98E-09	4.00E-07	1.60E-07	1.02E-08	7.58E-09	3.07E-06	7.40E-07	1.16E-06	1.81E-03	3.12E-04		
B4	Déchargement du mineraï au ROM pad	2.66E-09	1.03E-07	2.00E-07	4.46E-08	1.38E-08	6.43E-08	5.31E-08	5.27E-06	2.94E-03	5.05E-04		
B5	Déchargement du mineraï au concasseur	8.19E-10	3.16E-08	6.17E-08	1.38E-08	4.26E-09	1.98E-08	1.64E-08	1.62E-06	9.05E-04	1.56E-04		
B6	Déchargement du stérile à l'aire accumulation	3.86E-08	2.05E-04	5.26E-07	6.48E-07	3.04E-07	7.94E-05	2.08E-05	2.14E-05	6.13E-04	1.05E-04		
B7	Déchargement du mort-terrain à la halde à mort-terrain	1.49E-09	2.00E-07	7.99E-08	5.09E-09	3.79E-09	1.53E-06	3.70E-07	5.80E-07	9.06E-04	1.56E-04		
B8	Déchargement des résidus à l'aire	2.08E-10	3.77E-09	4.98E-09	3.49E-09	7.47E-10	2.59E-09	4.15E-09	2.39E-08	9.31E-04	1.10E-04		

[1] Émissions de PM_T x concentration du métal dans le matériel manipulé.

[2] Émissions de PM₁₀ x concentration du métal dans le matériel manipulé.

[3] Émissions de PM₁₀ x concentration de SiO₂ dans le matériel manipulé x 28% du SiO₂ en PM₁₀ selon les résultats d'une étude (WSP, Modélisation des concentrations de silice cristalline CMGP – Projet d'extension de la mine aurifère Canadian Malartic, 2016). Pour les résidus miniers, la totalité de la SiO₂ est considérée comme des PM₁₀.

[4] Émissions de PM₄ interpolées à partir des émissions de PM_{2,5} et PM₁₀ x concentration de SiO₂ dans le matériel manipulé x 18% du SiO₂ en PM₄ selon l'étude de WSP (2016) (en marge de la vérification de la norme 1-an). Pour les résidus miniers, 44% du SiO₂ est considérée comme des PM₄.

[5] Pour les métaux avec norme annuelle, les émissions de PM_T ou de PM₁₀ sont basées sur les quantités moyennes quotidiennes et non les quantités majorées.

Inventaires des émissions de particules et de métaux

Identification du lieu de transfert		Émissions totales annuelles											
N°	Description	PMT	PM10	PM2.5	Sb	Ag	As	Ba	Be	Cd	Cr3+	Cr6+	Co
		kg/a	kg/a	kg/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a
B1	Chargement du minéral dans la fosse	2 235	1 057	160	2	0	1	10	3	0	171	1	1
B2	Chargement du stérile dans la fosse	48 673	23 021	3 486	39	1	24	1 770	23	1	27 088	142	1 553
B3	Chargement du mort-terrain dans la fosse	940	444	67	0	0	1	65	0	0	35	0	8
B4	Déchargement du minéral au ROM pad	1 675	792	120	1	0	1	8	3	0	128	1	1
B5	Déchargement du minéral au concasseur	280	132	20	0	0	0	1	0	0	21	0	0
B6	Déchargement du stérile à l'aire accumulation	24 336	11 510	1 743	19	1	12	885	11	1	13 544	71	777
B7	Déchargement du mort-terrain à la halde à mort-terrain	470	222	34	0	0	0	32	0	0	18	0	4
B8	Déchargement des résidus à l'aire	131	62	9	0	0	0	0	0	0	4	0	0

Identification du lieu de transfert		Émissions totales annuelles											
N°	Description	Cu	Mn	Hg	Ni	Pb	Se	Th	Ti	V	Zn	SiO2	
		g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	
B1	Chargement du minéral dans la fosse	203	183	0	8	8	2	1	5	2	185	777 710	
B2	Chargement du stérile dans la fosse	1 775	9 443	2	22 782	33	34	19	8 827	1 314	1 125	243 364	
B3	Chargement du mort-terrain dans la fosse	16	271	0	22	5	0	0	170	23	30	359 602	
B4	Déchargement du minéral au ROM pad	152	137	0	6	6	1	0	4	2	139	583 062	
B5	Déchargement du minéral au concasseur	25	23	0	1	1	0	0	1	0	23	97 324	
B6	Déchargement du stérile à l'aire accumulation	887	4 722	1	11 391	17	17	10	4 413	657	562	121 682	
B7	Déchargement du mort-terrain à la halde à mort-terrain	8	135	0	11	3	0	0	85	12	15	179 801	
B8	Déchargement des résidus à l'aire	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	51 714	

Paramètres pour la déposition sèche

N°	Description	Fraction de masse par diamètre					Densité (g/cm³)	NOTE
		1.25	3.75	7.5	12.5	22.5		
B1	Chargement du minéral dans la fosse	7%	20%	20%	18%	35%	2.70	1
B2	Chargement du stérile dans la fosse	7%	20%	20%	18%	35%	2.90	1
B3	Chargement du mort-terrain dans la fosse	7%	20%	20%	18%	35%	1.90	2
B4	Décharge du minéral au ROM pad	7%	20%	20%	18%	35%	2.70	1
B5	Décharge du minéral au concasseur	7%	20%	20%	18%	35%	2.70	1
B6	Décharge du stérile à l'aire accumulation	7%	20%	20%	18%	35%	2.90	1
B7	Décharge du mort-terrain à la halde à mort-terrain	7%	20%	20%	18%	35%	1.90	2
B8	Décharge des résidus à l'aire	7%	20%	20%	18%	35%	2.29	3

[1] Obtenus de plusieurs mesures sur des échantillons minéralisés (minéral) et non-minéralisés (stérile) selon l'étude de pré-faisabilité du projet en novembre 2017.

[2] Le mort-terrain a une densité in situ de 1,9 t/m³ selon l'étude de pré-faisabilité du projet en novembre 2017. Ceci représente un minimum concernant la densité de grain associée.

[3] Le résidu sec a une densité de 2,29 g/cm³ selon l'étude de pré-faisabilité du projet en novembre 2017. Ceci représente un minimum concernant la densité de grain associée.

Poussières de piles et surfaces d'entreposage

Modèle: MELCC Guide d'instruction pour les projets miniers

$E = 1,52 \times 10^{-5} \times J \times s$, si la vitesse du vent est $\geq 19,3 \text{ km/h}$

E: taux d'émission surfacique ($\text{g/m}^2/\text{s}$); 0, si la vitesse du vent est inférieure à $19,3 \text{ km/h}$

s: teneur moyenne en silt du matériel exposé (%)

J : facteur de classe de particules

Facteurs J

PM _T	PM ₁₅	PM ₁₀	PM _{2,5}
1	0.6	0.5	0.075

Spécifications techniques et émissions de particules

Identification de la surface exposée		Surface	Vent fort [1]	Période d'exposition [2]	Matériel érodable			Taux d'émission surfacique		
N°	Descriptif				Type	Silt	Atténuation	PMT	PM10	PM2.5
		m ²	%	h/a		%	%	g/m ² /s	g/m ² /s	g/m ² /s
C1	ROM pad	3 250	12.2%	8 760	Minerai	1.0	0%	1.52E-05	7.60E-06	1.14E-06
C2	Halde à mort-terrain	46 000	12.2%	8 760	Mort-terrain	10.0	0%	1.52E-04	7.60E-05	1.14E-05
C3	Aire accumulation - cellule active [3]	132 000	12.2%	8 760	Stérile/résidu	4.1	0%	6.26E-05	3.13E-05	4.70E-06
C4	Aire accumulation - cellule inactive [4]	505 600	12.2%	5 136	Stérile	0.5	0%	7.60E-06	3.80E-06	5.70E-07

[1] Représente le pourcentage du temps que des vents forts ($> 19,3 \text{ km/h}$) ont été enregistrés à la station météorologique de Val d'Or (2006 - 2010).

[2] Correspond au nombre d'heure annuelle que la surface sera accessible à l'érosion du vent (ROM pad, halde à mort-terrain et cellule active = 100% du temps, toujours en activité; cellule inactive = mai à novembre)

(aire d'accumulation - cellule active: 100% du temps; aire d'accumulation - cellule inactive: mai à novembre)

[3] Émissions d'un secteur de l'aire d'accumulation dont la superficie correspond au tonnage des stériles et résidus disposés pendant l'année de référence (année 6) vs. le tonnage total du projet x la superficie totale de l'aire (soit 1 035 000 m²). Ce secteur est considéré recouvert d'un mélange de stériles et résidus à une densité de 2 t/m³ (équivalent à du roc en vrac).

[4] Émissions d'un secteur de l'aire d'accumulation dont la superficie correspond au tonnage des stériles et résidus disposés entre l'année 1 et l'année 6 vs. le tonnage total du projet x la superficie totale de l'aire (soit 932 000 m²). Ce secteur est considéré recouvert de stérile.

Taux d'émissions de métaux

Identification de la surface exposée		Taux d'émission fugitive										
N°	Descriptif	Sb [1]	Ag [1]	As [1]	Ba [1]	Be [1]	Cd [1]	Cr3+ [1]	Cr6+ [1]	Co [1]	Cu [1]	Mn [2]
		g/m ² /s	g/m ² /s	g/m ² /s	g/m ² /s	g/m ² /s	g/m ² /s	g/m ² /s	g/m ² /s	g/m ² /s	g/m ² /s	
C1	ROM pad	1.22E-11	6.08E-13	7.60E-12	7.09E-11	2.28E-11	2.48E-12	1.16E-09	6.09E-12	9.98E-12	1.38E-09	6.23E-10
C2	Haldes à mort-terrain	7.60E-11	3.80E-11	1.47E-10	1.05E-08	4.69E-11	6.84E-11	5.70E-09	3.04E-11	1.26E-09	2.58E-09	2.19E-08
C3	Aire accumulation - cellule active	5.01E-11	1.92E-12	3.13E-11	2.12E-09	2.79E-11	1.54E-12	3.26E-08	1.70E-10	1.86E-09	2.14E-09	5.68E-09
C4	Aire accumulation - cellule inactive	6.08E-12	2.16E-13	3.80E-12	2.76E-10	3.59E-12	1.90E-13	4.23E-09	2.21E-11	2.43E-10	2.77E-10	7.37E-10

Identification de la surface exposée		Taux d'émission fugitive									
N°	Descriptif	Hg [1]	Ni [2]	Pb [1]	Se [1]	Th [1]	Tl [2]	V [1]	Zn [1]	SiO2 [3]	SiO2 [4]
		g/m ² /s	g/m ² /s	g/m ² /s	g/m ² /s	g/m ² /s	g/m ² /s	g/m ² /s	g/m ² /s	g/m ² /s	g/m ² /s
C1	ROM pad	7.60E-13	2.58E-11	5.73E-11	1.06E-11	3.95E-12	1.62E-11	1.52E-11	1.26E-09	7.41E-07	1.52E-07
C2	Haldes à mort-terrain	1.52E-11	1.80E-09	8.16E-10	4.33E-11	3.87E-11	1.38E-08	3.77E-09	4.93E-09	8.14E-06	1.68E-06
C3	Aire accumulation - cellule active	3.13E-12	1.36E-08	4.50E-11	4.38E-11	2.38E-11	5.29E-09	1.58E-09	1.37E-09	3.29E-07	6.33E-08
C4	Aire accumulation - cellule inactive	3.80E-13	1.78E-09	5.18E-12	5.32E-12	3.00E-12	6.89E-10	2.05E-10	1.76E-10	5.32E-09	1.09E-09

[1] Émissions de PM_x x concentration du métal dans le matériel manipulé.

[2] Émissions de PM₁₀ x concentration du métal dans le matériel manipulé.

[3] Émissions de PM₁₀ x concentration de SiO₂ dans le matériel manipulé x 28% du SiO₂ en PM10 provenant des haldes selon les résultats d'une étude (WSP, Modélisation des concentrations de silice cristalline CMGP – Projet d'extension de la mine aurifère Canadian Malartic, 2016). Pour l'aire d'accumulation - cellule active avec une partie étant des résidus miniers, 33% du SiO₂ en PM10 est considérée comme des PM10.

[4] Émissions de PM₄ interpolées à partir des émissions de PM_{2.5} et PM₁₀ x concentration de SiO₂ dans le matériel manipulé x 18% du SiO₂ en PM4 provenant des haldes selon l'étude de WSP (2016) (en marge de la vérification de la norme 1-an). Pour l'aire d'accumulation - cellule active avec une partie étant des résidus miniers, 20% du SiO₂ en PM4 est considérée.

Inventaires des émissions de particules et de métaux

Identification de la surface exposée		Émissions totales annuelles											
N°	Descriptif	PMT	PM10	PM2.5	Sb	Ag	As	Ba	Be	Cd	Cr3+	Cr6+	Co
		kg/a	kg/a	kg/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a
C1	ROM pad	190	95	14	0	0	0	1	0	0	15	0	0
C2	Haldes à mort-terrain	26 901	13 450	2 018	13	7	26	1 860	8	12	1 009	5	222
C3	Aire accumulation - cellule active	31 804	15 902	2 385	25	1	16	1 079	14	1	16 554	87	945
C4	Aire accumulation - cellule inactive	8 668	4 334	650	7	0	4	315	4	0	4 824	25	277

Identification de la surface exposée		Émissions totales annuelles										
N°	Descriptif	Cu	Mn	Hg	Ni	Pb	Se	Th	Tl	V	Zn	SiO2
		g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a
C1	ROM pad	17	16	0	1	1	0	0	0	0	16	66 141
C2	Haldes à mort-terrain	456	7 749	3	636	144	8	7	4 878	668	872	10 295 733
C3	Aire accumulation - cellule active	1 085	5 769	2	13 863	23	22	12	5 372	802	695	1 014 488
C4	Aire accumulation - cellule inactive	316	1 682	0	4 057	6	6	3	1 572	234	200	43 339

Paramètres pour la déposition sèche

N°	Description	Fraction de masse par diamètre				Densité (g/cm ³)	NOTE
		1.25	6.25	12.5	22.5		
C1	ROM pad	8%	43%	10%	40%	2.70	1
C2	Haldes à mort-terrain	8%	43%	10%	40%	1.90	2
C3	Aire accumulation - cellule active	8%	43%	10%	40%	2.86	3
C4	Aire accumulation - cellule inactive	8%	43%	10%	40%	2.90	4

[1] Le mineraï a une densité de 2,7 g/cm³ selon l'étude de pré-faisabilité du projet en novembre 2017.

[2] Le mort-terrain a une densité in situ de 1,9 t/m³ selon l'étude de pré-faisabilité du projet en novembre 2017. Ceci représente un minimum concernant la densité de grain associée.

[3] Deux matériaux sont manipulés (stérile = 2,9 g/cm³; résidus = 2,29 g/cm³). Une densité est calculée au prorata des quantités déchargées à l'aire d'accumulation.

[4] La surface de la cellule inactive est composée de stériles.

Forage de trous miniers

Modèle: Facteurs d'émission d'ECCC "Pits and quarries reporting guide", Section 8.3

FE (kg/trou)		
PM _T	PM ₁₀	PM _{2.5}
0.59	0.31	0.31

Spécifications techniques et émissions de particules

Identification du type de forage		Programme de forage				Matériel foré	Atténuation [3]	Taux d'émission fugitive		
N°	Descriptif	ID	Description	# trous	Durée [2]			PMT	PM10	PM2.5
				an ⁻¹ [1]	h/trou		%	g/s	g/s	g/s
D1-1	Forage de trous - mineraï	EM4	Foreuse Sandvik DI550 T4	3 422	0.27	Mineraï	99%	6.04E-03	3.17E-03	3.17E-03
D1-2	Forage de trous - stérile	EM4	Foreuse Sandvik DI550 T4	22 749	0.37	Stérile	99%	4.39E-03	2.30E-03	2.30E-03
D1	RETENU POUR LE MODÈLE [4]							1.81E-02	9.52E-03	9.52E-03

[1] Le nombre de trou annuel est estimé selon la quantité de matériel à extraire à l'année 6, le volume de roche dynamité par trou (4 m x 4 m x 6 m pour le mineraï et 4,5 m x 4,5 m x 8,7 m pour le stérile), et la densité du matériel (2,7 t/m³ pour le mineraï et 2,9 t/m³ pour le stérile).

[2] Durée de forage par trou estimée à 16 min/trou pour le mineraï et 22 min/trou pour le stérile, en supposant un taux de pénétration de 0,45 m/min et une période de mise en place de la foreuse de 3 minutes. La profondeur des trous de mineraï et de stérile sera de 6 m et et 8,7 m, respectivement.

[3] La foreuse est équipée d'un collecteur de poussière (aspiration des poussières vers une filtre).

[4] Le taux d'émission pour le forage du mineraï (plus élevé) est multiplié par 3 alors que trois foreuses pour être exploitées en simultanée à l'année 6.

Taux d'émissions de métaux

Identification du type de forage		Taux d'émission fugitive										
N°	Descriptif	Sb [1]	Ag [1]	As [1]	Ba [1]	Be [1]	Cd [1]	Cr3+ [1]	Cr6+ [1]	Co [1]	Cu [1]	Mn [2]
		g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s
D1-1	Forage de trous - mineraï	4.83E-09	2.42E-10	3.02E-09	2.82E-08	9.06E-09	9.87E-10	4.63E-07	2.42E-09	3.97E-09	5.48E-07	2.60E-07
D1-2	Forage de trous - stérile	3.51E-09	1.25E-10	2.19E-09	1.60E-07	2.07E-09	1.10E-10	2.44E-06	1.28E-08	1.40E-07	1.60E-07	4.47E-07
D1	RETENU POUR LE MODÈLE [5]	3.92E-09	1.47E-10	2.45E-09	1.58E-07	2.97E-09	2.11E-10	2.42E-06	1.26E-08	1.36E-07	1.64E-06	4.61E-07

Identification du type de forage		Taux d'émission fugitive									
N°	Descriptif	Hg [1]	Ni [2]	Pb [1]	Se [1]	Th [1]	Ti [2]	V [1]	Zn [1]	SiO2 [3]	SiO2 [4]
		g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s
D1-1	Forage de trous - minerai	3.02E-10	1.08E-08	2.28E-08	4.23E-09	1.57E-09	6.77E-09	6.04E-09	4.99E-07	1.10E-03	5.52E-04
D1-2	Forage de trous - stérile	2.19E-10	1.08E-06	2.99E-09	3.07E-09	1.73E-09	4.18E-07	1.18E-07	1.01E-07	1.15E-05	5.76E-06
D1	RETIENUE POUR LE MODÈLE [5]	2.45E-10	3.24E-06	5.31E-09	1.27E-08	1.85E-09	1.25E-06	1.16E-07	1.50E-06	3.31E-03	6.41E-05

[1] Émissions de PM_T x concentration du métal dans le matériel manipulé.

[2] Émissions de PM₁₀ x concentration du métal dans le matériel manipulé.

[3] Émissions de PM₁₀ x concentration de SiO₂ dans le matériel manipulé x 100% du SiO₂ en PM10 provenant du forage selon les résultats d'une étude (WSP, Modélisation des concentrations de silice cristalline CMGP – Projet d'extension de la mine aurifère Canadian Malartic, 2016).

[4] Émissions de PM₄ interpolées à partir des émissions de PM_{2.5} et PM₁₀ x concentration de SiO₂ dans le matériel manipulé x 50% du SiO₂ en PM4 provenant du forage selon l'étude de WSP (2016) (en marge de la vérification de la norme 1-an).

[5] Pour les métaux avec une norme ou critère de courte de durée (24h et moins), le taux d'émission le plus élevé parmi le forage du minerai et du stérile est multiplié par trois alors que trois foreuses pourront être exploitées en simultanée à l'année 6. Pour les métaux avec norme ou critère annuel, une moyenne d'émission pondérée selon le nombre de trou à forer annuellement dans le minerai et le stérile est calculée.

Inventaire des émissions de particules et de métaux

Identification du type de forage		Émissions totales annuelles											
N°	Descriptif	PMT	PM10	PM2.5	Sb	Ag	As	Ba	Be	Cd	Cr3+	Cr6+	Co
		kg/a	kg/a	kg/a	g/a	g/a	g/a						
D1-1	Forage de trous - minerai	20	11	11	0	0	0	0	0	0	2	0	0
D1-2	Forage de trous - stérile	134	71	71	0	0	0	5	0	0	75	0	4
D1	Forage de puits - TOTAL	154	81	81	0	0	0	5	0	0	76	0	4

Identification du type de forage		Émissions totales annuelles										
N°	Descriptif	Cu	Mn	Hg	Ni	Pb	Se	Th	Ti	V	Zn	SiO2
		g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a
D1-1	Forage de trous - minerai	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	7 025
D1-2	Forage de trous - stérile	5	26	0	63	0	0	0	24	4	3	671
D1	Forage de puits - TOTAL	7	28	0	63	0	0	0	24	4	5	7 696

Paramètres pour la déposition sèche

N°	Description	Fraction de masse par diamètre			Densité (g/cm ³)	NOTE
		1.25	6.25	20		
D1	Forage de trous	53%	0%	47%	2.70	1

[1] Le taux d'émission modélisé correspond au forage du minerai.

Sautage

Modèle: ECCC "Pits and quarries reporting guide", Section 8.4.

$$FE = k \times 0,00022 \times A^{1,5}$$

Constantes k

FE: facteur d'émission (kg/sautage)

A: surface horizontale de sautage (m²)

k: constante granulométrique

PM _T	PM ₁₀	PM _{2,5}
1	0.52	0.03

Spécifications techniques

Identification du banc de sautage		Programme de dynamitage [1]			Matériel dynamité	Facteur d'atténuation	Caractéristiques de l'explosif [6]						
		Nombre		Surface [2]			Type	Quantité [5]	FE CO	FE NOx	FE SO2	FE PM10	FE PM2.5
N°	Descriptif	an ⁻¹ [3]	jr ⁻¹ [4]	m ²		%	t	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg
E1-1	Dynamitage - 100% mineraï	s.o.	1	3 410	Mineraï	0%	Emulsion	15	1.7	0.2	0.0	0.0	0.0
E1-2	Dynamitage - 100% stérile	s.o.	1	5 131	Stérile	0%	Emulsion	30	1.7	0.2	0.0	0.0	0.0
E1-3	Dynamitage - moyenne annuelle	97	1	5 273	Stérile / mineraï	0%	Emulsion	30	1.7	0.2	0.0	0.0	0.0

[1] Trois options de dynamitage sont évaluées pour la vérification des valeurs limites sur courte période: (1) maximum de 55 000 tonnes de mineraï seulement; (2) maximum de 130 000 tonnes de stérile seulement; et (3) maximum de 130 000 tonnes contenant 93% de stérile et 7% de mineraï (correspondant au ratio extrait pour l'année 6) pour la vérification des valeurs limites annuelles.

[2] La surface par sautage est estimée en fonction du tonnage dynamité, de la densité du matériel (2,7 t/m³ pour le mineraï et 2,9 t/m³ pour le stérile selon le cas), et de la profondeur des trous (6 m pour le mineraï et 8,7 m pour le stérile).

[3] Nombre annuel basé sur des gros dynamitages prévus par Sayona (130 000 t de roc par dynamitage).

[4] Correspond au maximum de dynamitage par jour en marge de la modélisation.

[5] Quantité moyenne d'explosif par dynamitage est de 0,23 kg par tonne dynamitée.

[6] Les facteurs d'émission sont tirés du NPI Australien (Emission estimation technique manual for explosives detonation and firing ranges - version 3.1; Table 7) pour des explosifs à émulsion (bulk emulsion explosive) dans des trous de diamètre inférieur à 6 po. (150 mm).

Émissions de particules et gaz de combustion

Identification du banc de sautage		Taux d'émission fugitive [1]								Émissions totales annuelles					
		PMT (24h)	PM10 (24h)	PM2.5 (24h)	CO	NOx (1h, 24h)	NOx (1 an)	SO2 (1h, 24h)	SO2 (1 an)	PMT	PM10	PM2.5	CO	NOx	SO2
N°	Descriptif	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a
E1-1	Dynamitage - 100% mineraï	12.169	6.328	0.365	7.060	0.831	s.o.	0.000	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
E1-2	Dynamitage - 100% stérile	22.459	11.679	0.674	14.119	1.661	s.o.	0.000	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
E1-3	Dynamitage - moyenne annuelle	23.400	12.168	0.702	14.119	1.661	1.661	0.000	0.000	8 136	4 231	244	4 909	578	0
E1	RETENU POUR LE MODÈLE [2]	22.459	11.679	0.674	14.119	1.661	0.440	0.000	0.000	8 136	4 231	244	4 909	578	0

[1] Les émissions instantanées lors d'un sautage sont rapportées sur une base horaire. Pour les NOx et le SO₂ (ayant une norme 1-an, un 2e taux d'émission est calculé).

[2] Correspond au taux d'émission maximum parmi les 2 options de dynamitage (100% mineraï ou 100% stérile) pour les normes 1-h, 8-h et 24-h (E1-1 et E1-2). Pour les normes annuelles, les paramètres pour un dynamitage annuel moyen (E1-3) sont utilisés et les taux d'émission sont pondérés en fonction du nombre de dynamitage par année.

Taux d'émissions de métaux

Identification du banc de sautage		Taux d'émission fugitive										
N°	Descriptif	Sb [1]	Ag [1]	As [1]	Ba [1]	Be [1]	Cd [1]	Cr3+ [1]	Cr6+ [1]	Co [1]	Cu [1]	Mn [2]
		g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s
E1-1	Dynamitage - 100% mineraï	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	1.10E-03	s.o.	
E1-2	Dynamitage - 100% stérile	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	8.19E-04	s.o.	
E1-3	Dynamitage - moyenne annuelle	1.87E-05	6.85E-07	1.17E-05	7.99E-04	1.27E-05	8.13E-07	1.22E-02	6.39E-05	6.95E-04	9.42E-04	2.26E-03
E1	RETENU POUR LE MODÈLE [5]	4.95E-06	1.81E-07	3.10E-06	2.11E-04	3.37E-06	2.15E-07	3.24E-03	1.69E-05	1.84E-04	1.10E-03	5.99E-04

Identification du banc de sautage		Taux d'émission fugitive									
N°	Descriptif	Hg [1]	Ni [2]	Pb [1]	Se [1]	Th [1]	Ti [2]	V [1]	Zn [1]	SiO2 [3]	SiO2 [4]
		g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s
E1-1	Dynamitage - 100% mineraï	s.o.	2.15E-05	s.o.	8.52E-06	s.o.	1.35E-05	s.o.	1.01E-03	1.54E+00	s.o.
E1-2	Dynamitage - 100% stérile	s.o.	5.47E-03	s.o.	1.57E-05	s.o.	2.12E-03	s.o.	5.19E-04	4.09E-02	s.o.
E1-3	Dynamitage - moyenne annuelle	1.17E-06	5.30E-03	2.10E-05	1.64E-05	9.01E-06	2.05E-03	5.89E-04	6.39E-04	2.48E-01	2.01E-02
E1	RETENU POUR LE MODÈLE [5]	3.10E-07	5.47E-03	5.57E-06	1.57E-05	2.38E-06	2.12E-03	1.56E-04	1.01E-03	1.54E+00	5.31E-03

[1] Émissions de PM_x x concentration du métal dans le matériel manipulé.

[2] Émissions de PM₁₀ x concentration du métal dans le matériel manipulé.

[3] Émissions de PM₁₀ x concentration de SiO₂ dans le matériel manipulé x 70% du SiO₂ en PM₁₀ provenant du dynamitage selon les résultats d'une étude (WSP, Modélisation des concentrations de silice cristalline CMGP – Projet d'extension de la mine aurifère Canadian Malartic, 2016).

[4] Émissions de PM₄ interpolées à partir des émissions de PM_{2.5} et PM₁₀ x concentration de SiO₂ dans le matériel manipulé x 23% du SiO₂ en PM₄ provenant du dynamitage selon l'étude de WSP (2016) (en marge de la vérification de la norme 1-an).

[4] Pour les métaux avec norme ou critère de courte durée (24 h et moins), correspond au maximum entre le dynamitage de 100% stérile et 100% mineraï. Pour les normes et critères annuelles, le taux d'émission sur base annuelle est appliquée et pondéré en fonction du nombre de dynamitage par année (97/365).

Inventaire des émissions de métaux

Identification du banc de sautage		Émissions totales annuelles									
N°	Descriptif	Sb	Ag	As	Ba	Be	Cd	Cr3+	Cr6+	Co	Cu
		g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a
E1-3	Dynamitage - moyenne annuelle	7	0	4	278	4	0	4 253	22	242	328

Identification du banc de sautage		Émissions totales annuelles									
N°	Descriptif	Mn	Hg	Ni	Pb	Se	Th	Ti	V	Zn	SiO2
		g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a
E1-3	Dynamitage - moyenne annuelle	1 514	0	3 542	7	6	3	1 373	205	222	236 939

Paramètres pour la déposition sèche

N°	Description	Fraction de masse par diamètre			Densité (g/cm ³)	NOTE
	Diamètre moyen (um)	1.25	6.25	20		
E1	Dynamitage	3%	49%	48%	2.70	1

[1] Le taux d'émission modélisé correspond au dynamitage du mineraï.

Concassage et tamisage

Modèle: Facteurs d'émissions d'ECCC Pits and quarries reporting guide, section 8.5

FE non contrôlés (kg/t concassée ou tamisée)

	PM _T	PM ₁₀	PM _{2.5}
Concassage	0.0027	0.0012	0.0006
Tamisage [1]	0.0125	0.0043	0.0003

[1] FE pour PM_{2.5} indéterminé. Estimé en fonction du FE pour les émissions contrôlées et du rapport des FE PM₁₀ pour les émissions non contrôlées et contrôlées.

Spécifications techniques et émissions de particules

Identification du concasseur		Paramètre d'exploitation				Facteur d'émission applicable			Taux d'émission		
N°	Descriptif	Alimentation [1]	Exploitation	Type de contrôle	Atténuation	PMT	PM10	PM2.5	PMT	PM10	PM2.5
		t/h	h/jr		%	kg/t	kg/t	kg/t	g/s	g/s	g/s
F1	Concasseur primaire	200.0	13	Fabric filter	98	6.75E-05	3.00E-05	1.50E-05	3.75E-03	1.67E-03	8.33E-04
F2-1	Concasseur secondaire	100.0	13	Fabric filter	98	6.75E-05	3.00E-05	1.50E-05	1.88E-03	8.33E-04	4.17E-04
F2-2	Concasseur tertiaire	40.0	13	Fabric filter	98	6.75E-05	3.00E-05	1.50E-05	7.50E-04	3.33E-04	1.67E-04
F2-3	Double-deck vibrating screen [2]	340.0	13	Covered Screen with Fabric filter	95	6.25E-04	2.15E-04	1.45E-05	5.90E-02	2.03E-02	1.37E-03
F2	RETENU POUR LE MODÈLE [3]								6.17E-02	2.15E-02	1.96E-03

[1] Alimentation nominale de 2 600 tpd sur 13 heures d'opération par jour au concasseur primaire. Il est estimé que 70% de la charge passante passera par les concasseurs secondaire et tertiaire également.

[2] La totalité de l'alimentation passant par un ou l'autre des concasseurs passe par le tamiseur.

[3] Correspond à la somme des émissions aux concasseurs secondaire et tertiaire et tamiseur traitées par un dépollueur à filtre et pour lequel les émissions d'entreposage (F2-4) doivent être ajoutées.

Taux d'émissions des métaux

Identification du concasseur		Taux d'émission fugitive										
N°	Descriptif	Sb [1]	Ag [1]	As [1]	Ba [1]	Be [1]	Cd [1]	Cr3+ [1]	Cr6+ [1]	Co [1]	Cu [1]	Mn [2]
		g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s
F1	Concasseur primaire	3.00E-09	1.50E-10	1.88E-09	1.75E-08	5.63E-09	6.13E-10	2.87E-07	1.50E-09	2.46E-09	3.40E-07	1.37E-07
F2-1	Concasseur secondaire	1.50E-09	7.50E-11	9.38E-10	8.75E-09	2.81E-09	3.06E-10	1.44E-07	7.51E-10	1.23E-09	1.70E-07	6.83E-08
F2-2	Concasseur tertiaire	6.00E-10	3.00E-11	3.75E-10	3.50E-09	1.13E-09	1.23E-10	5.74E-08	3.00E-10	4.93E-10	6.80E-08	2.73E-08
F2-3	Double-deck vibrating screen	4.72E-08	2.36E-09	2.95E-08	2.75E-07	8.85E-08	9.64E-09	4.52E-06	2.36E-08	3.88E-08	5.35E-06	1.67E-06
F2	RETENU POUR LE MODÈLE	4.93E-08	2.47E-09	3.08E-08	2.88E-07	9.25E-08	1.01E-08	4.72E-06	2.47E-08	4.05E-08	5.59E-06	1.76E-06

Identification du concasseur		Taux d'émission fugitive									
N°	Descriptif	Hg [1]	Ni [2]	Pb [1]	Se [1]	Th [1]	Ti [2]	V [1]	Zn [1]	SiO2 [2]	SiO2 [3]
		g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s
F1	Concasseur primaire	1.88E-10	5.67E-09	1.41E-08	2.63E-09	9.75E-10	3.56E-09	3.75E-09	3.10E-07	5.80E-04	1.53E-04
F2-1	Concasseur secondaire	9.38E-11	2.83E-09	7.06E-09	1.31E-09	4.88E-10	1.78E-09	1.88E-09	1.55E-07	2.90E-04	7.66E-05
F2-2	Concasseur tertiaire	3.75E-11	1.13E-09	2.83E-09	5.25E-10	1.95E-10	7.11E-10	7.50E-10	6.20E-08	1.16E-04	3.06E-05
F2-3	Double-deck vibrating screen	2.95E-09	6.90E-08	2.22E-07	4.13E-08	1.53E-08	4.33E-08	5.90E-08	4.88E-06	7.07E-03	7.90E-04
F2	RETENU POUR LE MODÈLE	3.08E-09	7.30E-08	2.32E-07	4.32E-08	1.60E-08	4.58E-08	6.17E-08	5.10E-06	7.47E-03	8.97E-04

[1] Émissions de PM_T x concentration du métal dans le matériel manipulé.

[2] Émissions de PM₁₀ x concentration du métal dans le matériel manipulé.

[3] Émissions de PM₄ interpolées à partir des émissions de PM_{2.5} et PM₁₀ x 44% du SiO₂ en PM4 (en marge de la vérification de la norme 1-an pour la silice cristalline).

Inventaire des émissions de particules et de métaux

Identification du concasseur		Émissions totales annuelles											
N°	Descriptif	PMT	PM10	PM2.5	Sb	Ag	As	Ba	Be	Cd	Cr3+	Cr6+	Co
		kg/a	kg/a	kg/a	g/a	g/a	g/a						
F1	Concasseur primaire	64	28	14	0	0	0	0	0	0	5	0	0
F2-1	Concasseur secondaire	32	14	7	0	0	0	0	0	0	2	0	0
F2-2	Concasseur tertiaire	13	6	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0
F2-3	Double-deck vibrating screen	1 008	347	23	1	0	1	5	2	0	77	0	1
F2	TOTAL	1 053	367	33	1	0	1	5	2	0	81	0	1

Identification du concasseur		Émissions totales annuelles											
N°	Descriptif	Cu	Mn	Hg	Ni	Pb	Se	Th	Ti	V	Zn	SiO2	
		g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	
F1	Concasseur primaire	6	5	0	0	0	0	0	0	0	5	22 292	
F2-1	Concasseur secondaire	3	3	0	0	0	0	0	0	0	3	11 146	
F2-2	Concasseur tertiaire	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4 458	
F2-3	Double-deck vibrating screen	91	83	0	3	4	1	0	2	1	83	350 893	
F2	TOTAL	95	86	0	4	4	1	0	2	1	87	366 497	

Paramètres pour la déposition sèche

N°	Description	Fraction de masse par diamètre			Densité (g/cm ³)	NOTE
		Diamètre moyen (um)	1.25	6.25		
F1	Concasseur primaire	22%	22%	56%	2.70	1
F2	Concasseurs et tamiseurs	78%	6%	16%	2.70	1

[1] Concassage du mineraï.

Entreposage des matériaux en vrac

Modèle: RAA, article 10, entreposage en milieu fermé (maximum de 30 mg/Rm³)

Spécifications techniques et émissions de particules

Identification de l'entrepot		Paramètre d'exploitation		Facteur d'émission applicable [3]			Taux d'émission		
N°	Descriptif	Débit	Période	PMT	PM10	PM2.5	PMT	PM10	PM2.5
		Rm ³ /h	h/jr	mg/Rm ³	mg/Rm ³	mg/Rm ³	g/s	g/s	g/s
F2-4	Entrepot de minerai concassé [1]	25 312	24	30	30	30	0.211	0.211	0.211
F3	Entrepot de concentré [2]	29 983	24	30	30	30	0.250	0.250	0.250

[1] Le débit d'aspiration correspond à un ventilateur de toit de 8 000 cfm + 6 900 cfm d'aspiration du dome de minerai vers le dépoussiéreur à filtre. Les deux points d'émissions sont combinés avec les émissions des concasseurs secondaire, tertiaire et tamiseur (F2-1 à F2-3) en un seul point d'émission (F2).

[2] Le débit d'aspiration correspond à un ventilateur de toit de 8 000 cfm + 9 650 cfm d'aspiration du dome de concentré vers le dépoussiéreur dédié. Les 2 points d'émissions sont combinés en une seule source d'émission (F3).

[3] Aucune méthode de calculs des émissions de poussières disponibles. On suppose une concentration maximale de sortie de 30 mg/Rm³.

Taux d'émissions des métaux

Identification du concasseur		Taux d'émission fugitive										
N°	Descriptif	Sb [1]	Ag [1]	As [1]	Ba [1]	Be [1]	Cd [1]	Cr3+ [1]	Cr6+ [1]	Co [1]	Cu [1]	Mn [2]
		g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s
F2-2	Entrepot de minerai concassé	1.69E-07	8.44E-09	1.05E-07	9.84E-07	3.16E-07	3.45E-08	1.62E-05	8.45E-08	1.39E-07	1.91E-05	1.73E-05
F3	Entrepot de concentré [4]	2.00E-07	9.99E-09	1.25E-07	1.17E-06	3.75E-07	4.08E-08	1.91E-05	1.00E-07	1.64E-07	2.27E-05	2.05E-05

Taux d'émissions des métaux

Identification du concasseur		Taux d'émission fugitive									
N°	Descriptif	Hg [1]	Ni [2]	Pb [1]	Se [1]	Th [1]	Ti [2]	V [1]	Zn [1]	SiO2 [2]	SiO2 [3]
		g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s
F2-2	Entrepot de minerai concassé	1.05E-08	7.17E-07	7.95E-07	1.48E-07	5.48E-08	4.50E-07	2.11E-07	1.74E-05	7.34E-02	3.23E-02
F3	Entrepot de concentré [4]	1.25E-08	8.50E-07	9.41E-07	1.75E-07	6.50E-08	5.33E-07	2.50E-07	2.07E-05	8.70E-02	3.83E-02

[1] Émissions de PM_T x concentration du métal dans le matériel manipulé.

[2] Émissions de PM₁₀ x concentration du métal dans le matériel manipulé.

[3] Émissions de PM₄ interpolées à partir des émissions de PM_{2.5} et PM₁₀ x 44% du SiO₂ en PM4 (en marge de la vérification de la norme 1-an pour la silice cristalline).

[4] Aucune caractérisation du concentré en métaux disponible. Basé sur les concentrations retrouvées dans le minerai.

Inventaire des émissions de particules et de métaux

Identification du concasseur		Émissions totales annuelles											
N°	Descriptif	PMT	PM10	PM2.5	Sb	Ag	As	Ba	Be	Cd	Cr3+	Cr6+	Co
		kg/a	kg/a	kg/a	g/a	g/a	g/a						
F2-2	Entrepot de minerai concassé	6 652	6 652	6 652	5	0	3	31	10	1	510	3	4
F3	Entrepot de concentré	7 880	7 880	7 880	6	0	4	37	12	1	604	3	5

Identification du concasseur		Émissions totales annuelles											
N°	Descriptif	Cu	Mn	Hg	Ni	Pb	Se	Th	Ti	V	Zn	SiO2	
		g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	
F2-2	Entrepot de minerai concassé	603	545	0	23	25	5	2	14	7	550	2 314 853	
F3	Entrepot de concentré	714	646	0	27	30	6	2	17	8	651	2 742 091	

Paramètres pour la déposition sèche

N°	Description	Fraction de masse par diamètre			Densité (g/cm ³)	NOTE
	Diamètre moyen (um)	1.25	6.25	20		
F3	Entrepot de concentré	100%	0%	0%	2.29	1

[1] Densité du concentré indéterminée. Considérée équivalente au résidu.

Équipements mobiles sur surface non pavée

Modèle: US EPA AP-42 Section 13.2.2 - Unpaved Road, Janvier 2011

$$FE = 281,9 \times k \times \left(\frac{s}{12}\right)^a \times \left(\frac{W}{3}\right)^{-b} \times (1 - \%EC)$$

FE: Facteur d'émission (g/VKT)

281.9: Facteur de conversion de lb/VMT à g/VKT

s : Teneur en silt de la surface de la route (%)

W: Masse moyenne (en tons) des véhicules

k, a, et b: constants empiriques

%EC: Efficacité de contrôle des émissions

Routes industrielles			
Constantes	PM ₁	PM ₁₀	PM _{2,5}
k (lb/miles)	4.9	1.5	0.15
a	0.7	0.9	0.9
b	0.45	0.45	0.45
c	---	---	---
d	---	---	---

Spécifications techniques

Identification du tronçon					Période d'évaluation		Camion							
N°	Description	Longueur	Largeur	Période	Mois	Atténuation	ID	Description	Masse vide	Charge utile	Charge moy.	Matériel	Quantité [1]	Distance
		km	m	h/jr		%			t	t	%		t/jr	km/jr
G1	Chemin emprunté dans la fosse jusqu'à l'intersection	1.45	23.0	24.0	Avr-Nov.	89%	EM5	Camion Komatsu HD605-8	51.6	63.0	50%	Minerai	2 903	134
							EM5	Camion Komatsu HD605-8	51.6	63.0	50%	Stérile	38 374	1 766
							EM6	Camion Komatsu HM400-5	35.1	40.0	50%	Mort-terrain	4 734	343
					Déc-Mars	89%	EM5	Camion Komatsu HD605-8	51.6	63.0	50%	Minerai	2 903	134
							EM5	Camion Komatsu HD605-8	51.6	63.0	50%	Stérile	38 374	1 766
							EM6	Camion Komatsu HM400-5	35.1	40.0	50%	Mort-terrain	4 734	343
G2	Segment à partir de l'intersection vers le ROM pad	0.54	23.0	24.0	Avr-Nov.	89%	EM5	Camion Komatsu HD605-8	51.6	63.0	50%	Minerai	2 903	50
							EM6	Camion Komatsu HM400-5	35.1	40.0	50%	Résidus	2 368	64
					Déc-Mars	89%	EM5	Camion Komatsu HD605-8	51.6	63.0	50%	Minerai	2 903	50
							EM6	Camion Komatsu HM400-5	35.1	40.0	50%	Résidus	2 368	64
G3	Segment à partir de l'intersection jusqu'au point de chute à l'aire d'accumulation	1.09	23.0	24.0	Avr-Nov.	89%	EM5	Camion Komatsu HD605-8	51.6	63.0	50%	Stérile	38 374	1 328
							EM6	Camion Komatsu HM400-5	35.1	40.0	50%	Résidus	2 368	129
					Déc-Mars	89%	EM5	Camion Komatsu HD605-8	51.6	63.0	50%	Stérile	38 374	1 328
							EM6	Camion Komatsu HM400-5	35.1	40.0	50%	Résidus	2 368	129
G4	Chemin à partir de l'intersection et la halde à mort-terrain	0.56	23.0	24.0	Avr-Nov.	89%	EM6	Camion Komatsu HM400-5	35.1	40.0	50%	Mort-terrain	4 734	133
					Déc-Mars	89%	EM6	Camion Komatsu HM400-5	35.1	40.0	50%	Mort-terrain	4 734	133
G5	Segment à partir du ROM pad jusqu'au concentrateur	0.38	23.0	24.0	Avr-Nov.	89%	EM6	Camion Komatsu HM400-5	35.1	40.0	50%	Résidus	2 368	45
					Déc-Mars	89%	EM6	Camion Komatsu HM400-5	35.1	40.0	50%	Résidus	2 368	45

[1] Correspond au tonnage maximum quotidien (tonnage moyen quotidien x le taux de majoration défini dans l'onglet Transfert).

Émissions de particules

Identification du tronçon		Période d'évaluation	Facteurs d'émission applicables				Taux d'émission fugitives			Taux d'émission de moteurs [1]				
N°	Description		Masse pondérée	PMT	PM10	PM2.5	PMT	PM10	PM2.5	PMT	PM2.5	NOx	CO	SO2
G1	Chemin emprunté dans la fosse jusqu'à l'intersection	Avr-Nov.	86.9	415	110	11	10.8	2.9	0.29	8.95E-03	8.68E-03	1.01E-01	1.55E-02	2.36E-03
		Déc-Mars	86.9	415	110	11	10.8	2.9	0.29	8.95E-03	8.68E-03	1.01E-01	1.55E-02	2.36E-03
G2	Segment à partir de l'intersection vers le ROM pad	Avr-Nov.	74.2	387	102	10	0.5	0.1	0.013	3.84E-04	3.72E-04	4.32E-03	6.66E-04	1.01E-04
		Déc-Mars	74.2	387	102	10	0.5	0.1	0.013	3.84E-04	3.72E-04	4.32E-03	6.66E-04	1.01E-04
G3	Segment à partir de l'intersection jusqu'au point de chute à l'aire	Avr-Nov.	88.9	420	111	11	7.1	1.9	0.19	5.96E-03	5.78E-03	6.70E-02	1.03E-02	1.57E-03
		Déc-Mars	88.9	420	111	11	7.1	1.9	0.19	5.96E-03	5.78E-03	6.70E-02	1.03E-02	1.57E-03
G4	Chemin à partir de l'intersection et la halde à mort-terrain	Avr-Nov.	60.7	353	94	9	0.5	0.1	0.014	3.60E-04	3.49E-04	4.05E-03	6.25E-04	9.50E-05
		Déc-Mars	60.7	353	94	9	0.5	0.1	0.014	3.60E-04	3.49E-04	4.05E-03	6.25E-04	9.50E-05
G5	Segment à partir du ROM pad jusqu'au concentrateur	Avr-Nov.	60.7	353	94	9	0.2	0.0	0.005	1.22E-04	1.19E-04	1.38E-03	2.12E-04	3.22E-05
		Déc-Mars	60.7	353	94	9	0.2	0.0	0.005	1.22E-04	1.19E-04	1.38E-03	2.12E-04	3.22E-05

[1] Plusieurs camions sont utilisés. Correspond à la somme des taux d'émissions pour les 2 modèles de camion multiplié par un nombre équivalent en déplacement (calculé en fonction du # de km à parcourir par heure divisé par 15 km/h en moyenne).

Taux d'émissions des métaux

Identification du tronçon		Période d'évaluation	Taux d'émission fugitive											
N°	Description		g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	
G1	Chemin emprunté dans la fosse jusqu'à l'intersection	Avr-Nov.	7.19E-06	2.56E-07	4.49E-06	3.27E-04	4.24E-06	2.25E-07	5.00E-03	2.61E-05	2.87E-04	3.93E-04	4.62E-04	
		Déc-Mars	7.19E-06	2.56E-07	4.49E-06	3.27E-04	4.24E-06	2.25E-07	5.00E-03	2.61E-05	2.87E-04	3.93E-04	4.62E-04	
G2	Segment à partir de l'intersection vers le ROM pad	Avr-Nov.	3.40E-07	1.21E-08	2.12E-07	1.54E-05	2.00E-07	1.06E-08	2.36E-04	1.23E-06	1.35E-05	1.86E-05	2.18E-05	
		Déc-Mars	3.40E-07	1.21E-08	2.12E-07	1.54E-05	2.00E-07	1.06E-08	2.36E-04	1.23E-06	1.35E-05	1.86E-05	2.18E-05	
G3	Segment à partir de l'intersection jusqu'au point de chute à l'aire	Avr-Nov.	4.72E-06	1.68E-07	2.95E-06	2.14E-04	2.78E-06	1.47E-07	3.28E-03	1.72E-05	1.88E-04	2.58E-04	3.03E-04	
		Déc-Mars	4.72E-06	1.68E-07	2.95E-06	2.14E-04	2.78E-06	1.47E-07	3.28E-03	1.72E-05	1.88E-04	2.58E-04	3.03E-04	
G4	Chemin à partir de l'intersection et la halde à mort-terrain	Avr-Nov.	3.62E-07	1.29E-08	2.26E-07	1.64E-05	2.13E-07	1.13E-08	2.52E-04	1.31E-06	1.44E-05	1.98E-05	2.32E-05	
		Déc-Mars	3.62E-07	1.29E-08	2.26E-07	1.64E-05	2.13E-07	1.13E-08	2.52E-04	1.31E-06	1.44E-05	1.98E-05	2.32E-05	
G5	Segment à partir du ROM pad jusqu'au concentrateur	Avr-Nov.	1.23E-07	4.37E-09	7.67E-08	5.58E-06	7.24E-08	3.84E-09	8.54E-05	4.46E-07	4.90E-06	6.71E-06	7.88E-06	
		Déc-Mars	1.23E-07	4.37E-09	7.67E-08	5.58E-06	7.24E-08	3.84E-09	8.54E-05	4.46E-07	4.90E-06	6.71E-06	7.88E-06	

Taux d'émissions des métaux

Identification du tronçon	Période d'évaluation	Taux d'émission fugitive										
		Hg [1] [5]	Ni [2]	Pb [1] [5]	Se [1]	Th [1] [5]	Ti [2]	V [1] [5]	Zn [1]	SiO2 [3]	SiO2 [4] [5]	
N°	Description	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	
G1	Chemin emprunté dans la fosse jusqu'à l'intersection	Avr-Nov.	4.49E-07	1.34E-03	6.13E-06	7.55E-06	3.54E-06	5.18E-04	2.43E-04	2.49E-04	4.00E-03	3.33E-04
		Déc-Mars	4.49E-07	1.34E-03	6.13E-06	7.55E-06	3.54E-06	5.18E-04	2.43E-04	2.49E-04	4.00E-03	3.33E-04
G2	Segment à partir de l'intersection vers le ROM pad	Avr-Nov.	2.12E-08	6.31E-05	2.89E-07	3.57E-07	1.67E-07	2.44E-05	1.15E-05	1.18E-05	1.89E-04	1.57E-05
		Déc-Mars	2.12E-08	6.31E-05	2.89E-07	3.57E-07	1.67E-07	2.44E-05	1.15E-05	1.18E-05	1.89E-04	1.57E-05
G3	Segment à partir de l'intersection jusqu'au point de chute à l'aire	Avr-Nov.	2.95E-07	8.77E-04	4.02E-06	4.95E-06	2.33E-06	3.40E-04	1.59E-04	1.63E-04	2.62E-03	2.19E-04
		Déc-Mars	2.95E-07	8.77E-04	4.02E-06	4.95E-06	2.33E-06	3.40E-04	1.59E-04	1.63E-04	2.62E-03	2.19E-04
G4	Chemin à partir de l'intersection et la halde à mort-terrain	Avr-Nov.	2.26E-08	6.72E-05	3.08E-07	3.80E-07	1.78E-07	2.60E-05	1.22E-05	1.25E-05	2.01E-04	1.67E-05
		Déc-Mars	2.26E-08	6.72E-05	3.08E-07	3.80E-07	1.78E-07	2.60E-05	1.22E-05	1.25E-05	2.01E-04	1.67E-05
G5	Segment à partir du ROM pad jusqu'au concentrateur	Avr-Nov.	7.67E-09	2.28E-05	1.05E-07	1.29E-07	6.05E-08	8.84E-06	4.14E-06	4.25E-06	6.82E-05	5.69E-06
		Déc-Mars	7.67E-09	2.28E-05	1.05E-07	1.29E-07	6.05E-08	8.84E-06	4.14E-06	4.25E-06	6.82E-05	5.69E-06

[1] Émissions de PM_T x concentration du métal dans le matériel.

[2] Émissions de PM₁₀ x concentration du métal dans le matériel.

[3] Émissions de PM₁₀ x concentration de SiO₂ dans le matériel manipulé x 28% du SiO₂ en PM10 provenant des routes non pavées selon les résultats d'une étude (WSP, Modélisation des concentrations de silice cristalline CMGP – Projet d'extension de la mine aurifère Canadian Malartic, 2016).

[4] Émissions de PM₄ interpolées à partir des émissions de PM_{2,5} et PM₁₀ x concentration de SiO₂ dans le matériel manipulé x 10% du SiO₂ en PM₄ provenant des haldes selon l'étude de WSP (2016) (en marge de la vérification de la norme 1-an).

[5] Pour les métaux avec une norme annuelle, les taux d'émission de PM_T ou de PM₁₀ utilisés pour ces calculs sont basées sur les quantités moyennes quotidiennes de matériaux transportés et non les quantités moyennes quotidiennes majorées.

Inventaire des émissions de particules et métaux

Identification du tronçon	Période d'évaluation	Émissions totales annuelles												
		PMT	PM10	PM2.5	Sb	Ag	As	Ba	Be	Cd	Cr3+	Cr6+		
N°	Description	t/a	t/a	t/a	kg/a									
G1	Chemin emprunté dans la fosse jusqu'à l'intersection	Avr-Nov.	227	60	6	0	0	0	7	0	0	105	1	6
		Déc-Mars	113	30	3	0	0	0	3	0	0	52	0	3
G2	Segment à partir de l'intersection vers le ROM pad	Avr-Nov.	11	3	0	0	0	0	0	0	5	0	0	
		Déc-Mars	5	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
G3	Segment à partir de l'intersection jusqu'au point de chute à l'aire	Avr-Nov.	149	39	4	0	0	0	5	0	0	69	0	4
		Déc-Mars	74	20	2	0	0	0	2	0	0	34	0	2
G4	Chemin à partir de l'intersection et la halde à mort-terrain	Avr-Nov.	11	3	0	0	0	0	0	0	5	0	0	
		Déc-Mars	6	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	
G5	Segment à partir du ROM pad jusqu'au concentrateur	Avr-Nov.	4	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
		Déc-Mars	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	

Inventaire des émissions de particules et métaux

Identification du tronçon		Période d'évaluation	Émissions totales annuelles										
N°	Description		Cu	Mn	Hg	Ni	Pb	Se	Th	Ti	V	Zn	SiO2
		kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a
G1	Chemin emprunté dans la fosse jusqu'à l'intersection	Avr-Nov.	8	37	0	106	0	0	0	41	5	5	318
		Déc-Mars	4	18	0	53	0	0	0	20	3	3	158
G2	Segment à partir de l'intersection vers le ROM pad	Avr-Nov.	0	2	0	5	0	0	0	2	0	0	15
		Déc-Mars	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	7
G3	Segment à partir de l'intersection jusqu'au point de chute à l'aire	Avr-Nov.	5	24	0	70	0	0	0	27	3	3	209
		Déc-Mars	3	12	0	35	0	0	0	13	2	2	104
G4	Chemin à partir de l'intersection et la halde à mort-terrain	Avr-Nov.	0	2	0	5	0	0	0	2	0	0	16
		Déc-Mars	0	1	0	3	0	0	0	1	0	0	8
G5	Segment à partir du ROM pad jusqu'au concentrateur	Avr-Nov.	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	5
		Déc-Mars	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3

Paramètres pour la déposition sèche

N°	Description	Diamètre moyen (um)	Fraction de masse par diamètre			Densité (g/cm ³)	NOTE
			1.25	6.25	20		
G1	Chemin emprunté dans la fosse jusqu'à l'intersection	3%	24%	74%	2.90	1	
G2	Segment à partir de l'intersection vers le ROM pad	3%	24%	74%	2.90	1	
G3	Segment à partir de l'intersection jusqu'au point de chute à l'aire d'accumulation	3%	24%	74%	2.90	1	
G4	Chemin à partir de l'intersection et la halde à mort-terrain	3%	24%	74%	2.90	1	
G5	Segment à partir du ROM pad jusqu'au concentrateur	3%	24%	74%	2.90	1	

[1] Les chemins miniers seront faits de stériles concassés.

Camions de livraison

Modèles: US EPA AP-42 Section 13.2.1 - Paved Road, Novembre 2006

US EPA AP-42 Section 13.2.2 - Unpaved Road, Janvier 2011

Routes industrielles

Routes publiques non pavées

Routes pavées

$$FE = 281,9 \times k \times \left(\frac{s}{12}\right)^a \times \left(\frac{W}{3}\right)^{-b} \times (\text{Route})^d \quad (\text{Route})^c \times (1 - \% \text{ EC})$$

FE: Facteur d'émission (g/VKT)

281.9: Facteur de conversion de lb/VMT à g/VKT

s : Teneur en silt de la surface de la route (%)

W: Masse moyenne (en tons) des véhicules

k, a, b, c et d: constantes empiriques

%EC: Efficacité de contrôle des émissions

S: Vitesse de circulation des camions sur la route (miles/hr)

M: Humidité du matériel composant la route (%)

Routes industrielles				Routes publiques non pavées			Routes pavées			
Constantes	PM _T	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM _T	PM ₁₀	PM _{2,5}	PM _T	PM ₁₅	PM ₁₀	PM _{2,5}
k (lb/miles)	4.9	1.5	0.15	6	1.8	0.18	0.011	0.0027	0.0022	0.00054
a	0.7	0.9	0.9	1	1	1	---	---	---	---
b	0.45	0.45	0.45	---	---	---	---	---	---	---
c	---	---	---	0.3	0.2	0.2	---	---	---	---
d	---	---	---	0.3	0.5	0.5	---	---	---	---

Spécifications techniques et facteurs d'émissions de particules de routes

Identification du troncon					Camion b-train						Période d'évaluation		Facteurs d'émission - routes			
N°	Description	Longueur	Silt [1]	Humidité [2]	Masse vide	Charge utile	Charge [3]	Masse pond.	Vitesse	Distance [4]	Mois	Att.	PMT	PM15	PM10	PM2,5
H1	Route industrielle à la mine	1.94	5.8	---	22.7	40	50%	47.1	---	35	Avr. - Nov.	89%	315	---	83	8
		1.94	5.8	---	22.7	40	50%	47.1	---	35	Déc. - Mars	89%	315	---	83	8
H2	Route publique non pavée (Preissac et Sablière)	8.26	4.3	0.5	22.7	40	50%	---	31	147	Avr. - Nov.	75%	153	---	19	5
		8.26	4.3	0.5	22.7	40	50%	---	31	147	Déc. - Mars	85%	92	---	12	3
H3	Route pavée (Pressac + Route 109)	3.02	0.2	---	22.7	40	50%	47.1	---	54	Avr. - Nov.	0%	36	9	7	2
		3.02	0.6	---	22.7	40	50%	47.1	---	54	Déc. - Mars	0%	99	24	20	5

[1] Selon US EPA AP-42 (industrielle: tableau 13.2.2-1 - taconite mining and processing - haul road to/from pit; publique non pavée: tableau 13.2.2-1 – taconite mining and processing – service road; pavé: tableau 13.2.1-2)

[2] Selon US EPA AP-42 (section 13.2.2)

[3] Camion plein à l'aller et retour vide à la mine.

[4] Correspond à la longueur du tronçon x le nombre de livraisons par jour en moyenne pendant l'année 6 (122 181 t/a / 40 t/livraison / 365 jr/a) x 2 (aller-retour).

Facteurs d'émissions de moteurs

Identification du troncon		Période d'évaluation	Facteurs d'émission - moteur						
N°	Description		g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km [3]	
H1	Route industrielle à la mine	Avr. - Nov.	0.072	0.072	0.020	0.568	0.175	0.012	0.038
		Déc. - Mars	0.072	0.072	0.020	0.568	0.175	0.012	0.038
H2	Route publique non pavée (Preissac et Sablière)	Avr. - Nov.	0.072	0.072	0.020	0.568	0.175	0.012	0.038
		Déc. - Mars	0.072	0.072	0.020	0.568	0.175	0.012	0.038
H3	Route pavée (Pressac + Route 109)	Avr. - Nov.	0.072	0.072	0.020	0.568	0.175	0.012	0.038
		Déc. - Mars	0.072	0.072	0.020	0.568	0.175	0.012	0.038

[1] Facteurs d'émission développés à partir du modèle de l'US EPA MOVES 2014 pour des camions de type b-train (*combination long-haul truck*) de fabrication récente (2017) roulant à 80 km/h.

[2] Hypothèse: 15 ppm S dans diesel; densité: 0.85 kg/L; taux de consommation diesel de 0,018 L par tonne-km payantes (soit 50 g CO₂e/t-km / 2730 t CO₂e/L diesel) pour des camions livrant plein mais revenant vide au point d'origine; chargement de 40 t de concentré

[3] Applicable pour les km payantes seulement (km à l'aller).

Taux d'émissions de particules et gaz de moteur

Identification du tronçon		Période d'évaluation	Taux d'émission fugitives			Taux d'émission de moteurs					
N°	Description		PMT	PM10	PM2.5	PMT	PM10	PM2.5	NOx	CO	SO2
			g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s
H1	Route industrielle à la mine	Avr. - Nov.	0.126	0.033	0.003	2.88E-05	2.88E-05	7.87E-06	2.28E-04	7.03E-05	2.46E-06
		Déc. - Mars	0.126	0.033	0.003	2.88E-05	2.88E-05	7.87E-06	2.28E-04	7.03E-05	2.46E-06
H2	Route publique non pavée (Preissac et Sablière)	Avr. - Nov.	0.262	0.033	0.008	1.23E-04	1.23E-04	3.35E-05	9.69E-04	2.99E-04	1.05E-05
		Déc. - Mars	0.157	0.020	0.005	1.23E-04	1.23E-04	3.35E-05	9.69E-04	2.99E-04	1.05E-05
H3	Route pavée (Pressac + Route 109)	Avr. - Nov.	0.023	0.005	0.001	4.49E-05	4.49E-05	1.22E-05	3.54E-04	1.09E-04	3.83E-06
		Déc. - Mars	0.062	0.012	0.003	4.49E-05	4.49E-05	1.22E-05	3.54E-04	1.09E-04	3.83E-06

Taux d'émissions de métaux

Identification du tronçon		Période d'évaluation	Taux d'émission fugitive										
N°	Description		Sb [1]	Ag [1]	As [1]	Ba [1]	Be [1]	Cd [1]	Cr3+ [1]	Cr6+ [1]	Co [1]	Cu [1]	Mn [2]
			g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s
H1	Route industrielle à la mine	Avr. - Nov.	1.01E-07	3.60E-09	6.32E-08	4.60E-06	5.96E-08	3.16E-09	7.03E-05	3.68E-07	4.03E-06	4.61E-06	6.49E-06
		Déc. - Mars	1.01E-07	3.60E-09	6.32E-08	4.60E-06	5.96E-08	3.16E-09	7.03E-05	3.68E-07	4.03E-06	4.61E-06	6.49E-06
H2	Route publique non pavée (Preissac et Sablière)	Avr. - Nov.	2.09E-07	6.55E-08	3.25E-06	1.81E-05	3.93E-07	3.67E-07	2.63E-05	1.38E-07	8.36E-06	1.20E-05	4.30E-05
		Déc. - Mars	1.26E-07	3.93E-08	1.95E-06	1.09E-05	2.36E-07	2.20E-07	1.58E-05	8.25E-08	5.01E-06	7.23E-06	2.58E-05
H3	Route pavée (Pressac + Route 109)	Avr. - Nov.	1.82E-08	5.69E-09	2.82E-07	1.57E-06	3.41E-08	3.18E-08	2.29E-06	1.19E-08	7.26E-07	1.05E-06	5.94E-06
		Déc. - Mars	4.94E-08	1.55E-08	7.66E-07	4.27E-06	9.27E-08	8.65E-08	6.21E-06	3.25E-08	1.97E-06	2.84E-06	1.61E-05

Taux d'émissions de métaux

Identification du tronçon		Période d'évaluation	Taux d'émission fugitive									
N°	Description		Hg [1]	Ni [2]	Pb [1]	Se [1]	Th [1]	Ti [2]	V [1]	Zn [1]	SiO2 [3]	SiO2 [4]
			g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s
H1	Route industrielle à la mine	Avr. - Nov.	6.32E-09	1.57E-05	8.62E-08	8.85E-08	4.99E-08	6.07E-06	3.41E-06	2.92E-06	4.68E-05	4.68E-06
		Déc. - Mars	6.32E-09	1.57E-05	8.62E-08	8.85E-08	4.99E-08	6.07E-06	3.41E-06	2.92E-06	4.68E-05	4.68E-06
H2	Route publique non pavée (Preissac et Sablière)	Avr. - Nov.	2.62E-08	2.80E-06	1.41E-05	1.83E-07	1.03E-07	5.98E-06	7.07E-06	2.80E-05	1.72E-03	3.96E-04
		Déc. - Mars	1.57E-08	1.68E-06	8.48E-06	1.10E-07	6.20E-08	3.59E-06	4.24E-06	1.68E-05	9.89E-05	2.37E-04
H3	Route pavée (Pressac + Route 109)	Avr. - Nov.	2.27E-09	3.87E-07	1.23E-06	1.59E-08	8.97E-09	8.25E-07	6.14E-07	2.43E-06	2.27E-05	5.52E-05
		Déc. - Mars	6.18E-09	1.05E-06	3.34E-06	4.33E-08	2.44E-08	2.24E-06	1.67E-06	6.61E-06	6.18E-05	1.50E-04

[1] Émissions de PMT x concentration du métal dans le matériel.

[2] Émissions de PM10 x concentration du métal dans le matériel.

[3] Pour H1, les émissions de PM10 x concentration de SiO2 dans le matériel de surface x 28% du SiO2 en PM10 provenant des routes non pavées selon les résultats d'une étude (WSP, Modélisation des concentrations de silice cristalline CMGP – Projet d'extension de la mine aurifère Canadian Malartic, 2016). Pour H2 et H3, les émissions de silice cristalline basé sur un pourcentage de 5,22% de SiO2 dans les PM10 pour les routes non pavées selon ECCC et Santé Canada (2013) "Screening Assessment for the Challenge -Quartz; table 4".

[4] Émissions de PM4 interpolées à partir des émissions de PM2.5 et PM10 x (pour H1: concentration de SiO2 dans le matériel manipulé x 10% du SiO2 en PM4 provenant des haldes selon l'étude de WSP (2016) et pour H2 et H3: 3,1% de SiO2 dans les PM4 en fonction des données d'ECCC et Santé Canada pour les routes non pavées (5,22% dans les PM10 et 2,52% dans les PM2.5)).

Inventaire des émissions de particules et gaz de moteur

Identification du tronçon		Période d'évaluation	Émissions totales annuelles - fugitives			Émissions totales annuelles - moteurs					
N°	Description		PMT	PM10	PM2.5	PMT	PM10	PM2.5	NOx	CO	SO2
		kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	
H1	Route industrielle à la mine	Avr. - Nov.	2 665	705	71	1	1	0	5	1	0
		Déc. - Mars	1 310	347	35	0	0	0	2	1	0
		Jan. - Déc.	3 975	1 052	105	1	1	0	7	2	0
H2	Route publique non pavée (Preissac et Sablière)	Avr. - Nov.	5 520	695	167	3	3	1	20	6	0
		Déc. - Mars	1 629	205	49	1	1	0	10	3	0
		Jan. - Déc.	7 149	900	216	4	4	1	30	9	0
H3	Route pavée (Pressac + Route 109)	Avr. - Nov.	479	96	24	1	1	0	7	2	0
		Déc. - Mars	641	128	31	0	0	0	4	1	0
		Jan. - Déc.	1 120	224	55	1	1	0	11	3	0

Inventaire des émissions de métaux

Identification du tronçon		Période d'évaluation	Émissions totales annuelles									
N°	Description		Sb	Ag	As	Ba	Be	Cd	Cr3+	Cr6+	Co	Cu
		g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a
H1	Route industrielle à la mine	Avr. - Nov.	2	0	1	97	1	0	1 483	8	85	97
		Déc. - Mars	1	0	1	48	1	0	729	4	42	48
		Jan. - Déc.	3	0	2	145	2	0	2 212	12	127	145
H2	Route publique non pavée (Preissac et Sablière)	Avr. - Nov.	4	1	68	382	8	8	555	3	176	254
		Déc. - Mars	1	0	20	113	2	2	164	1	52	75
		Jan. - Déc.	6	2	89	494	11	10	718	4	228	329
H3	Route pavée (Pressac + Route 109)	Avr. - Nov.	0	0	6	33	1	1	48	0	15	22
		Déc. - Mars	1	0	8	44	1	1	64	0	20	29
		Jan. - Déc.	1	0	14	77	2	2	113	1	36	52

Inventaire des émissions de métaux

Identification du tronçon		Période d'évaluation	Émissions totales annuelles									
N°	Description		Mn	Hg	Ni	Pb	Se	Th	Ti	V	Zn	SiO2
		g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a	g/a
H1	Route industrielle à la mine	Avr. - Nov.	517	0	1 247	2	2	1	483	72	62	13 323
		Déc. - Mars	254	0	613	1	1	1	238	35	30	6 552
		Jan. - Déc.	771	0	1 861	3	3	2	721	107	92	19 876
H2	Route publique non pavée (Preissac et Sablière)	Avr. - Nov.	7 203	1	469	298	4	2	1 001	149	591	288 138
		Déc. - Mars	2 126	0	138	88	1	1	295	44	174	85 024
		Jan. - Déc.	9 329	1	608	386	5	3	1 296	193	765	373 162
H3	Route pavée (Pressac + Route 109)	Avr. - Nov.	626	0	41	26	0	0	87	13	51	25 029
		Déc. - Mars	836	0	54	35	0	0	116	17	69	33 451
		Jan. - Déc.	1 462	0	95	60	1	0	203	30	120	58 480

Paramètres pour la déposition sèche

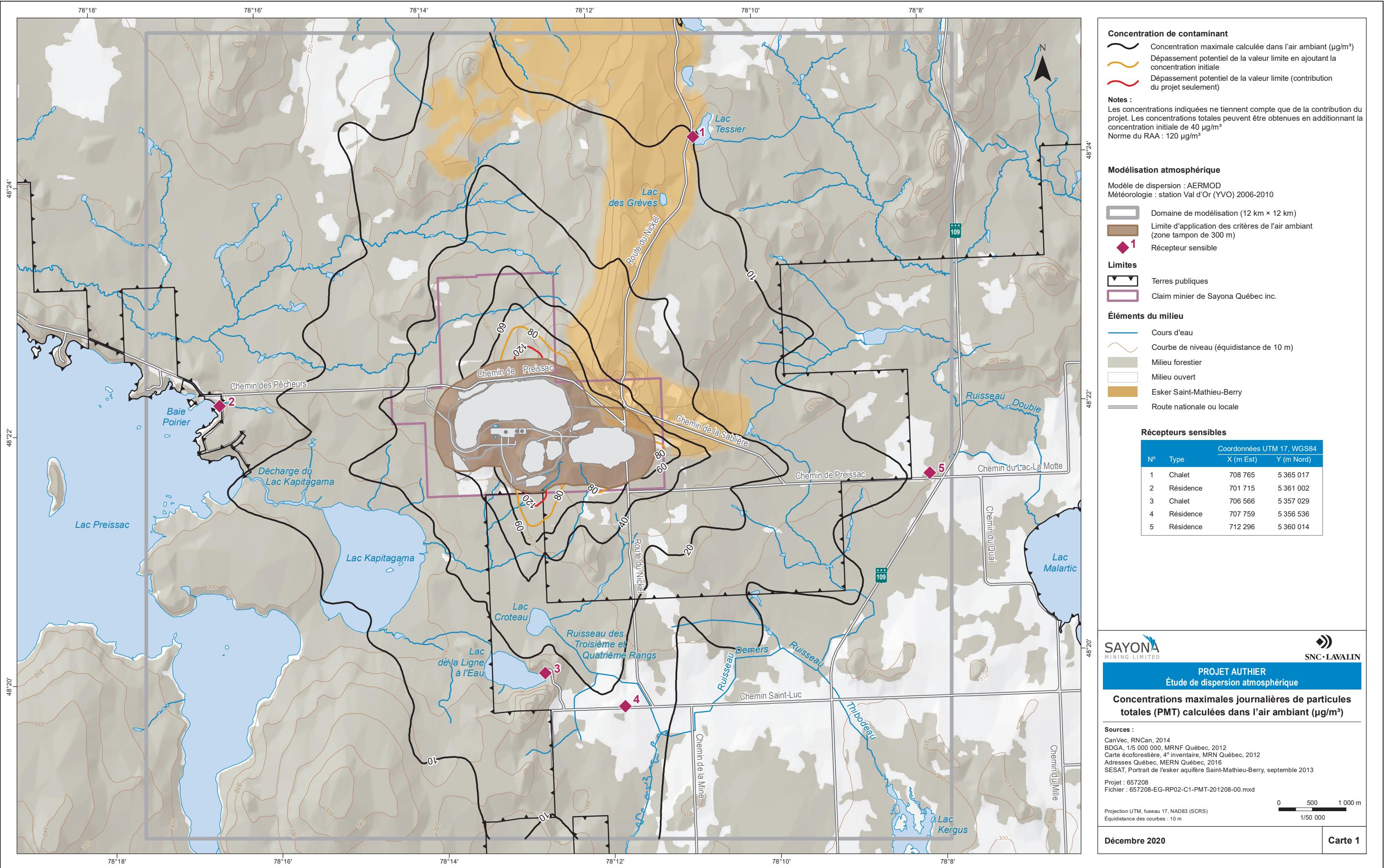
N°	Description	Fraction de masse par diamètre					Densité (g/cm ³)	NOTE
		1.25	6.25	12.5	20	22.5		
H1	Route industrielle à la mine	3%	24%	---	74%	---	2.90	1
H2	Route publique non pavée (Preissac et Sablière)	3%	10%	---	87%	---	2.60	2
H3	Route pavée (Pressac + Route 109)	5%	15%	5%	---	75%	2.60	2

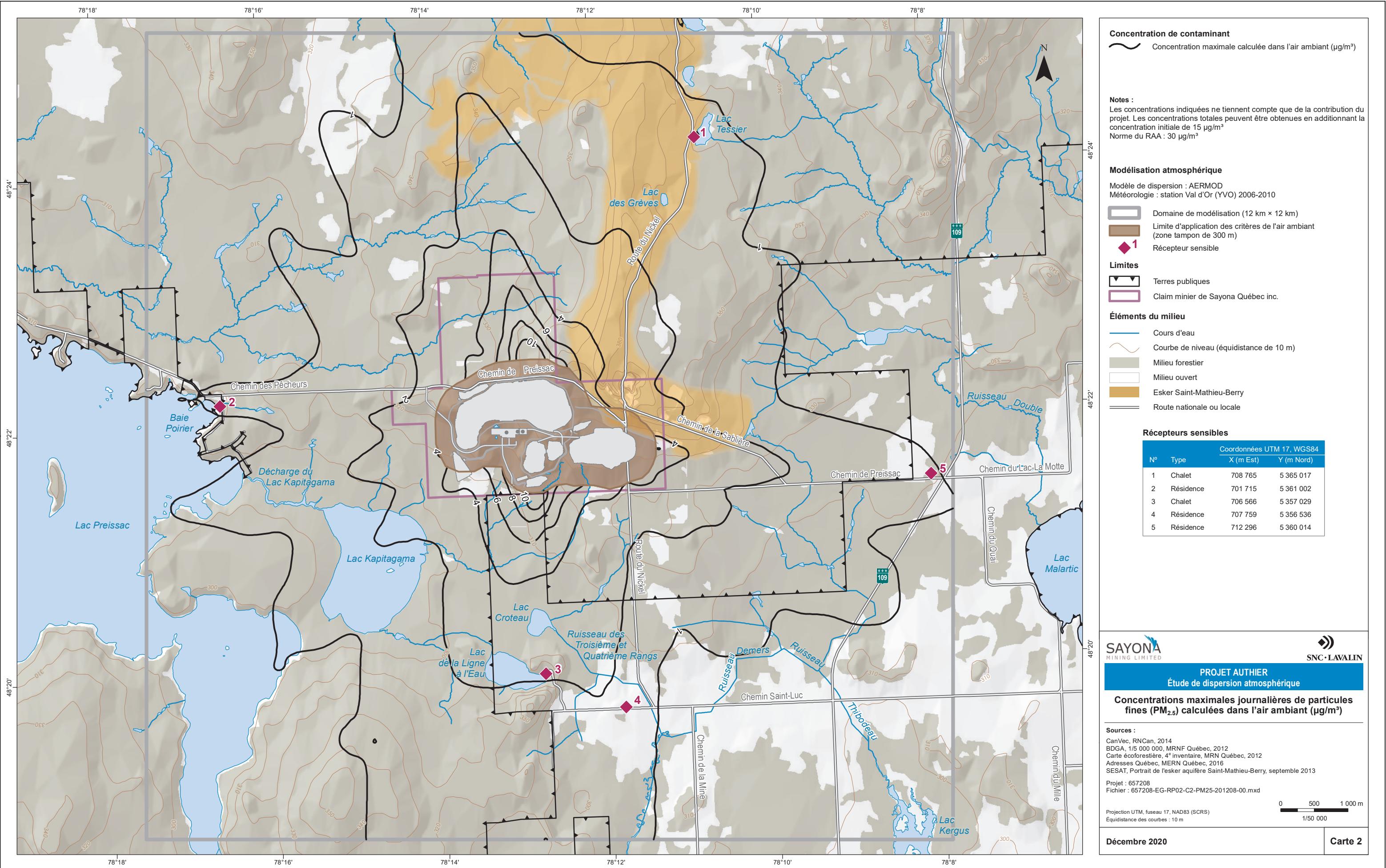
[1] Les chemins miniers seront faits de stériles concassés.

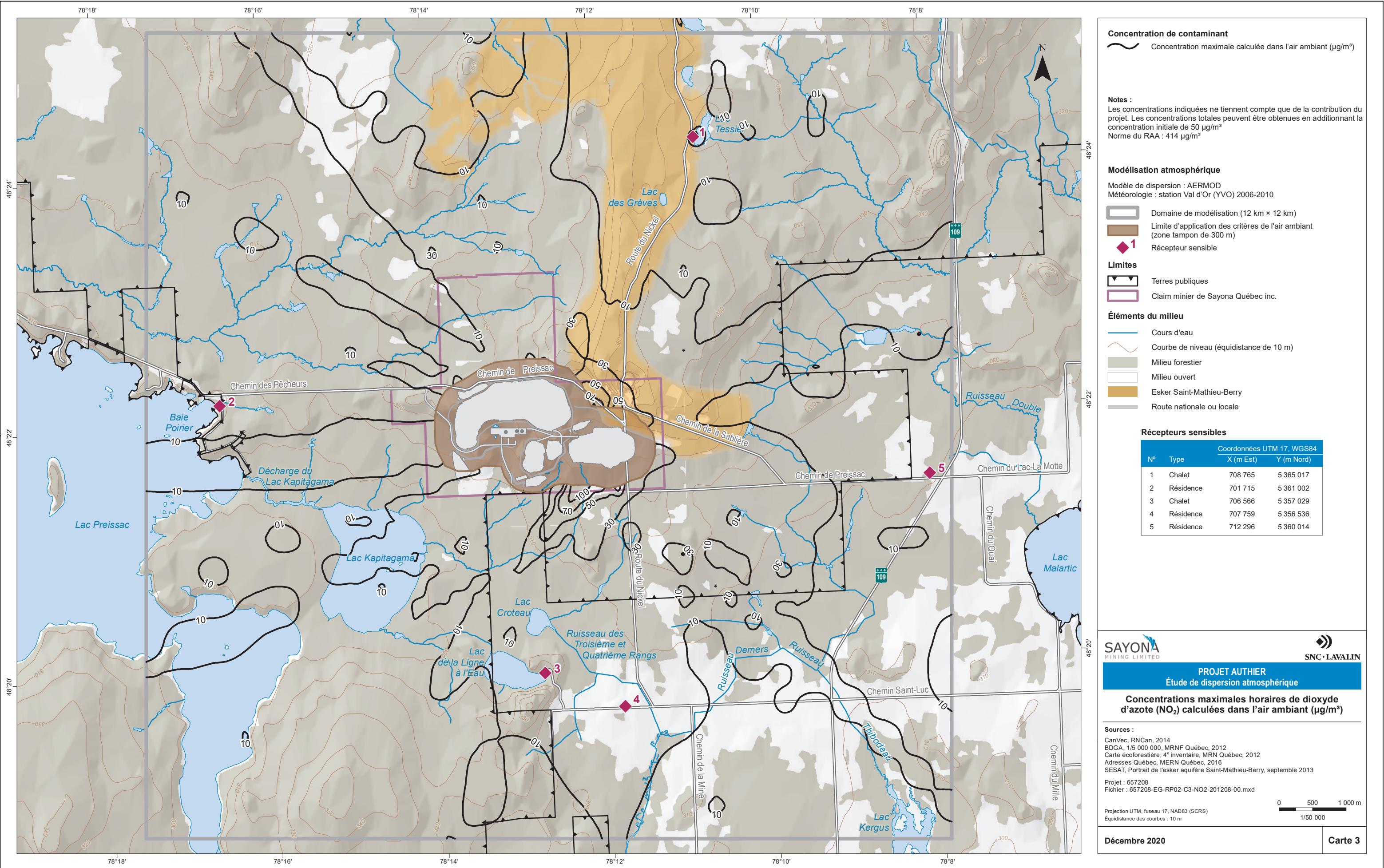
[2] Les routes publiques sont typiquement recouvertes d'agrégats (sable, gravier, sol inorganique) dont la densité de particules oscillent entre 2,6 et 2,8 g/cm³ (US Department of Army, Material Testing, #FM5-472)

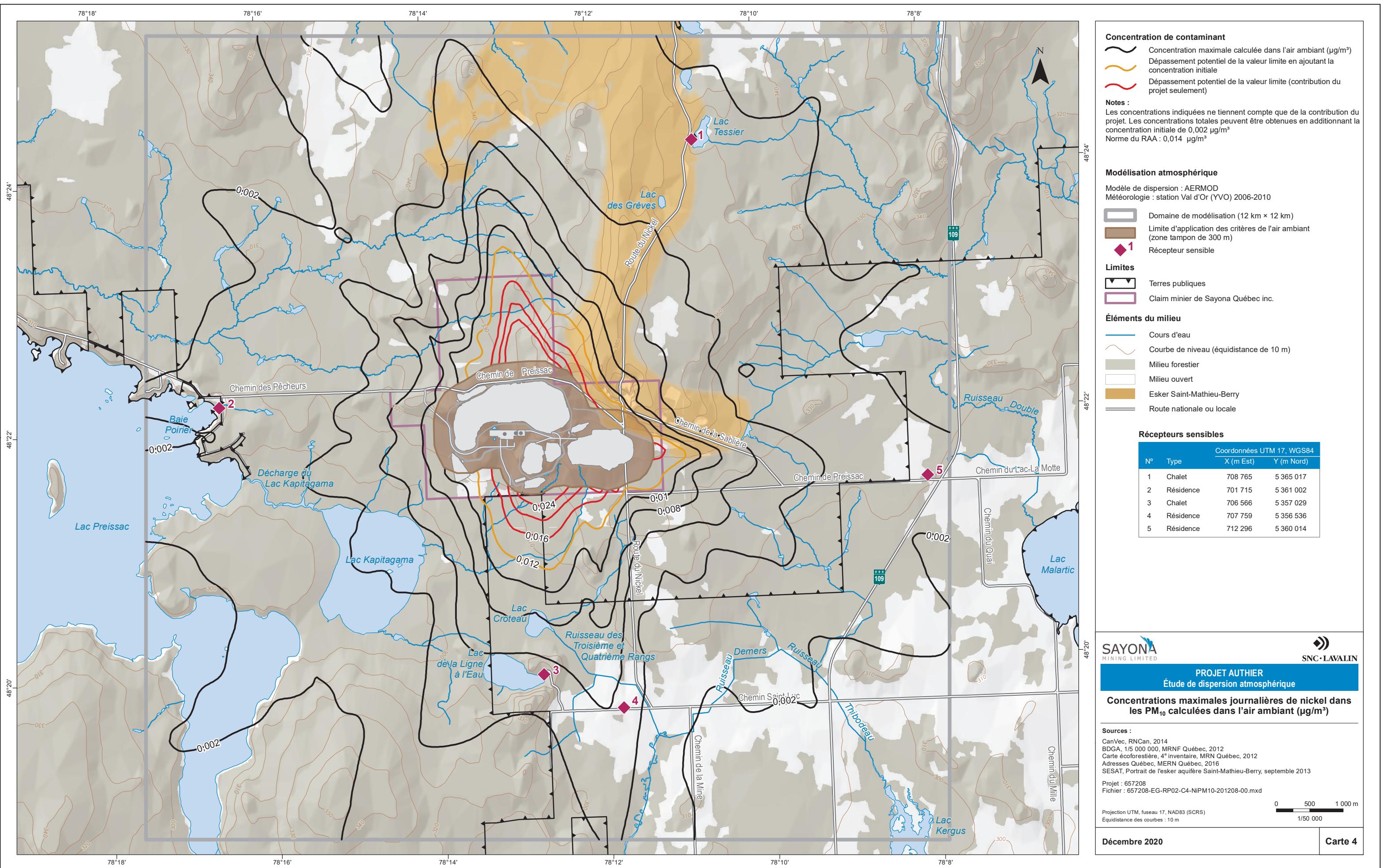
Annexe C

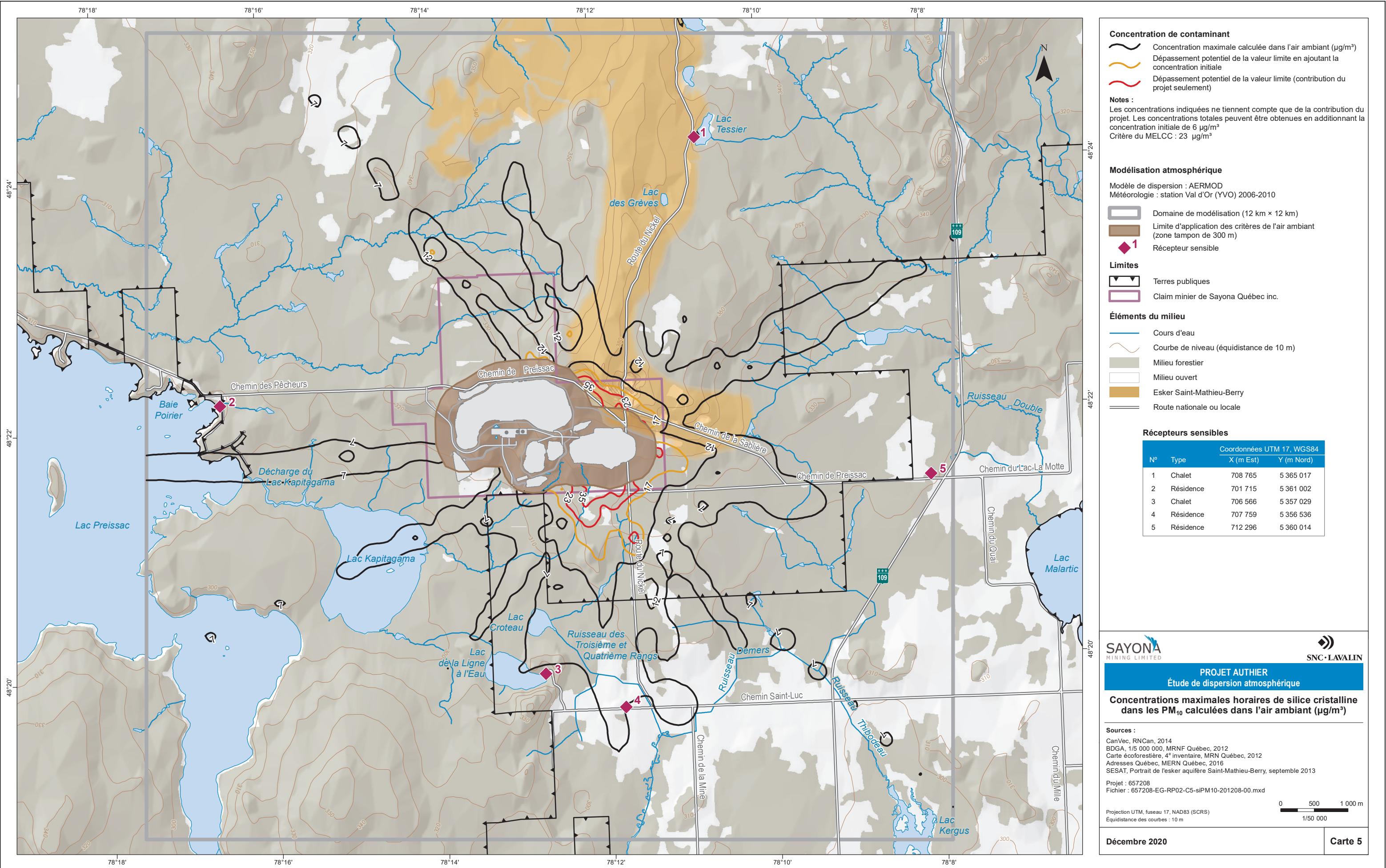
Cartes

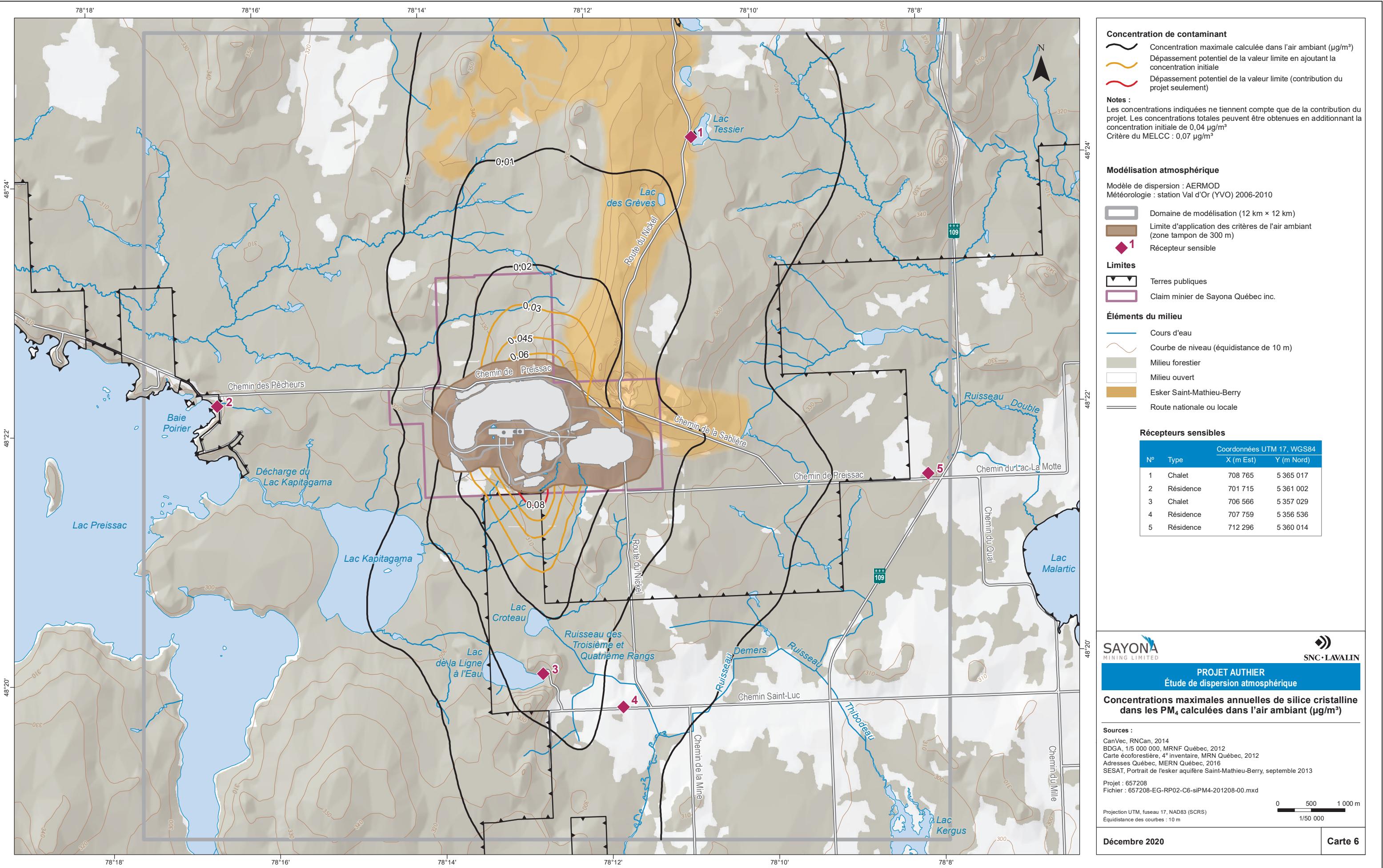












Annexe D

Devis de modélisation

Devis de modélisation de la dispersion atmosphérique dans le cadre du projet Authier Lithium

Sayona Québec inc.



Environnement et géosciences

26 | 10 | 2018

Rapport
Ref. Interne 657208-SLQA-RP01-00_Devis



Devis de modélisation de la dispersion atmosphérique dans le cadre du projet Authier Lithium

Rapport | Confidentiel

Sayona Québec inc.

1400 – 1501, av. McGill College
Montréal (Québec) H3A 3M8

Simon Piché, ing., Ph. D.
Qualité de l'air
Environnement et géosciences

Niloofar Sokhandan, M.Sc.
Spécialiste en dispersion atmosphérique
Environnement et géosciences

Jenny Vieira, ing.
Directrice adjointe, Qualité de l'air
Environnement et géosciences

N/Dossier n° : 657208
N/Document n° : 657208-SLQA-RP01-00_Devis

Octobre 2018

V:\Projets\657208-Sayona-Etude_air_bruit\5_Livrables\5.3_RappFinal\Montage\657208-SLQA-RP01-00.docx



AVIS

Le présent rapport a été préparé, et les travaux qui y sont mentionnés ont été réalisés par SNC-Lavalin GEM Québec inc. (SNC-Lavalin), exclusivement à l'intention de **Sayona Québec inc.** (le Client), qui a été partie prenante à l'élaboration de l'énoncé des travaux et en comprend les limites. La méthodologie, les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport sont fondés uniquement sur l'énoncé des travaux et assujettis aux exigences en matière de temps et de budget, telles que décrites dans l'offre de services et/ou dans le contrat en vertu duquel le présent rapport a été produit. L'utilisation de ce rapport, le recours à ce dernier ou toute décision fondée sur son contenu par un tiers est la responsabilité exclusive de ce dernier. SNC-Lavalin n'est aucunement responsable de tout dommage subi par un tiers du fait de l'utilisation de ce rapport ou de toute décision fondée sur son contenu.

Les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport (i) ont été élaborés conformément au niveau de compétence normalement démontré par des professionnels exerçant des activités dans des conditions similaires de ce secteur, et (ii) sont déterminés selon le meilleur jugement de SNC-Lavalin en tenant compte de l'information disponible au moment de la préparation du présent rapport. Les services professionnels fournis au Client et les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport ne font l'objet d'aucune autre garantie, explicite ou implicite. Les conclusions et les résultats cités au présent rapport sont valides uniquement à la date du rapport et peuvent être fondés, en partie, sur de l'information fournie par des tiers. En cas d'information inexacte, de la découverte de nouveaux renseignements ou de changements aux paramètres du projet, des modifications au présent rapport pourraient s'avérer nécessaires.

Le présent rapport doit être considéré dans son ensemble, et ses sections ou ses parties ne doivent pas être vues ou comprises hors contexte. Si des différences venaient à se glisser entre la version préliminaire (ébauche) et la version définitive de ce rapport, cette dernière prévaudrait. Rien dans ce rapport n'est mentionné avec l'intention de fournir ou de constituer un avis juridique.

SNC-Lavalin décline en outre toute responsabilité envers le Client et les tiers en ce qui a trait à l'utilisation (publication, renvoi, référence, citation ou diffusion) de tout ou partie du présent document, ainsi que toute décision prise ou action entreprise sur la foi dudit document. Le contenu du présent rapport est confidentiel et exclusif. Il est interdit à toute personne autre que le Client de copier, de distribuer, d'utiliser ou de prendre toute décision ou mesure sur la foi des renseignements contenus dans le présent rapport, en tout ou en partie, sans l'autorisation expresse écrite du Client et de SNC-Lavalin GEM Québec inc.

Table des matières

1	Introduction	1
1.1	Aperçu du projet	1
1.2	Objectif du mandat	1
2	Description générale du projet	3
2.1	Localisation et aménagement extérieur	5
2.2	Scénario de production retenu pour la modélisation	7
3	Estimation des émissions atmosphériques	10
3.1	Machinerie lourde	11
3.2	Boutage et nivelage du matériel	12
3.3	Transfert de matériel	13
3.4	Érosion éolienne	14
3.5	Forage	14
3.6	Sautage	15
3.7	Concassage et tamisage	16
3.8	Transport minier	16
3.9	Livraison du concentré	18
4	Modélisation de la dispersion atmosphérique	29
4.1	Modèle de dispersion et options	29
4.2	Domaine de modélisation, topographie et récepteurs	29
4.3	Météorologie	34
4.3.1	Données météorologiques	34
4.3.2	Traitement des données	37
4.3.3	Rose des vents	38
4.3.4	Paramètres de surface	39
4.4	Normes et critères de qualité de l'atmosphère et concentrations initiales	44
4.5	Effets de sillage des bâtiments	46
4.6	Caractéristiques des sources d'émissions atmosphériques	46
5	Présentation des résultats	49

Liste des tableaux

Tableau 1	Plan d'exploitation de la mine (bleu : quantité utilisée pour le scénario de modélisation)	4
Tableau 2	Sources d'émissions incluses	8
Tableau 3	Sources d'émissions potentielles exclues	9
Tableau 4	Composition des différents matériaux manipulés	11
Tableau 5	Facteurs d'émission des moteurs diesels de la machinerie lourde	20
Tableau 6	Facteurs d'émission associés au boutage ou nivelage de matériel au sol	21
Tableau 7	Facteurs d'émission fugitive lors du transfert du matériel	22
Tableau 8	Facteurs d'émission fugitive associés à l'érosion éolienne	23
Tableau 9	Facteurs d'émission fugitive associés au forage de production	24
Tableau 10	Facteurs d'émission fugitive associés au sautage	24
Tableau 11	Facteurs d'émission associés aux activités de concassage et de tamisage	25
Tableau 12	Facteurs d'émission fugitive des routes minières	26
Tableau 13	Facteurs d'émission des camions de livraison du concentré sur le segment non pavé industriel	27
Tableau 14	Facteurs d'émission des camions de livraison du concentré sur le segment non pavé public	27
Tableau 15	Facteurs d'émission des camions de livraison du concentré sur le segment pavé	28
Tableau 16	Liste des récepteurs sensibles	30
Tableau 17	Sommaire des observations météorologiques horaires manquantes à la station de l'aéroport de Val-d'Or	35
Tableau 18	Liste des stations météorologiques et paramètres utilisés (2006 à 2010)	36
Tableau 19	Paramètres de surface par saison et par type de couverture du sol	43
Tableau 20	Paramètres de surface utilisés dans le modèle météorologique	44
Tableau 21	Normes (critères) de qualité de l'atmosphère et concentrations initiales	45

Tableau 22	Caractéristiques des sources fixes	46
Tableau 23	Caractéristiques des sources volumiques représentant des segments de route	46
Tableau 24	Caractéristiques des sources volumiques autres que les segments routiers.....	47
Tableau 25	Caractéristiques des sources surfaciques	47
Tableau 26	Paramètres pour la déposition sèche des particules	48

Liste des figures

Figure 1	Localisation du projet	6
Figure 2	Domaine de modélisation, topographie et récepteurs.....	31
Figure 3	Identification des sources d'émissions	32
Figure 4	Identification des sources d'émissions - Segments de route	33
Figure 5	Localisation des bâtiments et hauteurs correspondantes	33
Figure 6	Rose des vents – Aéroport de Val-d'Or (2006-2010).....	38
Figure 7	Rose des vents – Aéroport de Rouyn-Noranda (2006-2010).....	39
Figure 8	Carte de couverture du sol sur un domaine de 10 x 10 km centré sur le site de la station météorologique de l'aéroport de Val-d'Or	41
Figure 9	Définition des secteurs dans un rayon de 1 km de la station météorologique de Val-d'Or utilisés pour l'estimation de la rugosité de la surface.....	42

Liste des annexes

Annexe A

Taux d'émission des contaminants à l'étude

Liste des abréviations

AERMET	American Meteorological Society and Environmental Protection Agency Regulatory Meteorological Preprocessor
AERMAP	AERMOD Terrain Preprocessor
AERMOD	American Meteorological Society and Environmental Protection Agency Regulatory Air Dispersion Model
BPIP	Building Profile Input Program
CA	Certificat d'autorisation
COV	Composés organiques volatils
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
GES	Gaz à effet de serre
HC	Hydrocarbures totaux
INRP	Inventaire national des rejets de polluants
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MFFP	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
NOAA	National Oceanographic and Atmospheric Administration
RAA	Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère
RDOCECA	Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère
US EPA	United States Environmental Protection Agency
UTC	Universal Time Coordinated
UTM	Universal Transverse Mercator

1 Introduction

Sayona Québec Inc. (Sayona) pilote un projet de mise en œuvre d'une nouvelle mine à ciel ouvert (projet Authier) visant l'extraction d'un minerai de pegmatite à spodumène destiné pour le marché du lithium. En vertu de l'article 22 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*, un certificat d'autorisation (CA) du projet est requis de la part du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) pour ce type de projet. La demande de CA doit alors inclure une étude décrivant l'impact des émissions de contaminants atmosphériques générés par le projet minier sur la qualité de l'air.

Sayona a mandaté SNC-Lavalin GEM Québec inc. (SNC-Lavalin) afin de réaliser cette étude de modélisation de la dispersion atmosphérique selon les prescriptions établies dans le Guide d'instructions « Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques – Projets miniers » du MDDELCC (ci-après « Guide d'instructions »), daté de février 2017. Le promoteur du projet et le responsable du dossier en lien à cette étude sont :

SAYONA QUÉBEC INC.
1400 – 1501, av. McGill College
Montréal (Québec) H3A 3M8

Responsables du dossier chez Sayona

Mme Ann Lamontagne
Directrice de l'environnement
Téléphone : 418-928-9028
Courriel : al@sayonamining.com.au

1.1 Aperçu du projet

Le projet Authier consiste à la mise en service d'installations pour l'extraction du gisement de spodumène dans une fosse à ciel ouvert, située à La Motte dans la région administrative de l'Abitibi-Témiscamingue, à environ 45 km au nord-ouest de la ville de Val-d'Or et à 15 km au nord de la municipalité de Rivière-Héva. Le site minier proposé est situé aux coordonnées géodésiques suivantes : UTM 5 361 360 mN, 706 725 mE (NAD83 - Zone 17).

Sayona estime les réserves minérales du gisement à 12 100 000 tonnes métriques (prouvées et probables) en spodumène contenant en moyenne 1,00 % d'oxyde de lithium (Li_2O). La durée de vie est estimée à 19 ans avec un taux d'extraction moyen de 1 750 tonnes métriques par jour (0,64 Mt/a). Le minerai de pegmatite extrait de la fosse sera concentré sur place en passant par une unité de concassage et de concentration (broyage humide, séparation magnétique, flottation / épaississement / filtration) produisant en moyenne 87 400 tonnes de concentrés (6 % Li_2O) par année (1,66 Mt sur la durée de vie du projet).

1.2 Objectif du mandat

Le présent document est un devis de modélisation de la dispersion atmosphérique qui vise à présenter les informations et hypothèses utilisées pour dresser l'inventaire des émissions atmosphériques et réaliser l'étude de dispersion atmosphérique. Celle-ci traitera d'un scénario en phase d'exploitation considérant l'ensemble des activités et phénomènes générateurs d'émission de contaminants.

Ce document, préparé pour approbation par le MDDELCC, comporte cinq sections incluant la présente introduction. La section 2 présente un bref survol du projet minier et du scénario d'exploitation retenu pour l'étude. La section 3 présente les sources d'émissions, les contaminants et les taux d'émission de contaminants. La section 4 présente la méthodologie de modélisation de la dispersion atmosphérique, les caractéristiques des sources d'émission ainsi que les normes et critères de qualité de l'atmosphère applicables pour chaque contaminant considéré dans l'étude. Finalement, la section 5 présente le format prévu de présentation des résultats.

Le devis de modélisation a été rédigé selon les recommandations du Guide d'instructions (MDDELCC, 2017).

2 Description générale du projet

Sayona a développé un plan d'exploitation sur base annuelle pour la durée de vie de la mine. Les points saillants de ce plan sont présentés au [tableau 1](#) qui proviennent de l'étude de faisabilité définitive datée d'août 2018 (Sayona, 2018). Selon ce plan, une moyenne de 0,64 Mt de spodumène serait extraite annuellement d'une fosse à ciel ouvert d'une superficie totale d'environ 45 ha présentant des ressources minérales prouvées.

La totalité du mineraï sera traitée sur site à l'usine de concassage et de concentration pour la production annuelle d'environ 0,09 Mt de concentré contenant 6 % de LiO₂. La superficie totale du site incluant la fosse, les aires d'accumulation, l'usine de concassage et de concentration et les autres installations connexes sera d'environ 425 ha.

Les activités principales de la mine et de l'usine incluront :

- › L'extraction du mort-terrain de la fosse suivie de son chargement, transfert, déchargement et nivelage dans une halde à cet effet;
- › Le forage des trous de production et leur dynamitage;
- › L'excavation et le chargement du stérile dynamité dans des camions suivis du transfert, déchargement et nivelage dans l'aire d'accumulation des stériles et résidus miniers;
- › L'excavation et le chargement du mineraï dans des camions suivis du transfert et déchargement dans la trémie du concasseur primaire ou au site d'entreposage temporaire (*ROM pad*). Ce dernier permet de mieux gérer l'alimentation du mineraï au concasseur selon les niveaux de production nécessaires;
- › La préparation du mineraï à l'aide de concasseurs primaire, secondaire et tertiaire et un tamiseur à double étage. Le mineraï concassé sera stocké temporairement dans un bâtiment fermé;
- › L'usine de concentration incluant une unité de broyage, une unité de séparation magnétique, une unité de flottation, et une unité de filtration sous pression générant un concentré contenant 6 % de LiO₂ et 6,5 % d'humidité.
- › L'épaississement puis la filtration sous pression des résidus miniers afin d'obtenir une pâte solide contenant 12 % d'humidité. Les résidus seront convoyés dans des silos de stockage avant d'être transférés dans des camions en direction de l'aire d'accumulation;
- › Le chargement du concentré dans des camions à l'aide d'une chargeuse frontale pour l'expédition vers le port de Montréal, Contrecoeur ou Trois-Rivières. Le concentré sera déchargé dans un hangar de stockage et sera pris en charge par les autorités du port en question.

L'ensemble de ces activités incluant le stockage du mort-terrain, des résidus et des stériles ont été considérées dans l'élaboration du scénario de modélisation de la dispersion atmosphérique.

Tableau 1 Plan d'exploitation de la mine (bleu : quantité utilisée pour le scénario de modélisation)

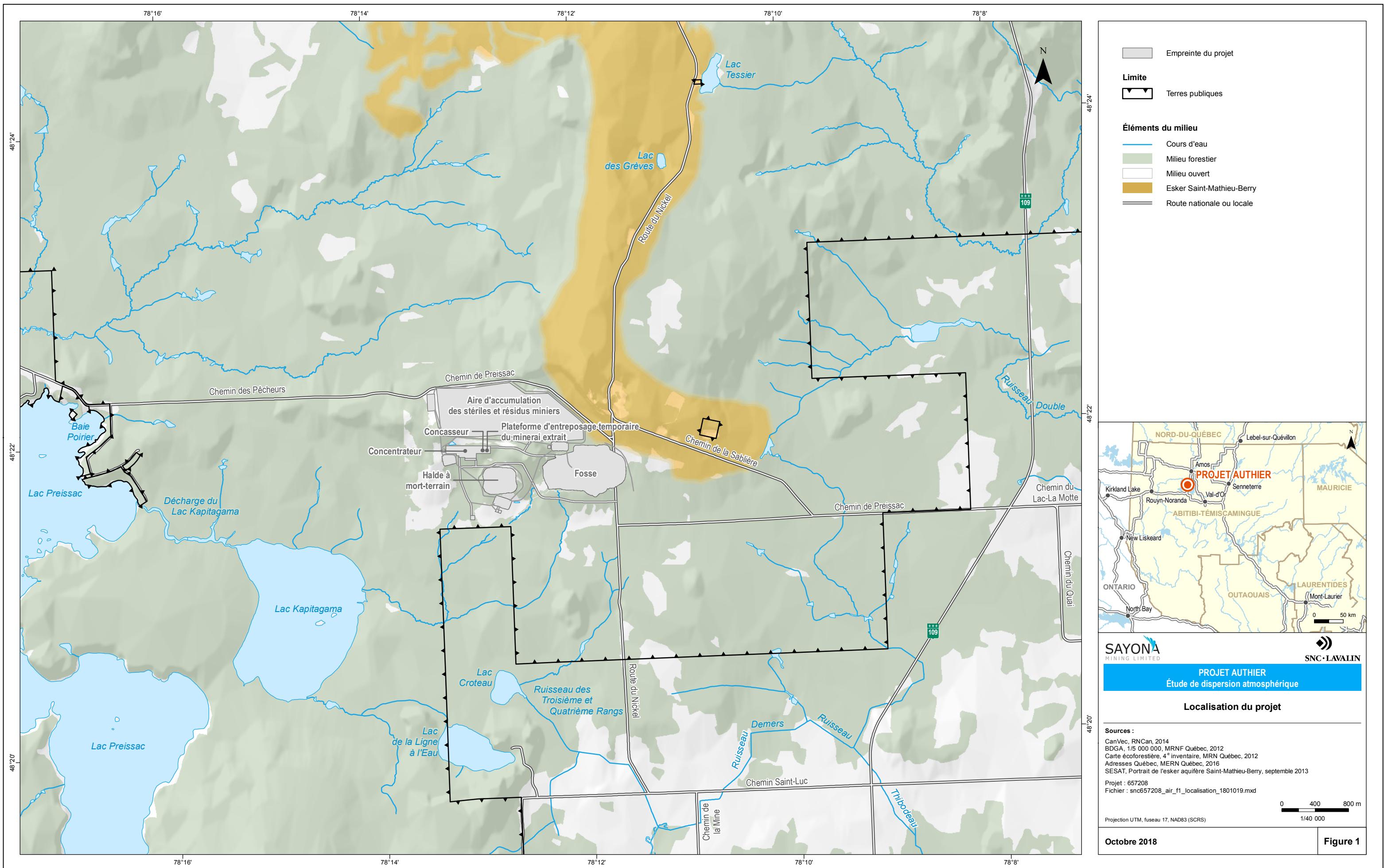
Quantité annuelle (en kt)	Année												Total	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11-15	16-19	
Minerai extrait total	35	559	673	675	673	677	691	775	629	610	666	673	517	12 096
Minerai extrait expédié directement au concasseur	1	138	165	169	168	159	169	168	157	151	166	158	129	2 920
Minerai extrait transitant par un site d'entreposage temporaire	4	415	494	506	505	478	506	506	472	453	499	474	388	8 760
Stérile extrait	295	1 832	1 462	1 500	4 436	6 476	8 931	9 078	7 816	9 317	9 394	3 227	385	78 212
Mort-terrain extrait	365	72	380	1 825	226	211	379	147	1 612	0	0	0	0	5 217
Alimentation du minerai au concasseur / concentrateur	5	589	673	675	673	677	675	675	672	677	672	673	517	12 096
Total extrait de la fosse (minerai + stérile + mort-terrain)	695	2 463	2 515	4 000	5 335	7 364	10 001	10 000	10 057	9 927	10 060	3 900	902	95 525
Résidus miniers ⁽¹⁾	4	486	556	557	556	559	557	557	555	559	555	556	427	9 986
Concentré produit ⁽²⁾	1	81	92	93	92	93	93	93	92	93	92	92	71	1 660

(1) Quantités annuelles estimées à partir de la quantité totale prévue sur la durée de vie du projet ($4,38 \text{ Mm}^3 \times 2,28 \text{ t/m}^3 = 10 \text{ Mt}$ de résidus) et des quantités de minerai alimenté au concasseur / concentrateur annuellement.

(2) Quantités annuelles estimées à partir de la quantité totale prévue sur la durée de vie du projet (1,66 Mt de concentrés) et des quantités de minerai alimenté au concasseur / concentrateur annuellement.

2.1 Localisation et aménagement extérieur

La [figure 1](#) présente une carte de localisation des installations prévues pour le projet Authier dans sa phase finale. Un aperçu des installations de surface incluant la halde à mort-terrain, la fosse, l'aire d'accumulation des stériles et des résidus miniers, la plateforme d'entreposage temporaire du minerai extrait, le concentrateur, le concasseur, les routes d'accès, et autres bâtiments et structures du site y sont également présentées.



2.2 Scénario de production retenu pour la modélisation

Le plan de développement actuel prévoit une augmentation graduelle du taux d'extraction de minerai jusqu'à un maximum à l'année 7 tandis que le taux d'alimentation du minerai extrait au concasseur restera plus ou moins stable sur la durée de vie de la mine ([tableau 1](#)). Le modèle de dispersion utilisera toutefois les prévisions pour l'année 8, étant l'année où la plus grande quantité de matériel (incluant le minerai, le stérile et le mort-terrain) sera extrait de la fosse et transporté vers les différents points de chute. Il est attendu que les émissions liées au camionnage, au chargement et au déchargement du matériel seront maximales dans ces conditions. De plus, les aires de stockage du mort-terrain, des stériles et des résidus seront à leur superficie totale à l'année 8 (voir [figure 2](#)).

Les sources d'émission atmosphérique qui seront considérées dans le modèle de dispersion sont listées au [tableau 2](#). Les paramètres d'exploitation (quantités, caractérisations chimiques, etc.) et méthodes de calculs associés sont détaillés à la section 3. D'autre part, le [tableau 3](#) évoque les raisons pourquoi certaines sources d'émission potentielles seront exclues de la modélisation.

Tableau 2 Sources d'émissions incluses

ID	Source d'émission	Section du devis
A1	Boutage du mort-terrain, stérile ou mineraï extrait dans la fosse	Sections 3.1 (machinerie lourde) et 3.2 (boutage et nivelage du matériel)
A2	Nivelage du stérile sur l'aire d'accumulation	
A3	Nivelage des résidus miniers sur l'aire d'accumulation	
B1	Extraction et chargement du mineraï de la fosse dans des camions	Sections 3.1 (machinerie lourde pour les chargements à la fosse) et 3.3 (transfert de matériel)
B2	Extraction et chargement du stérile de la fosse dans des camions	
B3	Extraction et chargement du mort-terrain de la fosse dans des camions	
B4	Déchargement du mineraï des camions à la plateforme d'entreposage	
B5	Déchargement du mineraï des camions dans la trémie du concasseur	
B6	Déchargement des stériles des camions à l'aire d'accumulation	
B7	Déchargement du mort-terrain des camions à la halde à mort-terrain	
B8	Chargement des résidus miniers dans des camions	
B9	Déchargement des résidus miniers des camions à l'aire d'accumulation	
C1	Érosion éolienne de la pile d'entreposage temporaire du mineraï extrait	Section 3.4 (érosion éolienne)
C2	Érosion éolienne de la halde à mort-terrain	
C3	Érosion éolienne de l'aire d'accumulation (surface active)	
C4	Érosion éolienne de l'aire d'accumulation (surface inactive)	
D1	Forage des trous de production	Sections 3.1 (machinerie lourde) et 3.5 (forage)
E1	Sautage des trous de production	Section 3.6 (sautage)
F1	Unité de concassage et de tamisage	Section 3.7 (concassage et tamisage)
G1	Segment de route minière 1 (transport du mort-terrain, mineraï, et stérile)	Sections 3.1 (machinerie lourde) et 3.8 (transport minier)
G2	Segment de route minière 2 (transport du mineraï, stérile, et résidu)	
G3	Segment de route minière 3 (transport du stérile, et résidu)	
G4	Segment de route minière 4 (transport du mort-terrain)	
G5	Segment de route minière 5 (transport du résidu)	
H1	Livraison du concentré par camion (route non pavée industrielle)	Section 3.9 (livraison du concentré)
H2	Livraison du concentré par camion (route non pavée publique)	
H3	Livraison du concentré par camion (route pavée dans le domaine de modélisation)	

Tableau 3 Sources d'émissions potentielles exclues

Source	Justification
Nivelage du mort-terrain sur la halde	Seulement trois bouteurs (déjà associés aux sources A1, A2 et A3) seront disponibles à l'année 8 pour effectuer les différentes activités de boutage et de nivelage. Les taux d'émission de poussières et métaux seraient plus faibles lors du nivelage du mort-terrain comparativement aux autres activités.
Nivelage des routes minières	La nivelleuse sera utilisée de façon sporadique au courant de l'année 8.
Véhicules légers	Des véhicules légers (voiture et pick-up) de Sayona ou encore de ses employés se déplaceront sur les routes de la mine à fréquence intermittente et indéterminée au cours d'une journée.
Tours d'éclairage Pompes Groupes électrogènes	Le raccordement au réseau électrique d'Hydro-Québec sera effectué au début du projet. Au besoin, les tours d'éclairage, pompes et autres équipements auxiliaires seront électriques et les groupes électrogènes ne sont pas nécessaires (sauf pour les urgences).
Autres équipements miniers	Certains équipements (briseur de roche mobile, etc.) seront disponibles pour certaines activités qui sont aléatoires selon les besoins du moment.
Procédés du concentrateur	Le broyage humide, la séparation magnétique, la flottation et la filtration sous pression prévus à l'usine sont tous exploités dans des conditions humides n'émettant donc pratiquement pas de poussières. L'usine sera également alimentée en électricité et aucun carburant fossile (autre que le carburant diesel pour la machinerie lourde) ne sera requis.
Chargement du concentré dans les camions	Le concentré sera stocké dans un bâtiment fermé avant d'être chargé dans les camions de livraison à l'aide d'un chargeur frontal. Cette activité devrait générer peu d'émissions de poussières / métaux à l'évent du bâtiment.
Réservoirs de carburant	Des réservoirs de 75 000 L de diesel et 3 000 L d'essence sont prévus sur le site. Ceux-ci généreraient de faibles émissions d'hydrocarbures dont les constituants chimiques ne sont pas modélisés dans le cadre de l'étude.
Atelier(s) mécaniques	Des émissions associées entre autres aux activités de soudage (réparation, etc.) pourront survenir, mais sont jugées négligeables.

3 Estimation des émissions atmosphériques

Les sous-sections suivantes décrivent les points d'émissions atmosphériques liées aux activités de la mine selon le scénario de modélisation établi à la section précédente. Les contaminants d'intérêt aux activités d'une mine utilisés dans le cadre de la présente étude incluent :

- › particules totales (PM_T);
- › particules fines (PM_{10} et $PM_{2.5}$);
- › monoxyde de carbone (CO);
- › oxydes d'azote (NOx) exprimés en dioxyde d'azote (NO_2);
- › dioxyde de soufre (SO_2);
- › composés organiques volatils (COV) totaux;
- › gaz à effet de serre (GES) incluant le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4) et le protoxyde d'azote (N_2O);
- › dix-sept (17) métaux (antimoine, argent, arsenic, baryum, beryllium, cadmium, cobalt, cuivre, manganèse, mercure, nickel, plomb, sélénum, thallium, titane, vanadium, zinc).

Ces métaux, comportant tous une norme ou un critère de qualité de l'air au Québec, sont inclus dans la mesure où des données de caractérisation géochimique d'échantillons du minerai de pegmatite de spodumène et de stérile provenant de la zone d'étude sont disponibles (Lamont, 2017). Les résultats moyens obtenus pour l'ensemble des échantillons de minerai, stérile et résidus miniers sont présentés au [tableau 4](#). Certaines caractéristiques des matériaux manipulés nécessaires aux calculs sont indisponibles. Des hypothèses de travail sont proposées en conséquence au [tableau 4](#).

De la liste des contaminants ci-dessus, les PM_{10} , GES, et COV totaux n'ont pas à être modélisés. Les émissions totales seront toutefois présentées dans le cadre de cette étude. Les émissions de GES et COV sont strictement liées à l'utilisation des carburants par la machinerie lourde. D'ailleurs, les émissions de COV sont estimées à partir des émissions d'hydrocarbures (HC), ce qui représente une approche prudente ou une surestimation des émissions de COV.

Les émissions atmosphériques liées aux activités du site minier ont été estimées à partir de méthodes reconnues (p. ex. facteurs d'émission du compendium AP-42 de *l'United States Environmental Protection Agency* (US EPA), Guide de déclaration des carrières et sablières, d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC), *Guide d'instructions* du MDDELCC). Celles-ci sont décrites par source d'émission ci-dessous.

Des taux d'émission moyens quotidiens ont été établis pour l'ensemble des sources et contaminants modélisés. Ceux-ci sont établis sur une base annuelle en considérant un taux d'activité constant durant toute l'année. De plus, à moins d'avis contraire, les activités minières sont prévues de se dérouler autant de jour que de nuit (24/24 h). Finalement, pour certaines sources, une atténuation des émissions est envisagée par Sayona. Cet aspect est considéré dans le protocole de calculs des émissions ci-dessous.

Tableau 4 Composition des différents matériaux manipulés

Paramètre	Minerai	Stérile	Résidu	Mort-terrain
Silt (%)	3,0 ^d	3,0 ^d	50,0 ^d	10,0 ^b
Humidité (%)	3,0 ^a	2,5 ^d	12,0 ^a	7,9 ^c
Antimoine (mg/kg)	0,80	0,80	0,80	0 ^d
Argent (mg/kg)	0,04	0,03	0,06	0 ^d
Arsenic (mg/kg)	0,50	0,50	0,50	0 ^d
Baryum (mg/kg)	4,67	36,4	0,96	0 ^d
Béryllium (mg/kg)	1,50	0,47	0,10	0 ^d
Cadmium (mg/kg)	0,16	0,03	0,02	0 ^d
Cobalt (mg/kg)	0,66	31,9	0,18	0 ^d
Cuivre (mg/kg)	90,7	36,5	2,40	0 ^d
Manganèse (mg/kg)	82,0	194	11,0	0 ^d
Mercure (mg/kg)	0,05	0,05	0,05	0 ^d
Nickel (mg/kg)	3,40	468	1,60	0 ^d
Plomb (mg/kg)	3,77	0,68	1,20	0 ^d
Sélénum (mg/kg)	0,70	0,70	0,70	0 ^d
Thallium (mg/kg)	0,26	0,39	0,18	0 ^d
Titane (mg/kg)	2,13	181	1,10	0 ^d
Vanadium (mg/kg)	1,00	27,0	1,00	0 ^d
Zinc (mg/kg)	82,67	23,1	4,80	0 ^d

Données d'un rapport de caractérisation géochimique des stériles, minerai et résidus miniers, sauf :

- a Étude de faisabilité définitive du projet Authier;
- b Guide de déclaration des carrières et sablières de l'ECCC (ECCC, 2018a);
- c Compendium AP-42 de l'US EPA, Tableau 11-9.3 (US EPA, 1998);
- d Hypothèse de travail, en absence d'information concrète.

Les sections suivantes décrivent les méthodes d'estimation des émissions et tabulent les paramètres appliqués ainsi que les facteurs d'émission résultants. Les taux d'émission finaux (en g/s) qui seront modélisés pour l'ensemble des sources et contaminants sont présentés à l'[annexe A](#). À noter que l'inventaire des émissions atmosphériques des contaminants (incluant les PM₁₀, GES, et COV totaux) n'est pas présenté dans le cadre de ce devis, mais le sera dans le rapport final.

3.1 Machinerie lourde

Les moteurs diesels de la machinerie lourde (camions, pelles excavatrices, etc.) utilisée sur le site minier émettent plusieurs contaminants atmosphériques. Les taux d'émission de ces contaminants varient selon la puissance effective des moteurs et des exigences réglementaires (*Règlement sur les émissions des moteurs hors route à allumage par compression*). Ces exigences, établies en 2005 et calquées sur la réglementation fédérale américaine, varient en fonction de la puissance des moteurs (groupes intérimaires ou « Tier » en anglais) et de l'année de fabrication des moteurs.

Le [tableau 5](#) (à la fin de la présente section) liste les facteurs d'émission applicables (US EPA, 2010) pour l'ensemble de la machinerie lourde prévue à la mine pour les contaminants d'intérêt, à l'exception des métaux dont la présence dans le carburant diesel est considérée nulle. L'acquisition d'équipement neuf est prévue pour le projet Authier. Une certification de moteur Tier 2, 3 ou 4 (dernière génération) est considérée pour l'élaboration des facteurs d'émission, choisis selon le modèle de l'équipement prévu par Sayona. Ceux-ci ont également été corrigés pour considérer l'utilisation des moteurs en régime transitoire et l'hypothèse d'une détérioration maximale des émissions dans le temps, mais en considérant un entretien régulier des moteurs.

Les facteurs d'émission de particules (PM_T , PM_{10} , $PM_{2.5}$) et de SO_2 ont également été corrigés en fonction du contenu en soufre du carburant diesel. Dans le cadre de cette étude, une concentration de 15 mg/kg est considérée, équivalente au maximum acceptable pour le carburant utilisé pour usage dans des véhicules routiers ou hors routes (Règlement sur le soufre dans le carburant diesel du gouvernement canadien).

Les émissions de GES ont été estimées en fonction du taux de consommation diesel calculé selon le modèle de l'US EPA (en L/hp-h) et les facteurs d'émission pour la combustion du carburant diesel (2 663 g CO_2/L ; 0,133 g CH_4/L ; 0,4 g N_2O/L) selon le Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère (RDOCECA) du MDDELCC.

Les facteurs d'émission listés au [tableau 5](#) serviront aux estimations des émissions atmosphériques des différentes sources présentées dans les prochaines sections.

3.2 Boutage et nivelage du matériel

Certaines activités impliquent l'utilisation d'un bouteur (*bulldozer*) pour déplacer le mort-terrain, minerai et stérile de la fosse dans des piles ou bien niveler le mort-terrain, stérile ou résidu minier sur les haldes. Les émissions associées à ces activités comprennent la poussière générée par le passage du bouteur et les gaz d'échappement de leur moteur diesel. La méthode du guide de déclaration des carrières et sablières d'ECCC (ECCC, 2018a) qui s'inspire d'une méthode du compendium AP-42 de l'US EPA (US EPA, 1998) est utilisée pour estimer les émissions de poussière fugitive.

$$FE = 2,6 \times k \times s^{1,2} \times M^{-1,3} \times T \quad \text{pour } PM_T \text{ et } PM_{2.5} \quad (1)$$

$$FE = 0,75 \times 0,45 \times s^{1,5} \times M^{-1,4} \times T \quad \text{pour } PM_{10} \quad (2)$$

FE : facteur d'émission de particules (kg/h)

k : multiplicateur granulométrique ($PM_T = 1$; $PM_{2.5} = 0,105$)

s : teneur en silt du matériel (%)

M : teneur en humidité du matériel (%)

T : fraction du temps pendant lequel du matériel est déplacé par le bouteur (-)

La teneur en *silt* (fraction fine < 75 µm) et l'humidité des matériaux applicables utilisés dans les calculs proviennent du [tableau 4](#). Une valeur T de 0,5 est appliquée, signifiant que le bouteur déplace du matériel la moitié du temps alors qu'il est à l'arrêt ou se déplace vers un autre endroit l'autre moitié du temps.

Les taux d'émission de PM_T , PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$ résultants de l'équation précédente ([tableau 6](#)) sont ajoutés aux taux d'émission des moteurs diesels pour les équipements correspondants basés sur les facteurs d'émission présentés au [tableau 5](#) multipliés par la puissance nominale du moteur de l'équipement et d'un facteur de charge moteur moyen (puissance effective lors de l'utilisation / puissance nominale du moteur).

Les émissions de métaux sont obtenues à partir du taux d'émission de PM_T multiplié par la teneur du métal dans le matériel manipulé ([tableau 4](#)). Pour le manganèse (Mn), nickel (Ni), et titane (Ti), le taux d'émission de PM_{10} est utilisé afin d'être compatible avec les normes et critères dans les PM_{10} .

3.3 Transfert de matériel

L'excavation des matériaux et le chargement des camions génèrent des émissions fugitives de poussières et de métaux en plus des gaz d'échappement provenant des pelles excavatrices. Les émissions lors du déchargement des camions sont également comptabilisées dans cette catégorie. Les points de transfert incluent :

- › l'excavation et chargement du minerai de la fosse dans des camions;
- › l'excavation et chargement du stérile de la fosse dans des camions;
- › l'excavation et chargement du mort-terrain de la fosse dans des camions;
- › le déchargement du minerai des camions à la plateforme d'entreposage temporaire;
- › le déchargement du minerai des camions dans la trémie d'alimentation du concasseur;
- › le déchargement des stériles des camions à l'aire d'accumulation;
- › le déchargement du mort-terrain des camions à la halde à mort-terrain;
- › le chargement du résidu minier dans des camions à partir d'un silo;
- › le déchargement du résidu minier des camions à l'aire d'accumulation.

Les émissions atmosphériques liées au transfert du matériel ont été évaluées pour chaque point de transfert selon la méthode proposée dans le compendium AP-42 de l'US EPA (US EPA, 2006a).

$$FE = 1,6 \times k \times \left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3} \times \left(\frac{M}{2}\right)^{-1,4} \quad (3)$$

FE : facteur d'émission de particules (g/t transféré)

k : multiplicateur granulométrique ($\text{PM}_T = 0,74$; $\text{PM}_{10} = 0,35$; $\text{PM}_{2.5} = 0,053$)

U : vitesse moyenne de vent (m/s)

M : contenu en humidité du matériel transféré (%)

Les facteurs d'émission par point de transfert sont présentés au [tableau 7](#). Ils ont été calculés selon l'humidité du matériel manipulé, tel qu'indiqué au [tableau 4](#) et une vitesse de vent moyenne de 3,1 m/s obtenue selon les données météorologiques qui seront utilisées lors des simulations de la dispersion atmosphérique.

Les taux d'émission fugitive de PM_T , PM_{10} et $PM_{2.5}$ sont obtenus en multipliant les facteurs d'émission avec la quantité de matériel manipulée rapportée sur une base quotidienne qui est elle-même multipliée par le nombre de transferts ([tableau 7](#)). Le nombre de transferts représente le nombre de fois que le matériel tombe sur une surface à un point de transfert donné. Par exemple, l'excavation du minerai à la fosse et son chargement dans les camions sont considérés comme deux transferts.

Les taux d'émission de PM_T , PM_{10} et $PM_{2.5}$ sont ajoutés aux taux d'émission des moteurs diesels pour les équipements lors des chargements basés sur les facteurs d'émission présentés au [tableau 5](#) multipliés par la puissance nominale du moteur de l'équipement et d'un facteur de charge moteur moyen.

Les émissions de métaux sont obtenues à partir du taux d'émission de PM_T multiplié par la teneur du métal dans le matériel transféré ([tableau 4](#)). Pour le manganèse (Mn), nickel (Ni), et titane (Ti), le taux d'émission de PM_{10} est utilisé afin d'être compatible avec les normes et critères dans les PM_{10} .

3.4 Érosion éolienne

Les émissions liées à l'érosion éolienne des piles et aires d'entreposage suivantes ont été estimées à l'aide du modèle proposé dans le Guide d'instruction (MDDELCC, 2017).

$$FE = 1,52 \times 10^{-5} \times J \times s \times f_v \quad (4)$$

FE : facteur d'émission de particules ($\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$)

J : facteur de classe de particules ($PM_T = 1$; $PM_{10} = 0,5$; $PM_{2.5} = 0,075$)

s : teneur en silt du matériel (%)

f_v : Pourcentage du temps où la vitesse de vent horaire est supérieure à 19,3 km/h (%)

Les facteurs d'émission par pile et aire d'entreposage sont présentés au [tableau 8](#). Ils ont été calculés selon la quantité de *silt* dans le matériel ([tableau 4](#)) et le pourcentage du temps où la vitesse de vent horaire est supérieure à 19,3 km/h obtenue selon les données météorologiques qui seront utilisées dans le modèle de dispersion atmosphérique.

Les taux d'émission de PM_T , PM_{10} et $PM_{2.5}$ sont obtenus en multipliant les facteurs d'émission calculés avec la surface exposée anticipée lors de l'année 8 du projet minier. Les émissions de métaux sont obtenues à partir du taux d'émission de PM_T multiplié par la teneur du métal dans le matériel ([tableau 4](#)). Pour le manganèse (Mn), nickel (Ni), et titane (Ti), le taux d'émission de PM_{10} est utilisé afin d'être compatible avec les normes et critères dans les PM_{10} .

3.5 Forage

Sayona prévoit forer des trous de production de 5 po selon un patron de 3 x 3 m dans le minerai (profondeur d'environ 3 m) et 5 x 5 m dans le stérile (profondeur de 9 m). Les émissions fugitives de poussières associées au forage ont été estimées selon la méthode du guide de déclaration des carrières et sablières d'ECCC (ECCC, 2018a) qui s'inspire d'une méthode du compendium AP-42 de l'US EPA (US EPA, 1998).

Les facteurs d'émissions de la méthode (en kg par trou foré) représentent des émissions incontrôlées. Or, celles-ci peuvent être réduites de 99 % selon le Guide d'instruction (MDDELCC, 2017) étant donné que les foreuses qui seront employées par Sayona (Atlas Copco Flexi ROC D65) sont équipées d'un collecteur de poussières à filtre.

Les taux d'émission de PM_T , PM_{10} et $PM_{2.5}$ sont obtenus en multipliant le facteur d'émission avec le maximum de trous forés quotidiennement, soit soixante-sept (67) selon les prévisions de Sayona ([tableau 9](#)). Ceux-ci sont ajoutés aux taux d'émission des moteurs diesels des foreuses basés sur les facteurs d'émission du [tableau 5](#) multipliés par la puissance nominale du moteur de la foreuse et d'un facteur de charge moteur moyen. Les taux d'émission des moteurs sont également ajustés au prorata en fonction du taux d'utilisation des foreuses soit 26,75 heures par jour (40 trous pour le stérile (30 min/trou) et 27 trous pour le minerai (15 min/trou)). Deux foreuses seront donc requises à ce niveau de production.

Les émissions de métaux sont obtenues à partir du taux d'émission de PM_T multiplié par la teneur du métal dans le matériel foré ([tableau 4](#)). Pour le manganèse (Mn), nickel (Ni), et titane (Ti), le taux d'émission de PM_{10} est utilisé afin d'être compatible avec les normes et critères dans les PM_{10} .

3.6 Sautage

Trois (3) sautages sont prévus hebdomadairement avec un maximum de 1 par jour ([tableau 10](#)). Chaque sautage génère des émissions dues à l'explosion et aux explosifs lors de la détonation. Les taux d'émissions de poussières causées par l'explosion ont été estimés selon la méthode du guide de déclaration des carrières et sablières d'ECCC (ECCC, 2018a) qui s'inspire d'une méthode du compendium AP-42 de l'US EPA (US EPA, 1998).

$$FE = 0,22 \times k \times A^{1,5} \times N \quad (5)$$

FE : facteur d'émission de particules (g / jour)

k : multiplicateur granulométrique ($PM_T = 1$; $PM_{10} = 0,52$; $PM_{2.5} = 0,03$)

A : Surface horizontale de sautage (m^2 / sautage)

N : Nombre de sautages maximum par jour

Les émissions de métaux sont obtenues à partir du taux d'émission de PM_T multiplié par la teneur du métal dans le matériel dynamité ([tableau 4](#)). Pour le manganèse (Mn), nickel (Ni), et titane (Ti), le taux d'émission de PM_{10} est utilisé afin d'être compatible avec les normes et critères dans les PM_{10} .

Sayona compte sous-traiter les travaux de sautage à une firme spécialisée qui devra utiliser un explosif à base d'émulsion en vrac. Des facteurs d'émission des gaz générés lors de la détonation de gels aqueux explosifs (*emulsion water based gel*) insérés dans des trous inférieurs à 150 mm (< 6 po) ont été considérés pour le calcul des émissions de CO et NOx. Ils proviennent d'un manuel du Département de l'Environnement Australien (Gouvernement de l'Australie, 2016). Ces facteurs d'émission sont multipliés par la quantité d'explosif prévue pour un sautage ([tableau 10](#)) afin d'obtenir des taux d'émission de CO et NOx (NO_2).

Des taux d'émission de CO et de NOx rapportés sur 1 heure sont également calculés afin de prendre en compte la courte période d'émission d'un sautage (voir [Annexe A](#)).

3.7 Concassage et tamisage

Le minerai extrait de la fosse est acheminé vers l'unité de concassage par camion qui le décharge directement dans la trémie d'alimentation (*grizzly*). Les émissions de poussières associées au concassage et au tamisage ont été estimées selon la méthode du guide de déclaration des carrières et sablières d'ECCC (ECCC, 2018a) qui s'inspire d'une méthode du compendium AP-42 de l'US EPA (US EPA, 2004). Des facteurs d'émissions non contrôlés lors du concassage et du tamisage sont suggérés. Ils doivent alors être corrigés en fonction de la méthode d'atténuation préconisée par Sayona ([équation 6](#)). Des pourcentages de contrôle des émissions sont indiqués dans le document d'ECCC selon la mesure employée.

Sayona compte intégrer trois étapes de concassage (primaire, secondaire et tertiaire) et un tamiseur à double étage afin d'obtenir un minerai concassé fin (F_{80} à 8 mm). Comme mesure d'atténuation, les concasseurs et le tamiseur seront situés dans un bâtiment fermé équipé d'un système de collecte des poussières (dépoussiéreur).

$$FE = FE_{NC} \times (1 - ER) \quad (6)$$

FE : facteur d'émission de particules intégrant la mesure d'atténuation (g / tonne)

FE_{NC} : facteur d'émission non contrôlée de particules

ER : Pourcentage de contrôle des émissions

Les taux d'émission de PM_T , PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont obtenus en multipliant les facteurs d'émission résultants par la quantité de minerai concassé ou tamisé quotidiennement. Celle-ci est déterminée à partir de l'alimentation maximale prévue au concasseur primaire rapportée sur une durée d'opération de 20 heures par jour ([tableau 11](#)). Des pourcentages de charge circulante de 50 % et 20 % sont prévus pour les concasseurs secondaire et tertiaire, respectivement. Pour le tamiseur à double étage, le taux d'alimentation inclut la somme des charges passant par les trois concasseurs (170 % de l'alimentation maximale de l'unité de concassage).

Les émissions issues des trois concasseurs et du tamiseur sont combinées étant toutes traitées par le même dépoussiéreur. Les émissions de métaux sont ensuite obtenues à partir du taux d'émission de PM_T multiplié par la teneur du métal dans le minerai ([tableau 4](#)). Pour le manganèse (Mn), nickel (Ni), et titane (Ti), le taux d'émission de PM_{10} est utilisé afin d'être compatible avec les normes et critères dans les PM_{10} .

Les concasseurs et le tamiseur à double étage fonctionneront à l'électricité. Aucune émission de combustion n'est associée à cette source.

3.8 Transport minier

Les émissions atmosphériques liées au transport des matériaux (minerai, stérile, mort-terrain, résidus) par camion sur les routes minières comprennent la poussière générée par le passage des camions et les gaz d'échappement de leurs moteurs diesels. Les tonnages transportés quotidiennement à l'année 8 seront en moyenne :

- › 1 723 t/j de minerai de la fosse vers l'unité de concassage;
- › 21 414 t/j de stérile de la fosse vers l'aire d'accumulation;
- › 4 416 t/j de mort-terrain de la fosse vers la halde à mort-terrain;
- › 1 429 t/j de résidus miniers du concentrateur vers l'aire d'accumulation.

Les émissions ont été évaluées par segment de route ([figure 4](#), [tableau 12](#)) afin de prendre en compte les différents modèles de camion de transport ([tableau 5](#)) mais également les différentes fréquences de passage qui ont un impact sur le calcul du facteur d'émission. Celui-ci a été estimé pour chaque segment de route non pavée selon la méthode proposée dans le compendium AP-42 de l'US EPA (US EPA, 2006b).

$$FE = 281,9 \times k \times \left(\frac{s}{12}\right)^a \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0,45} \quad (7)$$

- FE : facteur d'émission de matières particulières (g/km parcouru)
- k multiplicateur granulométrique ($PM_T = 4,9$; $PM_{10} = 1,5$; $PM_{2,5} = 0,15$)
- a : constante selon la granulométrie ($PM_T = 0,7$; PM_{10} et $PM_{2,5} = 0,9$)
- s : teneur en silt sur le segment de route (%)
- W : masse pondérée des camions circulant sur le segment de route (US tons)

La teneur en silt (fraction fine < 75 µm) sur la route a été fixée à 5,8 %, représentative des conditions retrouvées sur les routes minières (US EPA, 2006b; tableau 13.2.2-1 – *taconite mining and processing – haul road to/from pit*).

La masse pondérée des camions circulant sur le segment de route a été calculée en prenant compte de la masse des camions pleinement chargés pour l'aller et vides pour le retour ([tableau 12](#)) pondérée selon la distance parcourue quotidiennement par chacun d'entre eux.

Les facteurs d'émission de l'[équation 7](#) représentent des émissions incontrôlées. Or, Sayona prévoit au cours de la période estivale (mai à novembre) d'utiliser de l'eau comme abat-poussière sur les routes minières. Ainsi, pour cette période, une réduction des facteurs d'émission de 55 % est appliquée, représentative d'un arrosage 2 fois par jour selon le guide de déclaration des émissions de poussières de routes non revêtues d'ECCC (ECCC, 2018b). Pour la période hivernale (décembre à avril), les facteurs d'émissions sont réduits de 75 % compte tenu de l'atténuation naturelle provoquée par le gel du sol combiné à la chute de neige. Ce facteur de contrôle est équivalent au facteur de contrôle pour un arrosage de deuxième niveau (> 2 L/m²/h) suggéré dans le *Guide d'instruction* (MDDELCC, 2017). Les facteurs d'émission finaux pour les émissions fugitives de PM_T , PM_{10} et $PM_{2,5}$ par segment de route pour les périodes estivales et hivernales sont présentés au [tableau 12](#).

Les taux d'émission de PM_T , PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont obtenus en multipliant les facteurs d'émission pour le segment de route et la période d'évaluation (été, hiver) avec la distance totale parcourue quotidiennement par les camions sur ledit segment. Cette distance est déterminée en fonction de la longueur du segment multipliée par le nombre de voyages nécessaires déterminé selon la quantité quotidienne du matériel à transporter et la capacité de transport du camion ([tableau 12](#)).

Les taux d'émission de PM_T , PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont ensuite ajoutés aux taux d'émission des moteurs diesels des camions basés sur les facteurs d'émission présentés au [tableau 5](#) multipliés par la puissance nominale du moteur du camion et d'un facteur de charge moteur moyen. Les taux d'émission des moteurs sont également ajustés au prorata en fonction du nombre d'heures quotidien en déplacement déterminé selon la distance totale à parcourir par le camion divisée par une vitesse de déplacement moyenne de 30 km/h.

Les émissions de métaux sont obtenues à partir du taux d'émission de PM_T calculé à l'[équation 7](#) multiplié par la teneur du métal dans la poussière de route. Pour le manganèse (Mn), nickel (Ni), et titane (Ti), le taux d'émission de PM_{10} est utilisé afin d'être compatible avec les normes et critères dans les PM_{10} . Il est prévu que les routes minières soient composées majoritairement de stérile concassé. La composition en métaux du stérile est donc utilisée dans les calculs.

3.9 Livraison du concentré

Sayona prévoit produire 92 000 tonnes de concentrés à l'année 8 qui seront livrées par camion vers un port (Montréal, Contrecoeur, ou Trois-Rivières). Les paramètres de livraison prévus sont les suivants : douze (12) camions équipés de remorques à benne basculante b-train par jour contenant chacun 38,8 tonnes de concentrés, à raison de 198 jours de livraison par année (plus ou moins 4 jours par semaine). Le trajet des camions de livraison à l'intérieur du domaine de modélisation est indiqué à la [figure 4 \(segments H1, H2, H3\)](#).

Le premier segment du trajet sera une route non pavée de type industriel qui sera construite par Sayona afin de rejoindre la route du Nickel à l'est de la mine. La méthode de calcul des émissions décrite à la section précédente est donc applicable. Les paramètres de calcul associés sont définis au [tableau 13](#).

Le transport se poursuivra sur un segment de route publique non pavée (route du Nickel vers le sud; chemin de Preissac vers l'est jusqu'au point de changement vers de l'asphalte). Pour ce segment, les émissions fugitives de route ont été évaluées selon la méthode proposée dans le compendium AP-42 de l'US EPA (US EPA, 2006b) pour les routes publiques.

$$FE = 281,9 \times k \times \left(\frac{s}{12}\right) \times \left(\frac{V}{30}\right)^d \times \left(\frac{M}{0,5}\right)^c \quad (8)$$

FE : facteur d'émission de matières particulières (g/km parcouru)

k : constante granulométrique ($\text{PM}_T = 6 \text{ g/km}$; $\text{PM}_{10} = 1,8 \text{ g/km}$; $\text{PM}_{2,5} = 0,18 \text{ g/km}$)

s : teneur en silt de la route (%)

V : vitesse de déplacement moyen des véhicules (miles/h)

M : taux d'humidité du matériel de surface (%)

c : constante selon la granulométrie ($\text{PM}_T = -0,3$; PM_{10} et $\text{PM}_{2,5} = -0,2$)

d : constante selon la granulométrie ($\text{PM}_T = 0,3$; PM_{10} et $\text{PM}_{2,5} = 0,5$)

La teneur en silt (fraction fine < 75 µm) sur la route publique non pavée est fixée à 4,3 %, représentative des conditions retrouvées sur des routes de service minières (US EPA, 2006b; tableau 13.2.2-1 – *taconite mining and processing – service road*). Une vitesse de déplacement de 50 km/h (31 miles/h) et un taux d'humidité par défaut (0,5 %) suggérés par l'US EPA sont également considérés dans les calculs ([tableau 14](#)).

Un dernier segment consistera à une route pavée (300 m du chemin Preissac qui sera asphalté par Sayona; route 109 vers le sud) dont les émissions fugitives ont été évaluées selon la méthode proposée dans le compendium AP-42 de l'US EPA pour les routes pavées (US EPA, 2011).

$$FE = k \times s^{0,91} \times W^{1,02} \quad (9)$$

FE : facteur d'émission de matières particulières (g/km parcouru)

k : constante granulométrique ($PM_T = 3,23 \text{ g/km}$; $PM_{10} = 0,62 \text{ g/km}$; $PM_{2,5} = 0,15 \text{ g/km}$)

s : teneur en silt de la route (g/m^2)

W : masse pondérée des véhicules circulant sur la route (US tons)

La teneur en silt (fraction fine < 75 µm) sur la surface de la route a été fixée à 0,2 g/m² pour la période estivale, représentative des routes avec un débit de circulation moyen (20–200 véhicules à l'heure en moyenne) alors que pour la période hivernale (décembre à avril), une valeur de 0,6 g/m² est utilisée (US EPA, 2011; tableau 13.2.1-2). La masse pondérée (W) doit inclure les véhicules de la route. Avec objectif de maximiser la valeur W, un débit de circulation de 20 véhicules à l'heure est considéré ([tableau 15](#)).

Les facteurs d'émission des routes non pavées résultant des [équations 7](#) et [8](#) représentent des émissions incontrôlées. Or, Sayona prévoit au cours de la période estivale (mai à novembre) d'utiliser de l'eau comme abat-poussière sur l'ensemble des routes non pavées partant de la mine vers la Route 109. Ainsi, pour cette période, une réduction des facteurs d'émission de 55 % est appliquée, représentative d'un arrosage 2 fois par jour selon le guide de déclaration des émissions de poussières de routes non revêtues d'ECCC (ECCC, 2018b). Pour la période hivernale (décembre à avril), les facteurs d'émission sont réduits de 75 % compte tenu de l'atténuation naturelle provoquée par le gel du sol combinée à la chute de neige. Les facteurs d'émission finaux pour les émissions fugitives de PM_T , PM_{10} et $PM_{2,5}$ pour les deux segments de route non pavée pour les périodes estivales et hivernales sont présentés aux [tableaux 13](#) et [14](#).

Les taux d'émission de PM_T , PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont obtenus en multipliant les facteurs d'émission pour le segment de route et la période d'évaluation (été, hiver) avec la distance totale parcourue quotidiennement par les camions sur ledit segment. Cette distance est déterminée en fonction de la longueur du segment multipliée par le nombre de passages par jour, soit vingt-quatre (12 allers et 12 retours).

Les taux d'émission de PM_T , PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont ensuite ajoutés aux taux d'émission des moteurs diesels des camions de livraison. Ceux-ci sont calculés en fonction des facteurs d'émission développés par l'US EPA pour des camions de classe VIIIb (> 60 000 lb) fonctionnant au diesel (US EPA, 2008) (voir [tableaux 13–15](#) pour PM_T , PM_{10} , $PM_{2,5}$, CO et NOx). Les émissions de SO₂ des camions de livraison sont estimées à partir d'un contenu en soufre dans le diesel de 15 ppm et un taux de consommation de diesel de 48,1 L/100 km (Gouvernement du Canada, 2015). Les émissions de GES seront estimées en fonction du même taux de consommation et des facteurs d'émission publiés dans le RDOCECA.

La composition de la poussière de route est une inconnue. Ainsi, les émissions de métaux pour les trois segments de route associés à la livraison du concentré sont considérées nulles.

Tableau 5 Facteurs d'émission des moteurs diesels de la machinerie lourde

Équipement mobile (nombre) ^a	Utilisation	Masse (t)	Capacité (t)	Puissance (hp)	Tier	Facteur d'émission applicable (g/hp-h)										Carburant (L/hp-h) ^b
						PM _T	PM ₁₀	PM _{2,5}	NOx	CO	SO ₂	HC	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Atlas Copco Flexi ROC D65 (2)	Forage des trous	n. r.	n. r.	540	4	0,014	0,014	0,013	0,278	0,097	0,003	0,135	522	0,026	0,078	0,196
Komatsu PC800LC-8 (3)	Excavation dans la fosse	n. r.	n. r.	495	3	0,272	0,272	0,264	2,621	1,484	0,005	0,184	527	0,026	0,079	0,198
Komatsu D155AX-8 (2)	Mise en pile du mort-terrain	n. r.	n. r.	360	4	0,014	0,014	0,013	0,278	0,097	0,003	0,135	522	0,026	0,078	0,196
CAT D6T (1)	Nivelage des résidus sur l'aire d'accumulation	n. r.	n. r.	253	4	0,014	0,014	0,013	0,278	0,086	0,003	0,135	522	0,026	0,078	0,196
CAT 775G (13)	Transport minier du minerai et du stérile	111,9	70,3	825	2	0,152	0,152	0,147	3,930	1,287	0,005	0,185	527	0,026	0,079	0,198
CAT 740EJ (3)	Transport minier du mort-terrain et résidu	35,7	38,0	511	4	0,014	0,014	0,013	0,278	0,097	0,003	0,135	522	0,026	0,078	0,196

n. r. – non requis dans les calculs.

a Nombre prévu au maximum des opérations (année 8).

b La consommation de carburant est utilisée pour le calcul des émissions de GES (hypothèse : densité du carburant – 0,85 kg/L).

Tableau 6 Facteurs d'émission associés au boutage ou nivelage de matériel au sol

Activité			Matériel manipulé	Silt (%)	Humidité (%)	Équipement (facteur charge ^a)	Facteur d'émission (kg/h)		
ID	Description	Période					PM _T	PM ₁₀	PM _{2.5}
A1	Boutage dans la fosse	janv. – déc.	Mort terrain / stérile / mineraï ⁽¹⁾	10,0	7,9	Komatsu D155AX-8 (0,58)	1,476	0,243	0,155
A2	Nivelage sur l'aire d'accumulation	janv. – déc.	Stérile	3,0	2,5	Komatsu D155AX-8 (0,58) ⁽²⁾	1,476	0,243	0,155
A3		janv. – déc.	Résidu	50,0	12,0	CAT D6T (0,58)	5,620	1,840	0,590

a Le facteur de charge moteur moyen est suggéré par l'US EPA (US EPA, 2002).

NOTE 1 : Le mort-terrain, stérile et mineraï seront tassés dans la fosse après excavation. Pour chaque contaminant, le taux d'émission le plus élevé parmi les trois matériaux déplacés sera utilisé dans le modèle.

NOTE 2 : Sayona compte utiliser 2 bouteurs Komatsu D155AX-8 à l'année 8 dont un est déjà dédié au boutage dans la fosse (A1). Dans le cadre du scénario de modélisation, le deuxième bouteur sera affecté au nivelage du stérile dans l'aire d'accumulation qui a le potentiel d'émettre plus de poussières et de métaux que le nivelage du mort-terrain dans la halde à mort-terrain (exclus du modèle).

Tableau 7 Facteurs d'émission fugitive lors du transfert du matériel

Point de transfert			Matériel manipulé	Humidité (%)	Vitesse de vent moyen (m/s)	Équipement (facteur charge ^a)	Quantité transférée (t/jr) [# transfert] ^b	Facteur d'émission (g/t)		
ID	Description	Période						PM _T	PM ₁₀	PM _{2,5}
B1	Chargement du mineraï	janv. – déc.	Mineraï extrait	2,5	3,1	Komatsu PC800LC-8 (0,53)	1 723 (2) ^c	1,353	0,640	0,097
B2	Chargement du stérile	janv. – déc.	Stérile	2,5	3,1	Komatsu PC800LC-8 (0,53)	21 414 (2) ^c	1,353	0,640	0,097
B3	Chargement du mort-terrain	janv. – déc.	Mort-terrain	7,9	3,1	Komatsu PC800LC-8 (0,53)	4 416 (2) ^c	0,270	0,128	0,019
B4	Déchargement du mineraï à la plateforme d'entreposage	janv. – déc.	Mineraï extrait	2,5	3,1	s. o.	1 293 (2) ^d	1,353	0,640	0,097
B5	Déchargement du mineraï au concasseur primaire	janv. – déc.	Mineraï extrait	2,5	3,1	s. o.	430 (1)	1,353	0,640	0,097
B6	Déchargement du stérile	janv. – déc.	Stérile	2,5	3,1	s. o.	21 414 (1)	1,353	0,640	0,097
B7	Déchargement du mort-terrain	janv. – déc.	Mort-terrain	7,9	3,1	s. o.	4 416 (1)	0,270	0,128	0,019
B8	Chargement du résidu minier	janv. – déc.	Résidus	12,0	3,1	s. o.	1 429 (1)	0,151	0,071	0,011
B9	Déchargement du résidu minier	janv. – déc.	Résidus	12,0	3,1	s. o.	1 429 (1)	0,151	0,071	0,011

s. o. – sans objet

a Le facteur de charge moteur moyen est suggéré par l'US EPA (US EPA, 2002).

b Tonnage prévu à l'année 8 (voir tableau 1) divisé par 365 jours d'exploitation.

c Les deux transferts correspondent à l'étape d'excavation et à l'étape de chargement du camion.

d Les deux transferts correspondent à l'étape de déchargement sur la plateforme d'entreposage puis éventuellement dans la trémie d'alimentation du concasseur.

Tableau 8 Facteurs d'émission fugitive associés à l'érosion éolienne

Pile ou aire d'entreposage			Matériel	Silt (%)	Fréquence >19,3 km/h (%)	Surface érodable (m ²)	Facteur d'émission (g/m ² /s)		
ID	Description	Période ⁽¹⁾					PM _T	PM ₁₀	PM _{2,5}
C1	Plateforme d'entreposage temporaire	janv. – déc.	Minerai extrait	3,0	12,2	3 250	5,56 x 10 ⁻⁶	2,78 x 10 ⁻⁶	2,09 x 10 ⁻⁷
C2	Halde à mort-terrain	mai – nov.	Mort-terrain	10,0	12,2	146 250	1,85 x 10 ⁻⁵	9,27 x 10 ⁻⁶	6,95 x 10 ⁻⁷
C3	Aire d'accumulation (surface active)	janv. – déc.	98,57 % stérile / 1,43 % résidu ⁽²⁾	3,7	12,2	310 000	6,87 x 10 ⁻⁶	3,43 x 10 ⁻⁶	2,57 x 10 ⁻⁷
C4	Aire d'accumulation (surface inactive)	mai – nov.				622 000			

NOTE 1 : Aucune émission d'origine éolienne ne sera considérée en hiver (décembre – avril inclusivement) pour la halde à mort-terrain et la section inactive de l'aire d'accumulation du stérile et des résidus miniers en raison du couvert de neige. Pour la plateforme d'entreposage temporaire et la cellule active de l'aire d'accumulation, la période d'émission modélisée demeure annuelle. La « cellule active » représente le secteur de l'aire d'accumulation où le stérile et les résidus miniers seront déchargés à l'année 8.

NOTE 2 : Une stratégie de co-disposition du stérile et des résidus miniers sera mise en œuvre à l'aire d'accumulation. Le stérile sera utilisé pour construire des bermes dans lesquelles les résidus seront disposés. Comme mesure d'atténuation, Sayona projette de recouvrir progressivement les résidus miniers d'une couche de stérile. Selon cette approche, il est estimé que le résidu minier composerait au maximum 1,43 % de la surface érodable pendant l'année 8 du projet, selon les hypothèses suivantes. Les caractéristiques du matériel érodable (*silt*, composition des métaux) sont calculées au prorata selon les caractéristiques du tableau 3.

- Proportion du stérile dans l'aire : 90 % ($35,9 \text{ Mm}^3$ généré $\times 2,9 \text{ t/m}^3 = 104,1 \text{ Mt}$ au total sur la durée de vie de la mine);
- Proportion du résidu minier dans l'aire : 10 % ($4,38 \text{ Mm}^3$ générés $\times 2,29 \text{ t/m}^3 = 10,0 \text{ Mt}$ au total);
- Proportion du résidu recouvert par le stérile : 85,7 % (maximum d'une année de résidus non recouverts à la fin de l'année 7).

Tableau 9 Facteurs d'émission fugitive associés au forage de production

Activité de forage			Nombre de trous quotidien	Équipement (facteur charge ^a)	Facteur d'émission (kg/trou)		
ID	Description	Période			PM _T	PM ₁₀	PM _{2.5}
D1	Forage des trous de stérile et de minerai	janv. – déc.	67 ⁽¹⁾	2 x Atlas Copco Flexi ROC D65 (0,43)	0,006	0,003	0,003

a Le facteur de charge moteur moyen est suggéré par l'US EPA (US EPA, 2002).

NOTE 1 : Un maximum de 27 et 40 trous seront forés quotidiennement dans le minerai et le stérile, respectivement. Deux foreuses seront en exploitation dans ces conditions.

Tableau 10 Facteurs d'émission fugitive associés au sautage

ID	Activité de sautage				Facteur d'émission				
	Surface de sautage (m ²)	Nombre par jour	Quantité d'explosif (kg/sautage)	Période	Explosion (g / sautage)			Explosif (g / kg explosif)	
					PM _T	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	NOx
E1	3 300 ⁽¹⁾	1	50 020 ⁽²⁾	janv. – déc. (12/24 h) ⁽³⁾	54 098	28 672	1 623	1,7	0,2

NOTE 1 : Un nombre de trous maximum (157) est prévu lors des sautages. La surface de sautage est donc estimée en fonction d'un patron de forage maximum (5 x 5 m), représentatif pour un sautage de trous de stérile exclusivement.

NOTE 2 : Les émissions de l'explosif sont basées sur les paramètres de sautage du stérile (318,6 kg d'explosif par trou et 157 trous).

NOTE 3 : Les sautages sont réalisés de jour seulement.

Tableau 11 Facteurs d'émission associés aux activités de concassage et de tamisage

Activité de concassage / tamisage			Taux d'alimentation (t/h)	Mesure d'atténuation (% contrôle)	Facteur d'émission (kg/t) ⁽³⁾		
ID	Description	Période			PM _T	PM ₁₀	PM _{2,5}
F1	Unité de concassage et tamisage ⁽¹⁾	janv. – déc.	157,3 ⁽²⁾	Bâtiment fermé avec dépoussiéreur central (95 %)	7,60 × 10 ⁻⁴	2,75 × 10 ⁻⁴	4,42 × 10 ⁻⁵

NOTE 1 : L'unité de concassage comprendra trois concasseurs (primaire, secondaire et tertiaire) ainsi qu'un tamiseur à double étage. L'ensemble des émissions seront canalisées vers un dépoussiéreur central avant d'être rejetées à l'atmosphère.

NOTE 2 : Valeur basée sur l'alimentation maximale prévue à l'unité de concassage (1 850 tonnes par jour de 20 heures) à laquelle des pourcentages de charge circulante de 50 % et 20 % sont ajoutés pour les concasseurs secondaire et tertiaire, respectivement. Toute la charge passant par un ou l'autre des concasseurs est alimentée dans le tamiseur.

NOTE 3 : Les facteurs d'émission combinent ceux pour le concassage non contrôlé (p. ex. 0,0027 kg/t pour les PM_T) et le tamisage non contrôlé (0,0125 kg/t pour les PM_T) auxquels un pourcentage de 95 % est retranché considérant la mesure d'atténuation choisie.

Tableau 12 Facteurs d'émission fugitive des routes minières

Segment de route			Camions					Facteur d'émission (g/km) ⁽³⁾				
ID	Longueur (km) ⁽¹⁾	Silt (%)	Modèle	Matériel transporté	Quantité transportée (t/jr)	Nombre de déplacements par jour ⁽²⁾	Distance parcourue (km/jr)	Masse pondérée (US tons)		PM _T	PM ₁₀	PM _{2.5}
G1	2,29	5,8	CAT 775G	Minerai	1 723	49	112	135,6	Été : Hiver :	2 076 1 153	550 305	55 31
			CAT 775G	Stérile	21 414	609	1 395					
			CAT 740EJ	Mort-terrain	4 416	232	532					
G2	0,42	5,8	CAT 775G	Minerai	1 723	49	21	100,5	Été : Hiver :	1 814 1 008	480 267	48 27
			CAT 740EJ	Résidu	1 429	75	32					
G3	0,88	5,8	CAT 775G	Stérile	21 414	609	536	150,9	Été : Hiver :	2 179 1 210	577 320	58 32
			CAT 740EJ	Résidu	1 429	75	66					
G4	0,36	5,8	CAT 740EJ	Mort-terrain	4 416	232	84	60,3	Été : Hiver :	1 442 801	382 212	38 21
G5	0,36	5,8	CAT 740EJ	Résidu	1 429	75	27	60,3	Été : Hiver :	1 442 801	382 212	38 21

NOTE 1 : Selon le tracé défini à la [figure 4](#).

NOTE 2 : Le nombre de déplacements correspond au total des allers et des retours calculé selon le tonnage à transporter et la capacité de transport du camion (voir [tableau 5](#)).

NOTE 3 : Les facteurs d'émission calculés selon l'[équation 7](#) incluent le pourcentage de contrôle associé à l'arrosage quotidien des routes minières avec de l'eau pendant la période estivale (55 % de mai à novembre) et au gel et la chute de neige pendant la période hivernale (75 % de décembre à avril).

Tableau 13 Facteurs d'émission des camions de livraison du concentré sur le segment non pavé industriel

Segment de route			Camion avec remorque à benne basculante b-train				Facteur d'émission (g/km) ⁽³⁾						
ID	Longueur (km) ⁽¹⁾	Silt (%)	Quantité transportée (t/jr)	Nombre de déplacements par jour ⁽²⁾	Distance parcourue (km/jr)	Masse pondérée (US tons)		PM _T	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	NOx	SO ₂
H1	0,82	5,8	466	24	20	46,4	Été : Hiver : Moteur :	1 282 712 0,44	339 188 0,44	34 19 0,41	s.o. s.o. 5,3	s.o. s.o. 18,7	s.o. s.o. 0,01

Tableau 14 Facteurs d'émission des camions de livraison du concentré sur le segment non pavé public

Segment de route				Camion avec remorque à benne basculante b-train				Facteur d'émission (g/km) ⁽³⁾						
ID	Longueur (km) ⁽¹⁾	Silt (%)	Humidité de surface (%)	Quantité transportée (t/jr)	Nombre de déplacements par jour ⁽²⁾	Distance parcourue (km/jr)	Vitesse de déplacement (miles/h)		PM _T	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	NOx	SO ₂
H2	4,80	4,3	0,5	466	24	115	31	Été : Hiver : Moteur :	276 153 0,44	84 46 0,44	8 5 0,41	s.o. s.o. 5,3	s.o. s.o. 18,7	s.o. s.o. 0,01

NOTE 1 : Selon le tracé défini à la [figure 4](#), le segment H1 sera utilisé strictement (ou du moins en majorité) par les camions de livraison de Sayona.

NOTE 2 : Le nombre de déplacements correspond au total de livraison par jour (12) et inclut également le retour d'un camion vide à la mine.

NOTE 3 : Les facteurs d'émission de PM_T, PM₁₀ et PM_{2,5} calculés selon les [équations 7](#) et [8](#) incluent le pourcentage de contrôle associé à l'arrosage quotidien des routes avec de l'eau pendant la période estivale (55 % de mai à novembre) et au gel et la chute de neige pendant la période hivernale (75 % de décembre à avril).

Tableau 15 Facteurs d'émission des camions de livraison du concentré sur le segment pavé

Segment de route			Camion avec remorque à benne basculante b-train				Facteur d'émission (g/km)						
ID	Longueur (km) ⁽¹⁾	Silt (g/m ²)	Quantité transportée (t/jr)	Nombre de déplacements par jour ⁽²⁾	Distance parcourue (km/jr)	Masse pondérée (US tons) ⁽³⁾		PM _T	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	NOx	SO ₂
H3	3,02	Été : 0,2 Hiver : 0,6	466	24	72	4,3	Été : Hiver : Moteur :	3,3 9,0 0,44	0,6 1,7 0,41	0,2 0,4 0,41	s. o. s. o. 5,3	s. o. s. o. 18,7	s. o. s. o. 0,01

NOTE 1 : Selon le tracé défini à la [figure 4](#).

NOTE 2 : Le nombre de déplacements correspond au total de livraison par jour (12) et inclut également le retour d'un camion vide à la mine.

NOTE 3 : La masse pondérée des véhicules se déplaçant sur la route est calculée en fonction des hypothèses suivantes : 1 camion b-train plein (masse totale : 61,5 tonnes) et 20 véhicules routiers (masse moyenne : 1,9 tonne) par heure.

4 Modélisation de la dispersion atmosphérique

L'étude de dispersion atmosphérique sera réalisée conformément aux exigences de l'annexe H du *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA), du *Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique* (Leduc, 2005) et du *Guide d'instructions* (MDDELCC, 2017). Les scénarios et les contaminants considérés ont été présentés aux sections 2 et 3.

4.1 Modèle de dispersion et options

Le modèle de dispersion AERMOD (version 18081), ou toute autre mise à jour disponible au moment de lancer les simulations, sera utilisé pour la modélisation de la dispersion atmosphérique.

La topographie locale sera considérée dans les simulations.

L'option « rurale » pour les coefficients de dispersion sera considérée.

L'option d'ajustement de la vitesse de rugosité (u^* , un paramètre météorologique de la couche de surface), pour corriger une erreur conceptuelle dans AERMET par vent faible, sera utilisée conformément aux recommandations les plus récentes de l'US EPA (US EPA, 2017).

La déposition sèche des matières particulières (PM_T , PM_{10} , PM_4 , $PM_{2.5}$) et de leurs constituants (métaux) des sources fugitives sera considérée dans les simulations pour le PM_T et au besoin pour les autres classes de particules. Les distributions des classes de particules seront établies en fonction des classes définies dans les facteurs d'émission du compendium AP-42.

Pour le NO_2 , dans un premier temps, une conversion totale du NO en NO_2 sera considérée et la méthode de conversion partielle « ozone-limiting method » (OLM) sera appliquée au besoin en utilisant les niveaux d'ozone spécifiés dans le *Guide d'instructions* pour les projets nordiques.

4.2 Domaine de modélisation, topographie et récepteurs

Le domaine de modélisation proposé est présenté à la [figure 2](#). Il s'étend sur 144 km² (12 x 12 km) et est centré sur les installations de la mine proposée. Ce domaine s'étend au-delà des chalets et des résidences les plus rapprochés du site susceptibles d'être affectés par les émissions des installations futures du site minier.

La zone « tampon » de 300 m autour des installations et définie dans le *Guide d'instructions* spécifiquement pour les projets miniers sur des terres publiques est aussi présentée à la [figure 2](#). Du côté sud (au sud du dépôt des explosifs), cette zone tampon est moins étendue puisque la limite des terres publiques est atteinte avant cette distance de 300 m. Cette zone représente la distance des installations à partir de laquelle les normes et critères de qualité de l'atmosphère sont applicables. Les normes et critères sont toutefois applicables aux récepteurs sensibles et résidentiels situés à l'intérieur de cette limite, ce qui n'est pas le cas dans cette étude.

Les récepteurs (points de calcul des concentrations de contaminants dans l'air ambiant) ont été distribués sur une grille multi-résolutions (1 081 récepteurs) sur l'ensemble du domaine de modélisation de la façon suivante par rapport au point central du projet :

- › aux 250 m, jusqu'à trois kilomètres;
- › aux 500 m jusqu'à six kilomètres, pour couvrir l'ensemble du domaine de modélisation.

Ce réseau de récepteurs permet de bien évaluer les impacts sur la qualité de l'air dans l'ensemble de la zone d'étude locale et au-delà. Puisque les émissions de la mine surviendront près de la surface du sol, les concentrations dans l'air ambiant seront maximales sur le site de la mine et iront en diminuant avec la distance. Des récepteurs discrets sont aussi ajoutés pour s'assurer d'estimer les concentrations maximales en bordure de la zone tampon et pour faciliter la présentation des résultats de la façon suivante :

- › Aux 50 m sur le pourtour de la limite de la zone tampon (220 récepteurs);
- › Aux récepteurs sensibles : chalets ou résidences les plus proches dans chaque direction par rapport au site du projet (5 récepteurs).

L'ensemble des récepteurs (1 306) est présenté à la [figure 2](#) et la liste des récepteurs sensibles est présentée au [tableau 16](#).

La topographie locale sera prise en considération dans la modélisation en spécifiant l'élévation et l'information sur les pentes aux récepteurs à partir des données numériques d'élévation du Canada à l'échelle 1:50 000 d'une résolution horizontale approximative de 20 m. Le processeur de terrain AERMAP (version 18081) sera utilisé à cet effet.

Tableau 16 Liste des récepteurs sensibles

Nom	Coordonnées (UTM17, WGS84)		Élevation (m)	Par rapport au centre de la mine	
	Est (m)	Nord (m)		Distance (km)	Direction
1 Chalet	708765	5365017	303	4,9	NNE
2 Résidence	701716	5361002	300	4,9	O
3 Chalet	706566	5357029	310	3,5	S
4 Résidence	707759	5356536	294	4,2	SSE
5 Résidence	712296	5360014	349	5,7	E

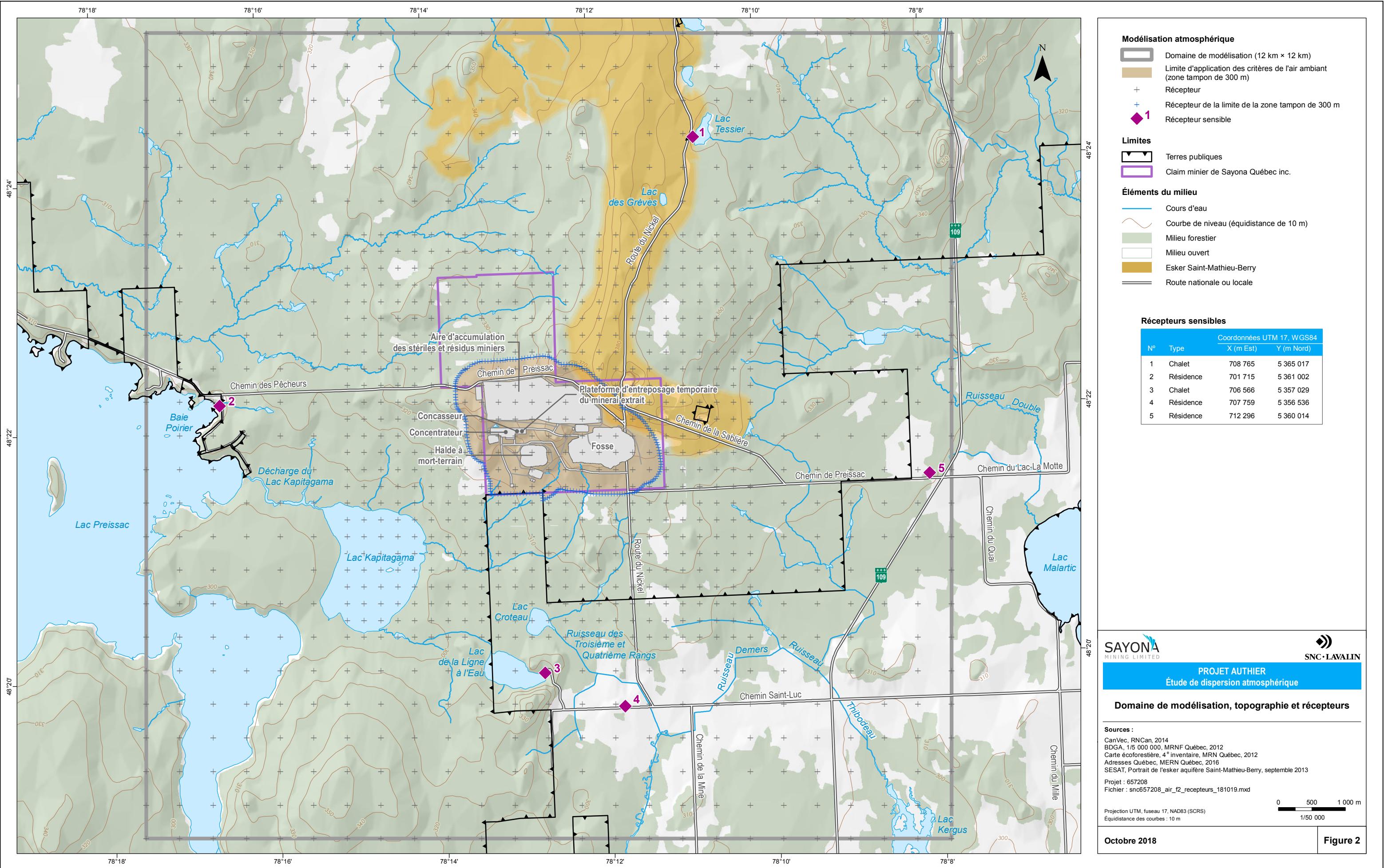


Figure 3 Identification des sources d'émissions

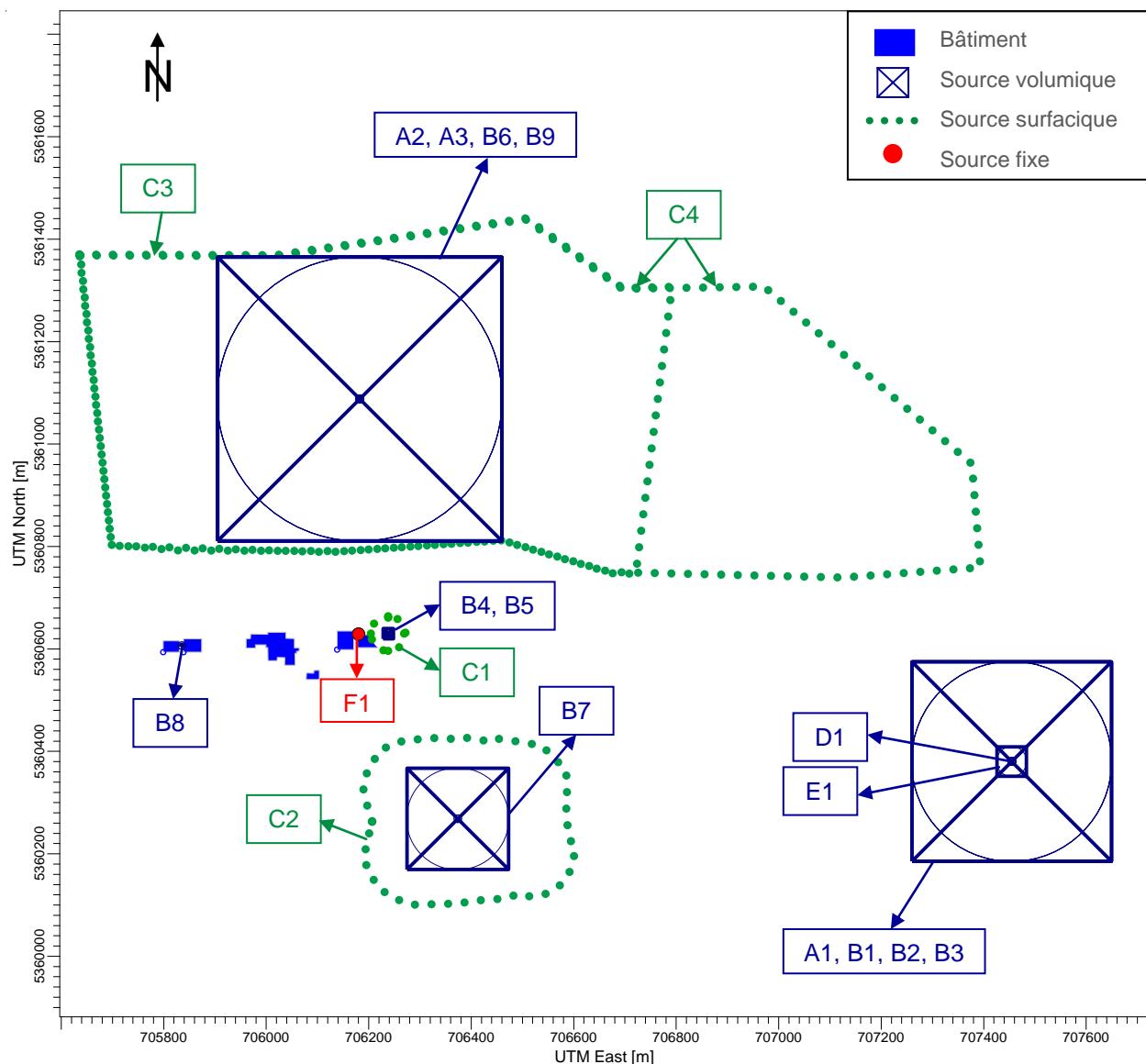


Figure 4 Identification des sources d'émissions - Segments de route

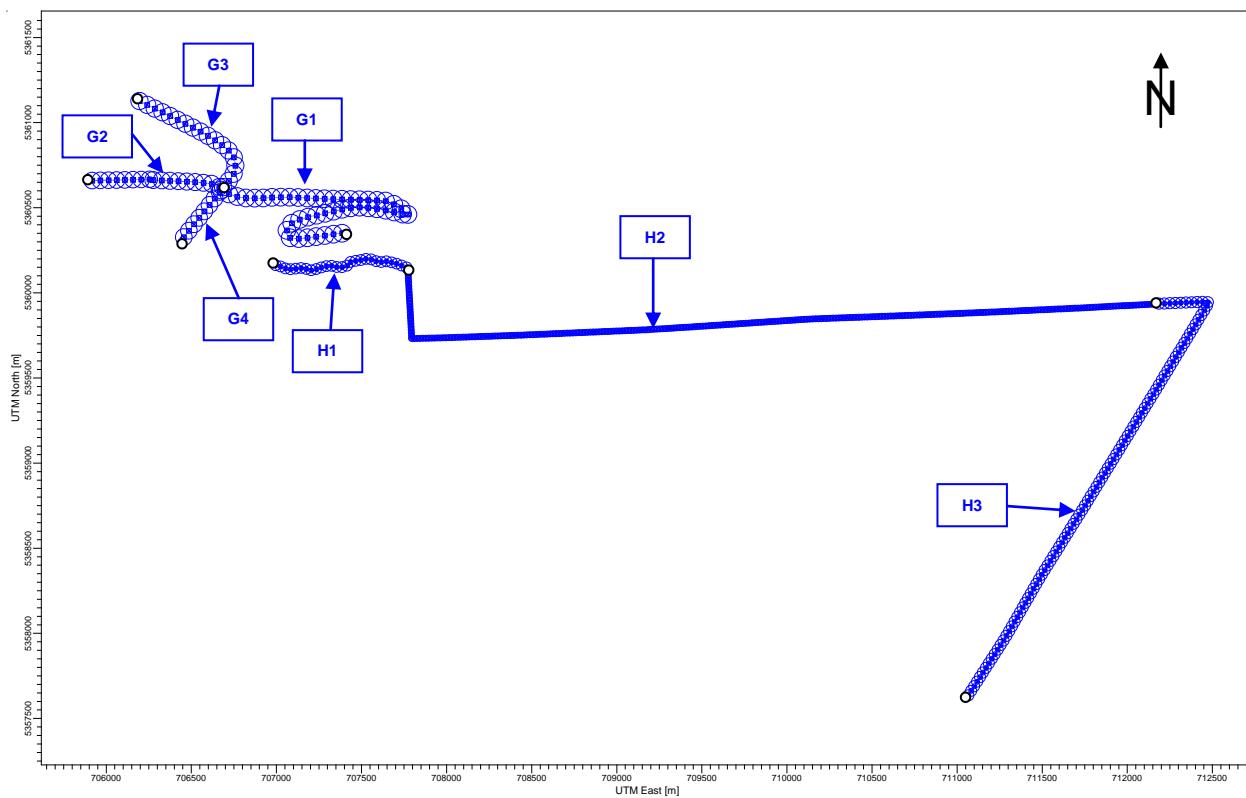
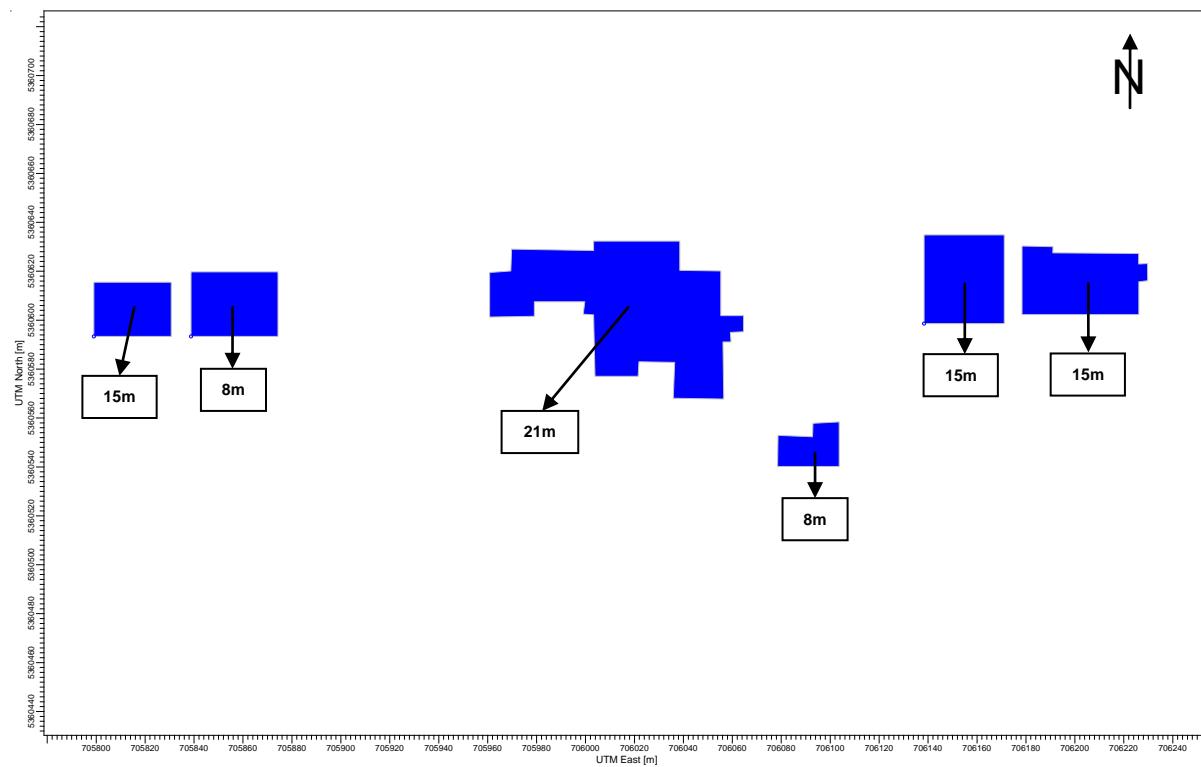


Figure 5 Localisation des bâtiments et hauteurs correspondantes



4.3 Météorologie

Les principaux paramètres météorologiques contrôlant la dispersion atmosphérique des contaminants et considérés par le modèle AERMOD sont : la vitesse et la direction du vent, les indices de la stabilité atmosphérique (vitesse de friction, longueur de Monin-Obukov) et la hauteur de mélange. Ces paramètres, de même que la température ambiante, doivent être fournis sur une base horaire au modèle.

Le modèle micro-météorologique AERMET (version 18081) a été utilisé pour préparer la base de données météorologiques nécessaire au modèle AERMOD. AERMET requiert au minimum des observations horaires en surface (vitesse et direction du vent, température et opacité du couvert nuageux) et des sondages aérologiques une fois par jour le matin. Les sondages aérologiques au lever du jour (mesure du profil vertical des paramètres météorologiques à l'aide de ballons-sondes) sont utilisés pour l'estimation des hauteurs de mélange durant le jour. AERMET requiert aussi la détermination des paramètres de surface au site météorologique afin d'estimer la turbulence dans la couche limite planétaire.

4.3.1 Données météorologiques

Les stations météorologiques dont le programme d'observation est adéquat pour le modèle de dispersion sont les stations des aéroports de Val-d'Or (YVO - 7098600 jusqu'en 2012; GVO – 7098630 depuis 2008) et de Rouyn-Noranda (YUY - 7086720). Ces derniers sont situés respectivement à 47 km au sud-est et à 49 km au sud-ouest du site du projet de la mine Sayona.

Après consultation auprès du MDDELCC¹, la station de Val-d'Or a été sélectionnée comme station principale et la station de Rouyn-Noranda a été utilisée pour remplacer les observations manquantes de la station de Val d'Or.

Puisque la disponibilité horaire et 24 heures sur 24 des observations de la nébulosité (opacité et étendue des nuages) deviennent variables à partir de 2012 aux deux aéroports, seules les observations horaires de 2000 à 2012 de Val-d'Or et de Rouyn-Noranda ont été analysées en détail afin de constituer une base de données météorologiques d'une période de 5 années, préféablement consécutives, qui rencontre les exigences de complétude du MDDELCC.

Les sondages aérologiques (mesure du profil vertical des paramètres météorologiques à l'aide de ballons-sondes) proviennent de la station de Maniwaki. Bien que la station aérologique de Maniwaki soit située à 294 km au sud-est du site de Sayona, elle est tout de même considérée représentative des conditions météorologiques en altitude de la mine. La station aérologique de Maniwaki est d'ailleurs la seule station dans le sud et l'ouest du Québec.

Les observations horaires en surface ont été obtenues auprès des services météorologiques d'ECCC et les sondages aérologiques ont été obtenus du site internet de la « NOAA/ESRL Radiosonde Database (www.esrl.noaa.gov/raobs) ».

¹ Courriel de M. Vincent Veilleux du MDDELCC (DGSÉE – DAE) à Mme Niloofar Sokhandan de SNC-Lavalin, le 8 août 2018.

Le [tableau 17](#) présente la fréquence de données manquantes à la station de l'aéroport de Val-d'Or de 2000 à 2012 alors que le [tableau 18](#) présente la liste, les caractéristiques et les paramètres de chaque station météorologique utilisée.

Tableau 17 Sommaire des observations météorologiques horaires manquantes à la station de l'aéroport de Val-d'Or

Années	Fréquence d'observations horaires manquantes (%)				
	Direction et vitesse du vent	Température	Pression	Humidité relative	Opacité des nuages
2000	0,60	0,60	0,60	0,84	0,64
2001	0,25	0,17	0,17	0,19	0,17
2002	0,01	0,01	0,03	0,09	0,02
2003	0,05	0,03	0,03	0,43	0,03
2004	0,00	0,00	0,00	0,01	0,32
2005	0,06	0,30	0,03	0,38	0,03
2006	0,81	0,02	0,01	0,15	0,01
2007	0,45	0,05	0,06	0,24	0,07
2008	0,03	0,02	0,02	0,13	0,16
2009	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00
2010	0,00	0,96	0,00	1,70	0,16
2011	11	10	10	10	10
2012	12	12	12	12	34

La période de 2006 à 2010 a finalement été sélectionnée pour la préparation du jeu de données météorologiques avec AERMET. Cette période correspond à la période de cinq années consécutives ayant la plus faible fréquence de données manquantes à Val-d'Or sur l'ensemble de la période de 2000 à 2012. Les critères de sélection incluent aussi la fréquence d'observations manquantes d'opacité des nuages à la station de Rouyn-Noranda et la disponibilité des sondages aérogéographiques de Maniwaki.

Tableau 18 Liste des stations météorologiques et paramètres utilisés (2006 à 2010)

Nom de la station (numéro ECCC)	Localisation				Type de station	Fréquence des données	Paramètres utilisés dans l'étude	Observations manquantes
	Latitude (° nord)	Longitude (° ouest)	Altitude (m)	Distance et direction par rapport au site				
Val-d'Or (YVO, 7098600)	48,03	74,47	337	46 km au sud-est	Surface	Horaire	Vitesse et direction du vent à 10 m ⁽¹⁾ Température ⁽¹⁾ Humidité relative Pression Opacité du ciel ⁽¹⁾ Étendue des nuages	0 à 84 heures par année (0 à 0,81 %)
Val-d'Or (GVO, 7098603)	48,03	77,47	339	46 km au sud-est	Surface	Horaire	Vitesse et direction du vent à 10 m ⁽¹⁾ Température ⁽¹⁾ Humidité relative Pression ⁽¹⁾ Opacité du ciel ⁽¹⁾ Étendue des nuages	
Rouyn-Noranda (YUY, 7086720)	48,15	79,2	301	50 km à l'ouest-sud-ouest	surface	Horaire	Vitesse et direction du vent à 10 m ⁽²⁾ Température ⁽²⁾ Humidité relative ⁽²⁾ Pression ⁽²⁾ Opacité du ciel ⁽²⁾ Étendue des nuages ⁽²⁾	0 à 15 heures par année (0 à 0,17 %)
Maniwaki (7034480)	46,30	76,01	189	294 km au sud-est	Altitude	2 fois par jours	Profils verticaux de température le matin ⁽¹⁾	0 à 3 sondages du matin par année (0 à 0,82 %)

(1) Observations nécessaires au modèle de dispersion atmosphérique. Les autres paramètres sont facultatifs.

(2) Lorsque les données de la station de l'aéroport de Val-d'Or sont manquantes.

4.3.2 Traitement des données

4.3.2.1 Observations horaires en surface

Les observations en surface des stations météorologiques ont été fournies par ECCC dans le format des archives climatologiques nationales (HLY01). Les observations manquantes de la station Val-d'Or YVO (pas d'observations nocturnes à partir de juin 2012) ont été remplacées par les observations disponibles pour les mêmes paramètres et au même moment à la station Val-d'Or GVO. Les observations manquantes des stations ont aussi été remplacées par interpolation linéaire jusqu'à trois heures consécutives et les données toujours manquantes à la station de Val-d'Or sont remplacées par celles de Rouyn-Noranda.

Finalement, les données de Val-d'Or après remplacement des observations manquantes sont reformatées avec conversion d'unités dans le format CD144, un format de données américain compatible avec AERMET. En fin de traitement, le jeu de données de surface pour l'étude de dispersion est complet et ne comporte aucune donnée manquante.

4.3.2.2 Sondages aérologiques

Les sondages aérologiques disponibles en format FSL (*Forecast Systems Laboratory*) auprès de la *National Oceanographic and Atmospheric Administration* (NOAA) sont compatibles avec AERMET.

Un traitement de remplacement des sondages manquants ou invalides a toutefois été appliqué à ces données. Seuls les sondages du matin (12:00 UTC), avec une tolérance de deux heures, car certains sondages sont réalisés en avance ou en retard, sont analysés. Les sondages manquants ou invalides sont remplacés par le sondage valide de 12:00 UTC de la journée précédente ou par celui de la journée suivante. Il est ainsi possible de remplacer jusqu'à deux sondages manquants ou invalides consécutifs. Un sondage invalide est un sondage dont le niveau de surface est absent, qui ne possède que quelques niveaux de mesures ou dont les paramètres (température, pression et hauteur) sont manquants sur trop de niveaux sous 5 000 m. Sur l'ensemble de la période de 2006 à 2010, quatre sondages invalides et sept sondages manquants ont été identifiés et remplacés par le sondage de la journée précédente.

4.3.2.3 Options de AERMET

Les options suivantes ont été utilisées lors de l'exécution d'AERMET :

- › Ajout d'une composante aléatoire de -5 à 5° à chaque observation de la direction du vent rapportée aux 10 degrés près par ECCC.
- › Variation des paramètres de surface sur une base mensuelle pour chacune des stations météorologiques.
- › Utilisation de l'option d'ajustement de calcul de la vitesse de friction (u^*) pour corriger une erreur conceptuelle dans la version originale de AERMET, comme recommandé par l'US EPA (US EPA, 2017) et le MDDELCC.

En fin de traitement avec AERMET, le jeu de données pour l'étude de dispersion est complet et ne comporte aucune donnée manquante.

4.3.3 Rose des vents

Les roses des vents illustrant la fréquence de la provenance du vent par classe de vitesse à la station de l'aéroport de Val-d'Or et à l'aéroport de Rouyn-Noranda sont présentées respectivement aux figures 6 et 7. La vitesse moyenne des vents à la station de l'aéroport Val-d'Or est à 12,9 km/h alors que cette vitesse est de 11,2 km/h à la station de l'aéroport de Rouyn-Noranda. Les roses des vents des deux aéroports sont très similaires. Les vents dominants des deux stations proviennent du secteur compris entre le sud-ouest et le sud-sud-ouest avec une fréquence de 9,6 % à la station de Rouyn-Noranda et une fréquence de 10,1 % à la station de Val-d'Or. Il y a aussi un deuxième pic de fréquences de la provenance du vent compris entre le nord-ouest et le nord-nord-est aux deux stations. La fréquence de ces vents est de 8,2 % à la station de Rouyn-Noranda et 10 % à la station de Val-d'Or.

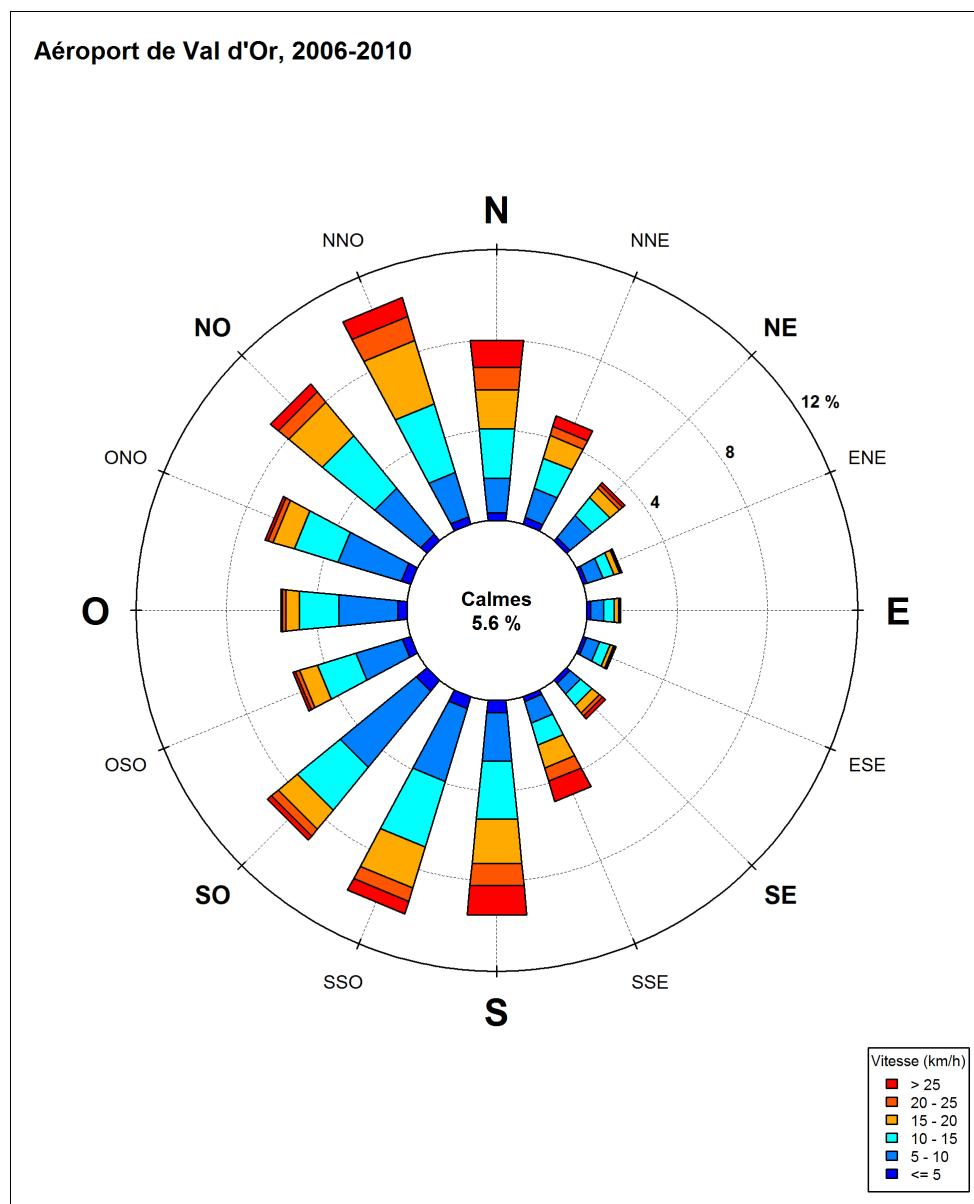


Figure 6 Rose des vents – Aéroport de Val-d'Or (2006-2010)

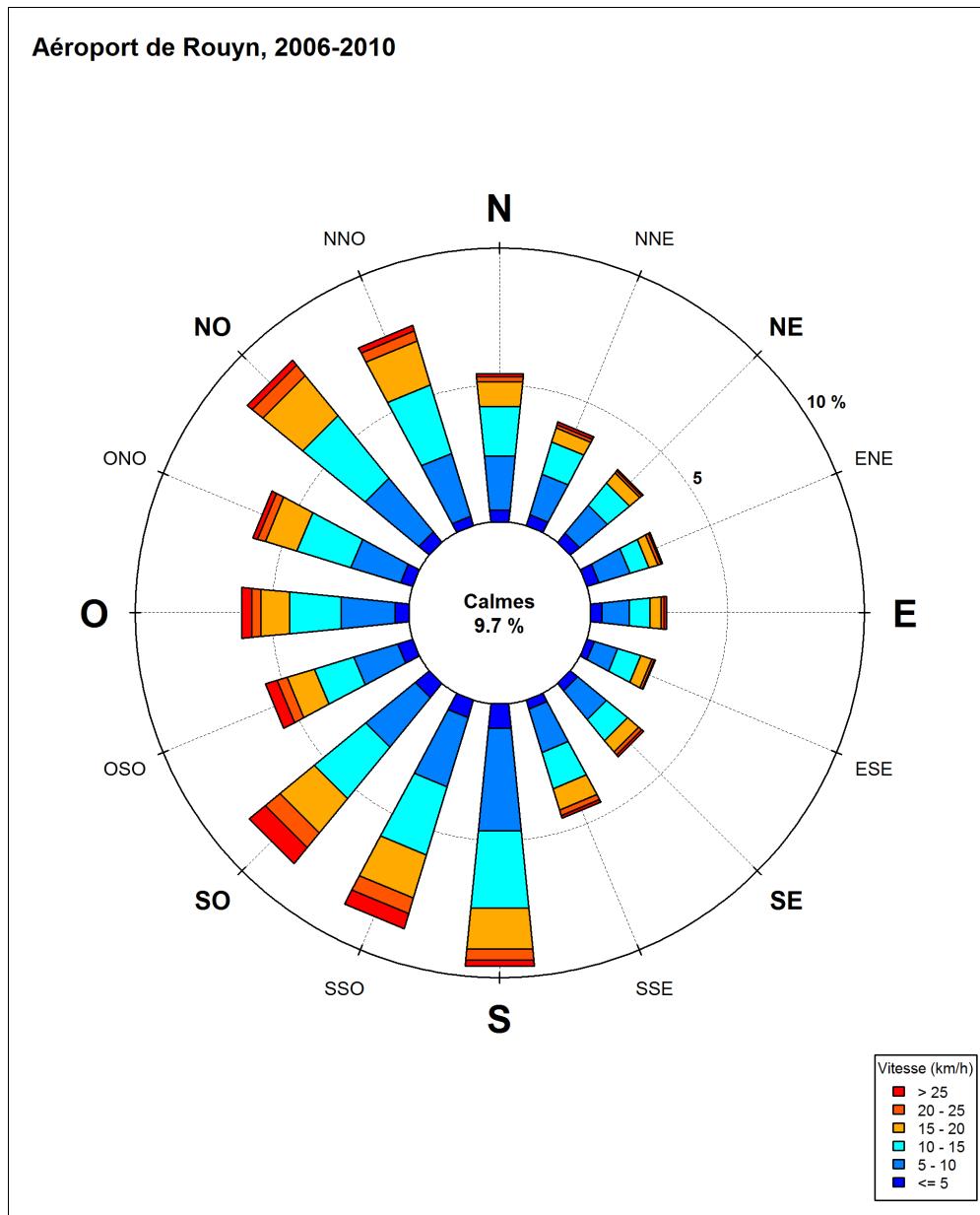


Figure 7 Rose des vents – Aéroport de Rouyn-Noranda (2006-2010)

4.3.4 Paramètres de surface

Lors de la préparation des données météorologiques avec AERMET, l'usager doit estimer certains paramètres de surface pour le site de mesure météorologique. Ces paramètres de surface sont utilisés par le modèle météorologique AERMET pour estimer les paramètres micro-météorologiques décrivant la couche limite atmosphérique (vitesse de friction, longueur de Monin-Obukov, hauteur de mélange) à partir des observations météorologiques courantes : vitesse du vent, température, couvert nuageux.

Ces paramètres de surface sont :

- › La longueur de rugosité (z_0) qui est fonction de la hauteur des obstacles à l'écoulement du vent. Il s'agit de la hauteur théorique à laquelle la vitesse du vent horizontal tend vers zéro;
- › L'albédo (α) qui représente la fraction du rayonnement solaire incident réfléchie par la surface à midi;
- › Le rapport de Bowen (B_o) qui est le rapport entre le flux de chaleur sensible et le flux de chaleur latente durant le jour. Il représente l'humidité de la surface.

Selon la dernière version du guide d'application d'AERMOD par l'US EPA (US EPA, 2018), des valeurs régionales moyennes sur un domaine de 10 km par 10 km devraient être utilisées pour le rapport de Bowen et l'albédo. Pour la rugosité de la surface, des valeurs typiques selon la provenance du vent et de l'utilisation du sol dans un rayon de 1 km du site météorologique devraient être utilisées. Pour tous ces paramètres, les variations saisonnières (ou mensuelles) doivent aussi être considérées.

La couverture du sol sur un domaine de 10 km par 10 km a été déterminée à partir des cartes écoforestières (4^e inventaire écoforestier du Québec méridional du MFFP, janvier 2018) et de l'interprétation d'images satellites à haute résolution (Bing maps).

La carte de couverture du sol ainsi préparée est présentée à la [figure 8](#). La [figure 9](#) montre une image satellite du site de la station météorologique de Val-d'Or et les six secteurs utilisés pour définir la rugosité de la surface dans un rayon d'un kilomètre. Le [tableau 19](#) présente les caractéristiques de surface saisonnières utilisées dans cette étude pour chaque catégorie d'utilisation ou de couverture du sol identifiées. Des valeurs typiques par saison et par type de couverture du sol ont été retenues (US EPA, 2013). La définition des saisons est principalement basée sur les normales climatiques de température moyenne journalière mensuelle et d'épaisseur de neige au sol en fin de mois dans la région.

Dans un rayon d'un kilomètre de la station météorologique, la couverture du sol est principalement composée de zones boisées (33 %), de surfaces gazonnées (28 %) et de milieu bâti (12 %). Pour le domaine de 10 x 10 km, la couverture du sol est principalement composée de milieux humides (34 %), de forêts résineuses (22%) et forêts et de boisés mixtes (13 %).

Tel que recommandé par l'US EPA (US EPA, 2018), les paramètres de surface moyens dans la zone d'étude ont été établis de la façon suivante :

- › Albedo (α) : moyenne arithmétique régionale, sans dépendance par la distance ou la provenance du vent, pour un domaine de 10 km par 10 km centré sur le site météorologique;
- › Rapport de Bowen (B_o) : moyenne géométrique régionale, sans dépendance par la distance ou la provenance du vent, pour un domaine de 10 km par 10 km centré sur le site météorologique;
- › Rugosité (z_0) : moyenne géométrique pondérée par l'inverse de la distance dans un rayon d'un kilomètre du site météorologique, pour chacun des cinq secteurs de provenance du vent sélectionnés.

Le [tableau 20](#) présente les résultats des calculs des paramètres de surface saisonniers utilisés comme intrants au modèle micro-météorologique AERMET.

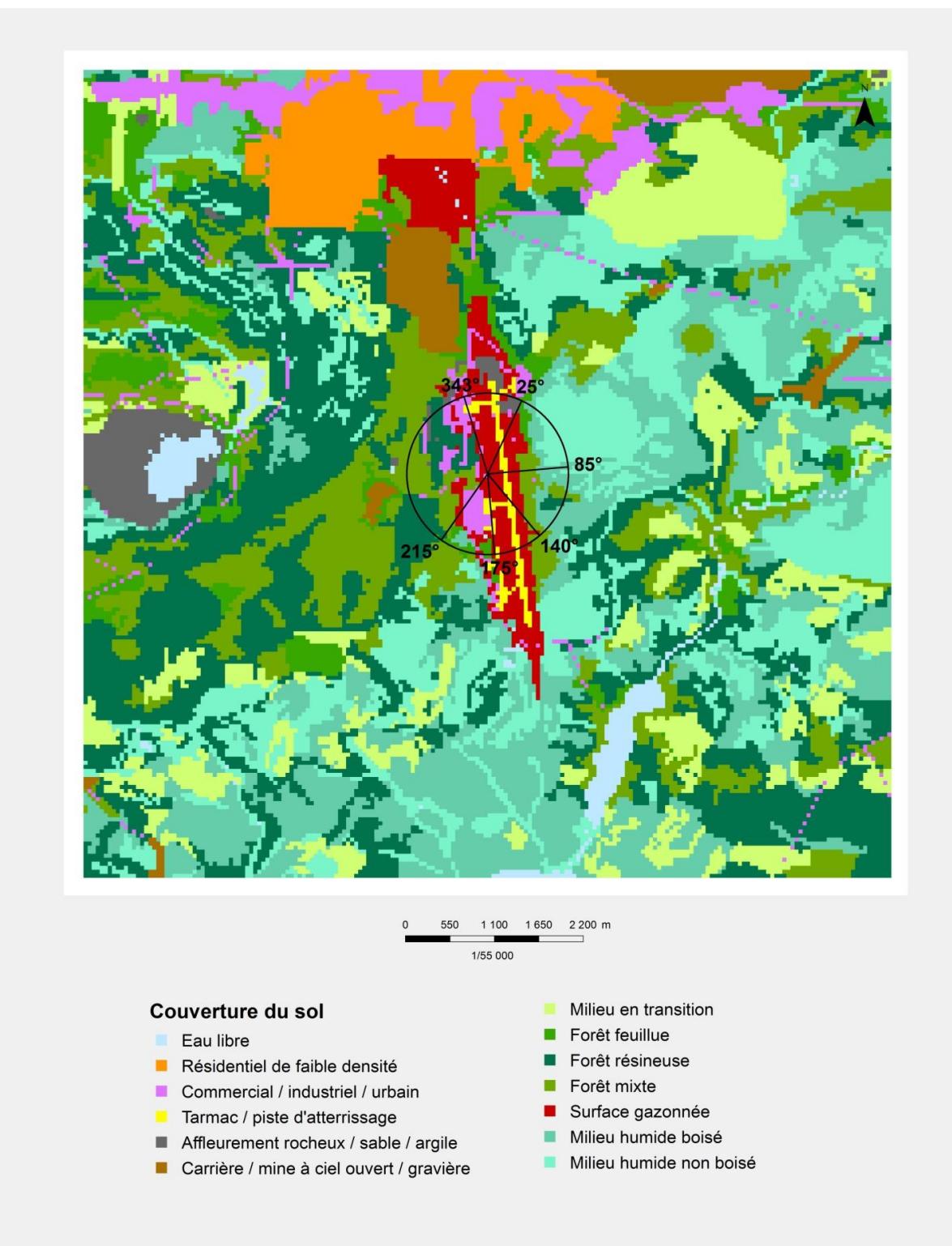


Figure 8 Carte de couverture du sol sur un domaine de 10 x 10 km centré sur le site de la station météorologique de l'aéroport de Val-d'Or



Figure 9 Définition des secteurs dans un rayon de 1 km de la station météorologique de Val-d'Or utilisés pour l'estimation de la rugosité de la surface

Tableau 19 Paramètres de surface par saison et par type de couverture du sol

Couverture du sol	% de la couverture du domaine		Rugosité (m)				Albédo				Rapport de Bowen			
	Rayon 1 km	10 x 10 km	E	A	H	P	E	A	H	P	E	A	H	P
Eau	0,1 %	1,7%	0,001	0,001	0,0015	0,001	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
Résidentiel faible densité	0,0 %	4,2 %	0,4	0,3	0,3	0,4	0,16	0,18	0,45	0,16	0,8	1	0,5	0,8
Commercial/industriel/urbain	12,2 %	4,3 %	0,7	0,7	0,7	0,7	0,18	0,18	0,35	0,18	1,5	1,5	0,5	1,5
Tarmac et piste d'atterrissement	7,3 %	0,4 %	0,02	0,02	0,02	0,02	0,18	0,18	0,25	0,18	1,5	1,5	0,5	1,5
Affleurement rocheux/sable/argile	2,1 %	1,7 %	0,05	0,05	0,05	0,05	0,2	0,2	0,6	0,2	1,5	1,5	0,5	1,5
Carrière/mine à ciel ouvert/gravière	0,0 %	2,3 %	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,6	0,2	1,5	1,5	0,5	1,5
Milieux en transition	0,0 %	9,9 %	0,2	0,2	0,2	0,2	0,18	0,18	0,45	0,18	1	1	0,5	1
Boisés - Forêts feuillues	3,8 %	4,1 %	1,3	0,6	0,5	1	0,16	0,17	0,5	0,16	0,3	1	0,5	0,7
Forêt résineuse	14,3 %	21,7 %	1,3	1,3	1,3	1,3	0,12	0,12	0,35	0,12	0,3	0,8	0,5	0,7
Forêts, boisés mixtes	18,9 %	13,0 %	1,3	0,9	0,8	1,1	0,14	0,14	0,42	0,14	0,3	0,9	0,5	0,7
Surfaces gazonnées	27,6 %	2,6 %	0,02	0,01	0,005	0,015	0,15	0,18	0,6	0,15	0,5	0,7	0,5	0,3
Milieu humide boisé	9,2 %	18,3 %	0,5	0,4	0,3	0,5	0,14	0,14	0,3	0,14	0,2	0,3	0,5	0,2
Milieu humide non boisé	4,5 %	15,7 %	0,2	0,2	0,1	0,2	0,14	0,14	0,3	0,14	0,1	0,1	0,5	0,1

Notes :

E : l'été comprend la période de juin à septembre.

A : l'automne (sans neige au sol et végétation minimale) comprend le mois d'octobre.

H : l'hiver (neige au sol) comprend la période de novembre à mars.

P : le printemps (sans neige au sol et végétation minimale) comprend le mois de mai.

Tableau 20 Paramètres de surface utilisés dans le modèle météorologique

Saison	Albédo	Rapport de Bowen	Rugosité (m) par secteur					
			0° à 25° 343° à 360°	25° à 85°	85° à 140°	140° à 175°	175° à 215°	215° à 343°
Été	0,15	0,32	0,024	0,084	0,141	0,022	0,18	0,35
Automne	0,15	0,52	0,015	0,054	0,093	0,013	0,13	0,27
Hiver	0,38	0,50	0,009	0,034	0,064	0,008	0,10	0,22
Printemps	0,15	0,43	0,020	0,071	0,120	0,018	0,16	0,31

Notes :

E : l'été comprend la période de juin à septembre.

A : l'automne (sans neige au sol et végétation minimale) comprend le mois d'octobre.

H : l'hiver (neige au sol) comprend la période de novembre à avril.

P : le printemps (sans neige au sol et végétation minimale) comprend le mois de mai.

4.4 Normes et critères de qualité de l'atmosphère et concentrations initiales

Les normes et critères de qualité de l'atmosphère présentés dans le RAA et le document « *Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère* » (MDDELCC, 2016) représentent les seuils d'exposition maximums, selon les périodes applicables par contaminant. Ces valeurs limites dans l'air ambiant sont présentées au [tableau 21](#).

Ce tableau présente aussi les concentrations initiales proposées pour ce projet. En l'absence d'une station de suivi de la qualité de l'air régionale, les valeurs suggérées dans le *Guide d'instructions* pour les projets miniers au nord du 51^e parallèle sont proposées comme concentrations initiales pour le projet. Bien que le projet soit à plus faible latitude (48,36° N), les valeurs par défaut du RAA, établies pour des régions fortement urbanisées, ne sont pas现实的 pour la région. Les valeurs par défaut du RAA seront utilisées lorsque des valeurs ne sont pas spécifiées dans le *Guide d'instructions*.

D'ailleurs, aucune installation industrielle située dans le domaine de modélisation du projet de Sayona n'a déclaré des émissions à l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP) pour l'année 2016. L'installation la plus rapprochée du site ayant fait une déclaration (Mine Lapa d'Agnico Eagle) est située à environ 15 km du projet minier.

Tableau 21 Normes (critères) de qualité de l'atmosphère et concentrations initiales

Contaminant	Durée	Norme/critère			Concentration initiale proposée	
		Valeur guide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Statut	Concentration initiale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Justificatif
Contaminants principaux						
Dioxyde de soufre (SO_2)	4-min	1 310	N	150	40	Milieu nordique
	24-h	288	N	50	10	Milieu nordique
	1-an	52	N	20	2	Milieu nordique
Dioxyde d'azote (NO_2)	1-h	414	N	150	50	Milieu nordique
	24-h	207	N	100	30	Milieu nordique
	1-an	103	N	20	10	Milieu nordique
Monoxyde de carbone (CO)	1-h	34 000	N	2 650	600	Milieu nordique
	8-h	12 700	N	1 750	400	Milieu nordique
Particules totales (PM_{T})	24-h	120	N	90	40	Milieu nordique
Particules fines ($\text{PM}_{2.5}$)	24-h	30	N	20	15	Milieu nordique
Métaux						
Antimoine (Sb)	1-an	0,17	N	0,007	0,001	Milieu nordique
Argent (Ag)	1-an	0,23	N	0,005	0,005	RAA
Arsenic (As)	1-an	0,003	N	0,002	0,002	RAA
Baryum (Ba)	1-an	0,05	N	0,025	0,02	Milieu nordique
Béryllium (Be)	1-an	0,0004	N	0,0	0,0	RAA
Cadmium (Cd)	1-an	0,0036	N	0,003	0,0005	Milieu nordique
Cobalt (Co)	1-an	0,1	C	0,0	0,0	Critère du MDDELCC
Cuivre (Cu)	24-h	2,5	N	0,2	0,2	RAA
Manganèse (Mn) dans PM_{10}	1-an	0,025	C	0,02	0,005	Milieu nordique
Mercure (Hg)	1-an	0,005	N	0,002	0,002	RAA
Nickel (Ni) dans PM_{10}	24-h	0,014	N	0,002	0,002	RAA
Plomb (Pb)	1-an	0,1	N	0,025	0,004	Milieu nordique
Sélénum (Se)	1-h	2	C	0,15	0,15	RAA
Thallium (Th)	1-an	0,25	N	0,05	0,005	Milieu nordique
Titane (Ti) dans PM_{10}	24-h	2,5	C	0,0	0,0	Critère du MDDELCC
Vanadium (V)	1-an	1	N	0,01	0,01	RAA
Zinc (Zn)	24-h	2,5	N	0,1	0,1	RAA

Milieu nordique : valeurs spécifiées dans le *Guide d'instructions* pour les projets miniers au nord du 51^e parallèle.

4.5 Effets de sillage des bâtiments

Les effets de sillage des bâtiments sur la dispersion atmosphérique et l’élévation des panaches des cheminées seront considérés dans l’analyse. Les dimensions et hauteurs des bâtiments pouvant être considérées comme un obstacle significatif au libre écoulement de l’air seront analysées avec le programme BPIP « *Building Profile Input Program* » de l’US EPA.

La localisation et la hauteur des bâtiments considérées dans l’étude sont présentées à la figure 5.

4.6 Caractéristiques des sources d’émissions atmosphériques

Les caractéristiques physiques des sources retenues pour la modélisation sont résumées aux tableaux 22 à 25 selon le type de sources (fixe, volumique, série de sources volumiques alternées, surfacique). L’emplacement de chaque source est illustré aux figures 3 et 4.

Tableau 22 Caractéristiques des sources fixes

ID	Coordonnées centrales (UTM 17)		Élévation de base	Débit	Hauteur	Diamètre	Orientation	Température	Vitesse des gaz
	X – m	Y – m							
F1	706 180	5 360 629	338	26,5	20	1,5	Verticale	298	15

Tableau 23 Caractéristiques des sources volumiques représentant des segments de route

ID	Longueur m	Nombre de sources	Nombre de voies	Élévation de base	Largeur des routes	Hauteur d'émission ⁽¹⁾	Sigma – Y ⁽¹⁾	Sigma - Z ⁽¹⁾
							m	m
G1	2 288	45	2	330 à 350	20	3,79	23,9	3,53
G2	420	9	2	339 à 350	20	3,79	22,9	3,53
G3	877	18	2	346 à 350	20	3,79	23,3	3,53
G4	365	8	2	334 à 350	20	3,37	22,5	3,13
G5	362	8	2	332 à 340	20	3,37	22,3	3,13
H1	823	27	2	325 à 330	10	3,23	14,4	3,00
H2	4 899	283	1	310 à 325	2,5 ⁽²⁾	3,23	7,9	3,00
H3	3 020	95	2	300 à 310	10	3,23	14,7	3,00

⁽¹⁾ Propriétés de chacune des sources du segment

Hauteur véhicule (m)	Hv	4
Largeur véhicule (m)	Lv	3,5
Hauteur du panache (m)	Hp = 1,7 * Hv	6,8
Hauteur d'émission (m)	Hp/2	3,4
Sigma-Z (m)	Sz= Hp/2,15	3,16

⁽²⁾ Largeur de véhicule

Tableau 24 Caractéristiques des sources volumiques autres que les segments routiers

ID	Coordonnées centrales (UTM17)		Élévation de base	Hauteur d'émission ⁽¹⁾	Dimension latérale	Sigma - Y ⁽¹⁾	Sigma - Z ⁽¹⁾
	Est (m)	Nord (m)	m	m	m	m	m
A1	707 455	5 360 380	333	0,94	398	91	0,87
A2	706 183	5 361 088	348	1,79	554	129	1,67
A3	706 183	5 361 088	348	0,94	554	129	0,88
B1	707 455	5 360 380	333	5,98	389	91	5,56
B2	707 455	5 360 380	333	5,98	389	91	5,56
B3	707 455	5 360 380	333	5,98	389	91	5,56
B4	706 238	5 360 630	340	1,98	20	4,65	1,84
B5	706 238	5 360 630	340	1,98	3,5	0,82	1,84
B6	706 183	5 361 088	348	1,98	554	129	1,84
B7	706 373	5 360 268	330	1,55	198	46	1,44
B8	705 835	5 360 606	329	1,55	4,0	0,93	1,44
B9	706 183	5 361 088	348	1,55	554	129	1,44
D1	707 455	5 360 380	333	1	2,5	0,58	0,93
E1	707 455	5 360 380	333	7,5	57	13	6,98

⁽¹⁾ Hauteur d'émission : la moitié de la dimension verticale type de la source.

Sy = dimension latérale/4,3.

Sz = dimension verticale/2,15.

Tableau 25 Caractéristiques des sources surfaciques

ID	Coordonnées Centrales (UTM17)		Élévation de base	Surface	Hauteur d'émission ⁽¹⁾	Sigma-Z ⁽¹⁾
	Est (m)	Nord (m)	m	m ²	m	m
C1	706 238	5 360 630	340	3 610	0,55	0,51
C2	706 207	5 360 263	329	117 151	8,55	8,0
C3	705 636	5 361 370	327	644 539	0,85	0,79
C4	705 637	5 361 368	327	922 266	0,85	0,79

⁽¹⁾ Hauteur d'émission : la moitié de la dimension verticale type de la source.

Sz = dimension verticale/2,15.

Tel que mentionné à la section 4.1, la déposition sèche des matières particulières (PM_T , PM_{10} , PM_4 , $PM_{2.5}$) et de leurs constituants (métaux) des sources fugitives sera considérée dans les simulations pour le PM_T et au besoin pour les autres classes de particules. Puisque les émissions surviennent à proximité du sol, que la masse volumique des poussières est relativement élevée (poussières de roches) et que la fraction de particules plus grossières ($> 10 \mu\text{m}$) est importante, la déposition sèche est considérée.

Le modèle de dispersion requiert alors pour chacune des sources une distribution par classe de diamètre des particules de même que la masse volumique des particules de chacune de ces classes. Les intrants au modèle de dispersion sont présentés au [tableau 26](#).

L'inventaire des émissions a permis d'estimer les émissions de PM_T, de PM₁₀ et de PM_{2,5}, ce qui correspond à trois classes de particules. Pour certaines sources, les facteurs d'émission d'AP42 permettent de définir plus de trois catégories. Pour chaque classe de diamètre de particules, le diamètre moyen a été considéré dans l'analyse. Les masses volumiques des particules ont été estimées selon la nature des émissions (poussières de mineraux, stériles, de résidus ou de route).

Tableau 26 Paramètres pour la déposition sèche des particules

Classes de particules et diamètres moyens (μm)	>2,5		2,5-10		>10		Masses volumiques (g/cm^3)	
	1,25		6,25		20			
Segments de route	Proportions relatives (%)							
A1	0,11		0,10		0,80		1,9	
A2	0,11		0,06		0,83		2,9	
A3	0,11		0,22		0,67		2,9	
D1	0,61		0,01		0,39		2,9	
E1	0,61		0,01		0,39		2,9	
F1	0,023		0,321		0,66		2,9	
G1	0,027		0,238		0,735		2,5	
G2	0,027		0,238		0,735		2,5	
G3	0,027		0,238		0,735		2,5	
G4	0,027		0,238		0,735		2,5	
G5	0,027		0,238		0,735		2,5	
H1	0,027		0,238		0,735		2,5	
H2	0,032		0,272		0,696		2,5	
Classes de particules et diamètres moyens (μm)	>2,5		2,5-10		10-15		Masses volumiques (g/cm^3)	
	1,25		6,25		12,5			
Segments de route	Proportions relatives (%)							
C1	0,08		0,43		0,1		2,9	
C2	0,08		0,43		0,1		1,9	
C3	0,08		0,43		0,1		2,9	
C4	0,08		0,43		0,1		2,9	
H3-ÉTÉ	0,149		0,138		0,041		2,5	
H3-HIVER	0,087		0,143		0,044		2,5	
Classes de particules et diamètres moyens (μm)	>2,5	2,5-5		5-10		10-15		Masses volumiques (g/cm^3)
	1,25	3,75		7,5		12,5		
Proportions relatives (%)								
B1	0,07	0,20		0,20		0,18		2,9
B2	0,07	0,20		0,20		0,18		2,9
B3	0,07	0,20		0,20		0,18		1,9
B4	0,07	0,20		0,20		0,18		2,9
B5	0,07	0,20		0,20		0,18		2,9
B6	0,07	0,20		0,20		0,18		2,9
B7	0,07	0,20		0,20		0,18		1,9
B8	0,07	0,20		0,20		0,18		2,9
B9	0,07	0,20		0,20		0,18		2,9

5 Présentation des résultats

Les résultats de modélisation seront présentés sous la forme de tableaux et de cartes selon les exigences habituelles du *Guide de modélisation*. La structure du rapport sera similaire à celle de ce devis, sauf que le présent chapitre sera consacré à la présentation des résultats pour le scénario de production modélisé.

Les tableaux présenteront les concentrations maximales calculées sur l'ensemble des cinq années de simulation pour chaque contaminant ([tableau 21](#)) sur l'ensemble de la période de simulation selon la période des normes du RAA et critères québécois de qualité de l'atmosphère applicables (4-min, 1-h, 24-h et 1-an), et en dehors de la zone tampon de 300 m.

Le domaine de modélisation pour le calcul des concentrations maximales inclura l'emplacement des récepteurs sensibles identifiés dans les alentours du site minier. Les concentrations maximales modélisées dans l'air ambiant associées aux activités de la mine seront ajoutées aux concentrations initiales présentées au [tableau 21](#). La somme totale sera ensuite comparée aux normes ou critères de qualité de l'atmosphère.

Le rapport présentera également des cartes des concentrations maximales calculées sur l'ensemble de la période de simulation selon la période des normes ou critères pour les contaminants dont la contribution du projet atteint 50 % ou plus des normes ou critères à l'extérieur de la limite de la zone tampon de 300 m.

En fonction des résultats obtenus, les résultats pourront être présentés par année de simulation et inclure d'autres statistiques.

Références

- ECCC, 2018a. Guide de déclaration des carrières et sablières,
www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/inventaire-national-rejets-polluants/declaration/guide-carrieres-sablieres.html
- ECCC, 2018b. Guide de déclaration des émissions de poussières de routes non revêtues,
www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/inventaire-national-rejets-polluants/declaration/outils-calcul-emissions-secteur/guide-poussieres-routes-non-revetues.html
- Gouvernement de l'Australie, 2016. NPI Emission Estimation Technique Manual for Explosive Detonation and Firing Ranges, version 3.1,
www.npi.gov.au/system/files/resources/e635847a-22ef-9f74-71ba-c10705d09e59/files/explosives-detonation-and-firing-ranges.pdf
- Gouvernement du Canada, 2015. Annuel 2014 - Camions porteurs, tracteurs semi-remorques et fourgons à marchandise,
<https://tc.gc.ca/fra/politique/euvc-annuel-2014-camions-3142.html>
- Lamont inc., 2017. Caractérisation géochimique des stériles, du minerai et des résidus miniers, Projet Authier, La Motte, Québec, Canada.
- Leduc, 2005. Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique,
www.mddelcc.gouv.qc.ca/air/criteres/index.htm
- MDDELCC, 2016. Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère, version 5,
www.mddelcc.gouv.qc.ca/air/criteres/index.htm.
- MDDELCC, 2017. Guide d'instructions - Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques : Projets miniers.
- Sayona, 2018. Authier Lithium Project Definitive Feasibility Study, Septembre 2018.
- US EPA, 1998. Compilation of Air Pollutant, Emission Factors: AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources, Chapter 11: Mineral Products Industry, Section 11.9: Western Surface Coal Mining,
www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch11/final/c11s09.pdf
- US EPA, 2002. Median Life, Annual Activity and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling, EPA420-P-02-014.
- US EPA, 2004. Compilation of Air Pollutant, Emission Factors: AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources, Chapter 11: Mineral Products Industry, Section 11.19.2: Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing,
www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch11/final/c11s1902.pdf
- US EPA, 2006a. Compilation of Air Pollutant, Emission Factors: AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources, Chapter 13: Miscellaneous Sources, Section 13.2.4: Aggregate Handling and Storage Piles,
www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/final/c13s0204.pdf

US EPA, 2006c. Compilation of Air Pollutant, Emission Factors: AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources, Chapter 13: Miscellaneous Sources, Section 13.2.2: Unpaved Roads,
www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/final/c13s0202.pdf

US EPA, 2008. Average In-Use Emissions from Heavy-Duty Trucks.

US EPA, 2010. Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling - Compression-Ignition. EPA-420-R-10-018.
www.epa.gov/otaq/models/nonrdmdl/nonrdmdl2010/420r10018.pdf

US EPA, 2011. Compilation of Air Pollutant, Emission Factors: AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources, Chapter 13: Miscellaneous Sources, Section 13.2.2: Paved Roads,
www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/final/c13s0201.pdf

US EPA. 2011. *Haul Road Workgroup Recommendations*. Disponible à :
http://www.epa.gov/scram001/reports/Haul_Road_Workgroup-Final_Report_Package-20120302.pdf

US EPA, 2013, AERSURFACE User's Guide, U.S. Environmental Protection Agency, Air Quality Modeling Group, Research Triangle Park, NC, EPA-454/B-08-001, January 16, 2013.

US EPA, 2015, AERMOD IMPLEMENTATION GUIDE - Last Revised: August 3, 2015, AERMOD Implementation Workgroup, U, S, Environmental Protection Agency, Air Quality Assessment Division, Research Triangle Park, NC.

US-EPA, 2017. 40 CFR Part 51, Appendix W, Revisions to the Guideline on Air Quality Models: Enhancements to the AERMOD Dispersion Modeling System and Incorporation of Approaches to Address Ozone and Fine Particulate Matter,
[https://www3.epa.gov/ttn/scram/appendix_w/2016/AppendixW_2017.pdf](http://www3.epa.gov/ttn/scram/appendix_w/2016/AppendixW_2017.pdf)

US-EPA, 2018, AERMOD Implementation Guide, April, 2018.
[https://www3.epa.gov/ttn/scram/models/aermod/aermod_implementation_guide.pdf](http://www3.epa.gov/ttn/scram/models/aermod/aermod_implementation_guide.pdf)

Annexe A

Taux d'émission des contaminants à l'étude

Tableau A-1 Taux d'émission (g/s) des contaminants modélisés – Boutage et nivelage

Activité	Boutage dans la fosse	Nivelage du stérile dans l'aire d'accumulation	Nivelage des résidus dans l'aire d'accumulation
ID source	A1	A2	A3
Période applicable	Jour et nuit Janv. – Déc.	Jour et nuit Janv. – Déc.	Jour et nuit Janv. – Déc.
Particules totales (PM _T)	4,11 x 10-1	4,11 x 10-1	1,56
Particules fines (PM _{2.5})	4,38 x 10-2	4,38 x 10-2	1,64 x 10-1
Dioxyde d'azote (NO _x)	1,61 x 10-2	1,61 x 10-2	1,13 x 10-2
Dioxyde de soufre (SO ₂)	2,03 x 10-4	2,03 x 10-4	1,42 x 10-4
Monoxyde de carbone (CO)	5,61 x 10-3	5,61 x 10-3	3,52 x 10-3
Antimoine	3,29 x 10-7	3,29 x 10-7	1,25 x 10-6
Argent	1,64 x 10-8	1,17 x 10-8	9,37 x 10-8
Arsenic	2,05 x 10-7	2,05 x 10-7	7,81 x 10-7
Baryum	1,49 x 10-5	1,49 x 10-5	1,50 x 10-6
Béryllium	6,16 x 10-7	1,94 x 10-7	1,56 x 10-7
Cadmium	6,71 x 10-8	1,03 x 10-8	3,12 x 10-8
Cobalt	1,31 x 10-5	1,31 x 10-5	2,81 x 10-7
Cuivre	3,73 x 10-5	1,50 x 10-5	3,75 x 10-6
Manganèse (dans les PM ₁₀)	1,33 x 10-5	1,33 x 10-5	5,63 x 10-6
Mercure	2,05 x 10-8	2,05 x 10-8	7,81 x 10-8
Nickel (dans les PM ₁₀)	3,20 x 10-5	3,20 x 10-5	8,19 x 10-7
Plomb	1,55 x 10-6	2,80 x 10-7	1,87 x 10-6
Sélénium	2,88 x 10-7	2,88 x 10-7	1,09 x 10-6
Thallium	1,62 x 10-7	1,62 x 10-7	2,81 x 10-7
Titane (dans les PM ₁₀)	1,24 x 10-5	1,24 x 10-5	5,63 x 10-7
Vanadium	1,11 x 10-5	1,11 x 10-5	1,56 x 10-6
Zinc	3,40 x 10-5	9,49 x 10-6	7,50 x 10-6

Tableau A-2 Taux d'émission (g/s) des contaminants modélisés – Transfert du matériel

Activité	Extraction et chargement du minerai dans la fosse	Extraction et chargement du stérile dans la fosse	Extraction et chargement du mort-terrain dans la fosse
ID source	B1	B2	B3
Période applicable	Jour et nuit Janv. – Déc,	Jour et nuit Janv. – Déc,	Jour et nuit Janv. – Déc,
Particules totales (PM _T)	7,38 x 10-2	6,91 x 10-1	4,75 x 10-2
Particules fines (PM _{2,5})	2,31 x 10-2	6,73 x 10-2	2,12 x 10-2
Dioxyde d'azote (NO _x)	1,91 x 10-1	1,91 x 10-1	1,91 x 10-1
Dioxyde de soufre (SO ₂)	3,59 x 10-4	3,59 x 10-4	3,59 x 10-4
Monoxyde de carbone (CO)	1,08 x 10-1	1,08 x 10-1	1,08 x 10-1
Antimoine	4,32 x 10-8	5,37 x 10-7	0
Argent	2,16 x 10-9	1,91 x 10-8	0
Arsenic	2,70 x 10-8	3,35 x 10-7	0
Baryum	2,52 x 10-7	2,44 x 10-5	0
Béryllium	8,10 x 10-8	3,17 x 10-7	0
Cadmium	8,82 x 10-9	1,68 x 10-8	0
Cobalt	3,54 x 10-8	2,14 x 10-5	0
Cuivre	4,89 x 10-6	2,45 x 10-5	0
Manganèse (dans les PM ₁₀)	2,09 x 10-6	6,15 x 10-5	0
Mercure	2,70 x 10-9	3,35 x 10-8	0
Nickel (dans les PM ₁₀)	8,68 x 10-8	1,48 x 10-4	0
Plomb	2,03 x 10-7	4,57 x 10-7	0
Sélénium	3,78 x 10-8	4,69 x 10-7	0
Thallium	1,40 x 10-8	2,65 x 10-7	0
Titane (dans les PM ₁₀)	5,45 x 10-8	5,75 x 10-5	0
Vanadium	5,40 x 10-8	1,81 x 10-5	0
Zinc	4,46 x 10-6	1,55 x 10-5	0

Tableau A-2 Taux d'émission (g/s) des contaminants modélisés – Transfert du matériel (suite)

Activité	Déchargement du minerai à la plateforme d'entreposage	Déchargement du minerai dans la trémie du concasseur	Déchargement du stérile dans l'aire d'accumulation
ID source	B4	B5	B6
Période applicable	Jour et nuit Janv, – Déc,	Jour et nuit Janv, – Déc,	Jour et nuit Janv, – Déc,
Particules totales (PM _T)	4,05 x 10-2	6,74 x 10-3	3,35 x 10-1
Particules fines (PM _{2,5})	2,90 x 10-3	4,82 x 10-4	2,40 x 10-2
Dioxyde d'azote (NO _x)	0	0	0
Dioxyde de soufre (SO ₂)	0	0	0
Monoxyde de carbone (CO)	0	0	0
Antimoine	3,24 x 10-8	5,39 x 10-9	2,68 x 10-7
Argent	1,62 x 10-9	2,69 x 10-10	9,54 x 10-9
Arsenic	2,03 x 10-8	3,37 x 10-9	1,68 x 10-7
Baryum	1,89 x 10-7	3,14 x 10-8	1,22 x 10-5
Béryllium	6,08 x 10-8	1,01 x 10-8	1,58 x 10-7
Cadmium	6,62 x 10-9	1,10 x 10-9	8,38 x 10-9
Cobalt	2,66 x 10-8	4,42 x 10-9	1,07 x 10-5
Cuivre	3,67 x 10-6	6,11 x 10-7	1,22 x 10-5
Manganèse (dans les PM ₁₀)	1,57 x 10-6	2,61 x 10-7	3,08 x 10-5
Mercure	2,03 x 10-9	3,37 x 10-10	1,68 x 10-8
Nickel (dans les PM ₁₀)	6,51 x 10-8	1,08 x 10-8	7,42 x 10-5
Plomb	1,53 x 10-7	2,54 x 10-8	2,29 x 10-7
Sélénium	2,84 x 10-8	4,72 x 10-9	2,35 x 10-7
Thallium	1,05 x 10-8	1,75 x 10-9	1,32 x 10-7
Titane (dans les PM ₁₀)	4,09 x 10-8	6,80 x 10-9	2,88 x 10-5
Vanadium	4,05 x 10-8	6,74 x 10-9	9,05 x 10-6
Zinc	3,35 x 10-6	5,57 x 10-7	7,75 x 10-6

Tableau A-2 Taux d'émission (g/s) des contaminants modélisés – Transfert du matériel(suite)

Activité	Déchargement du mort-terrain à la halde	Chargement des résidus miniers dans les camions	Déchargement des résidus miniers dans l'aire d'accumulation
ID source	B7	B8	B9
Période applicable	Jour et nuit Janv, – Déc,	Jour et nuit Janv, – Déc,	Jour et nuit Janv, – Déc,
Particules totales (PM _T)	1,38 x 10-2	2,49 x 10-3	2,49 x 10-3
Particules fines (PM _{2,5})	9,89 x 10-4	1,78 x 10-4	1,78 x 10-4
Dioxyde d'azote (NO _x)	0	0	0
Dioxyde de soufre (SO ₂)	0	0	0
Monoxyde de carbone (CO)	0	0	0
Antimoine	0	1,99 x 10-9	1,99 x 10-9
Argent	0	1,49 x 10-10	1,49 x 10-10
Arsenic	0	1,24 x 10-9	1,24 x 10-9
Baryum	0	2,39 x 10-9	2,39 x 10-9
Béryllium	0	2,49 x 10-10	2,49 x 10-10
Cadmium	0	4,98 x 10-11	4,98 x 10-11
Cobalt	0	4,48 x 10-10	4,48 x 10-10
Cuivre	0	5,97 x 10-9	5,97 x 10-9
Manganèse (dans les PM ₁₀)	0	1,30 x 10-8	1,30 x 10-8
Mercure	0	1,24 x 10-10	1,24 x 10-10
Nickel (dans les PM ₁₀)	0	1,88 x 10-9	1,88 x 10-9
Plomb	0	2,99 x 10-9	2,99 x 10-9
Sélénium	0	1,74 x 10-9	1,74 x 10-9
Thallium	0	4,48 x 10-10	4,48 x 10-10
Titane (dans les PM ₁₀)	0	1,30 x 10-9	1,30 x 10-9
Vanadium	0	2,49 x 10-9	2,49 x 10-9
Zinc	0	1,19 x 10-8	1,19 x 10-8

Tableau A-3 Taux d'émission (g/s) des contaminants modélisés – Érosion éolienne

Activité	Pile d'entreposage temporaire ⁽¹⁾	Halde à mort- terrain ⁽¹⁾	Aire d'accumulation (surface active) ⁽¹⁾	Aire d'accumulation (surface inactive) ⁽¹⁾
ID source	C1	C2	C3	C4
Période applicable	Jour et nuit Janv, – Déc,	Jour et nuit Mai – Nov,	Jour et nuit Janv, – Déc,	Jour et nuit Mai – Nov,
Particules totales (PM _T)	1,81 x 10-2	2,71	6,40	6,40
Particules fines (PM _{2,5})	6,78 x 10-4	1,02 x 10-1	2,40 x 10-1	2,40 x 10-1
Dioxyde d'azote (NO _X)	0	0	0	0
Dioxyde de soufre (SO ₂)	0	0	0	0
Monoxyde de carbone (CO)	0	0	0	0
Antimoine	1,45 x 10-8	0	5,12 x 10-6	5,12 x 10-6
Argent	7,23 x 10-10	0	2,04 x 10-7	2,04 x 10-7
Arsenic	9,04 x 10-9	0	3,20 x 10-6	3,20 x 10-6
Baryum	8,44 x 10-8	0	2,08 x 10-4	2,08 x 10-4
Béryllium	2,71 x 10-8	0	2,76 x 10-6	2,76 x 10-6
Cadmium	2,95 x 10-9	0	1,56 x 10-7	1,56 x 10-7
Cobalt	1,19 x 10-8	0	1,82 x 10-4	1,82 x 10-4
Cuivre	1,64 x 10-6	0	2,09 x 10-4	2,09 x 10-4
Manganèse (dans les PM ₁₀)	7,41 x 10-7	0	5,56 x 10-4	5,56 x 10-4
Mercure	9,04 x 10-10	0	3,20 x 10-7	3,20 x 10-7
Nickel (dans les PM ₁₀)	3,07 x 10-8	0	1,33 x 10-3	1,33 x 10-3
Plomb	6,81 x 10-8	0	4,73 x 10-6	4,73 x 10-6
Sélénium	1,27 x 10-8	0	4,48 x 10-6	4,48 x 10-6
Thallium	4,70 x 10-9	0	2,37 x 10-6	2,37 x 10-6
Titane (dans les PM ₁₀)	1,93 x 10-8	0	5,17 x 10-4	5,17 x 10-4
Vanadium	1,81 x 10-8	0	1,54 x 10-4	1,54 x 10-4
Zinc	1,49 x 10-6	0	1,35 x 10-4	1,35 x 10-4

⁽¹⁾ Uniquement lorsque la vitesse du vent est supérieure ou égale à 19,3 km/h.

Tableau A-4 Taux d'émission (g/s) des contaminants modélisés – forage, sautage, concassage et tamisage

Activité	Forage des trous de production	Sautage des trous de production	Unité de concassage et tamisage
ID source	D1	E1	F1
Période applicable	Jour et nuit Janv, – Déc,	Jour et nuit Janv, – Déc,	Jour et nuit Janv, – Déc,
Particules totales (PM _T)	5,55 x 10-3	4,83 x 10-1	3,32 x 10-2
Particules fines (PM _{2,5})	3,37 x 10-3	1,45 x 10-2	1,93 x 10-3
Dioxyde d'azote (NO _x)	2,00 x 10-2	1,16 x 10-1	0
Dioxyde de soufre (SO ₂)	2,51 x 10-4	0	0
Monoxyde de carbone (CO)	6,95 x 10-3	9,84 x 10-1	0
Antimoine	3,66 x 10-9	3,86 x 10-7	2,66 x 10-8
Argent	1,51 x 10-10	1,37 x 10-8	1,33 x 10-9
Arsenic	2,29 x 10-9	2,41 x 10-7	1,66 x 10-8
Baryum	1,08 x 10-7	1,76 x 10-5	1,55 x 10-7
Béryllium	4,05 x 10-9	2,28 x 10-7	4,98 x 10-8
Cadmium	3,69 x 10-10	1,21 x 10-8	5,42 x 10-9
Cobalt	8,84 x 10-8	1,54 x 10-5	2,18 x 10-8
Cuivre	2,67 x 10-7	1,76 x 10-5	3,01 x 10-6
Manganèse (dans les PM ₁₀)	3,61 x 10-7	4,87 x 10-5	9,85 x 10-7
Mercure	2,29 x 10-10	2,41 x 10-8	1,66 x 10-9
Nickel (dans les PM ₁₀)	6,81 x 10-7	1,17 x 10-4	4,08 x 10-8
Plomb	8,81 x 10-9	3,29 x 10-7	1,25 x 10-7
Sélénium	3,20 x 10-9	3,38 x 10-7	2,32 x 10-8
Thallium	1,56 x 10-9	1,90 x 10-7	8,63 x 10-9
Titane (dans les PM ₁₀)	2,65 x 10-7	4,55 x 10-5	2,56 x 10-8
Vanadium	7,56 x 10-8	1,30 x 10-5	3,32 x 10-8
Zinc	2,16 x 10-7	1,12 x 10-5	2,74 x 10-6
Contaminants avec norme sur une période de courte durée (1h et 8h)			
Monoxyde de carbone (CO)	23,6	s. o.	s. o.
Dioxyde d'azote (NO _x)	2,78	s. o.	s. o.

Tableau A-5 Taux d'émission (g/s) des contaminants modélisés – Routage minier

Activité	Segment miner 1		Segment miner 2	
ID source	G1		G2	
Période applicable	Jour et nuit Mai – Nov.	Jour et nuit Déc. - Avril	Jour et nuit Mai – Nov.	Jour et nuit Déc. - Avril
Particules totales (PM _T)	49,0	27,3	1,10	6,09 x 10-1
Particules fines (PM _{2,5})	1,34	7,63 x 10-1	2,96 x 10-2	1,67 x 10-2
Dioxyde d'azote (NO _x)	1,13	1,13	1,62 x 10-2	1,62 x 10-2
Dioxyde de soufre (SO ₂)	1,61 x 10-3	1,61 x 10-3	3,19 x 10-5	3,19 x 10-5
Monoxyde de carbone (CO)	3,70 x 10-1	3,70 x 10-1	5,33 x 10-3	5,33 x 10-3
Antimoine	3,92 x 10-5	2,18 x 10-5	8,76 x 10-7	4,87 x 10-7
Argent	1,39 x 10-6	7,75 x 10-7	3,12 x 10-8	1,73 x 10-8
Arsenic	2,45 x 10-5	1,36 x 10-5	5,48 x 10-7	3,04 x 10-7
Baryum	1,78 x 10-3	9,90 x 10-4	3,98 x 10-5	2,21 x 10-5
Béryllium	2,31 x 10-5	1,28 x 10-5	5,17 x 10-7	2,87 x 10-7
Cadmium	1,23 x 10-6	6,81 x 10-7	2,74 x 10-8	1,52 x 10-8
Cobalt	1,56 x 10-3	8,69 x 10-4	3,50 x 10-5	1,94 x 10-5
Cuivre	1,79 x 10-3	9,93 x 10-4	3,99 x 10-5	2,22 x 10-5
Manganèse (dans les PM ₁₀)	2,52 x 10-3	1,40 x 10-3	5,62 x 10-5	3,12 x 10-5
Mercure	2,45 x 10-6	1,36 x 10-6	5,48 x 10-8	3,04 x 10-8
Nickel (dans les PM ₁₀)	6,07 x 10-3	3,37 x 10-3	1,36 x 10-4	7,54 x 10-5
Plomb	3,34 x 10-5	1,86 x 10-5	7,47 x 10-7	4,15 x 10-7
Sélénium	3,43 x 10-5	1,91 x 10-5	7,67 x 10-7	4,26 x 10-7
Thallium	1,93 x 10-5	1,07 x 10-5	4,32 x 10-7	2,40 x 10-7
Titane (dans les PM ₁₀)	2,35 x 10-3	1,31 x 10-3	5,26 x 10-5	2,92 x 10-5
Vanadium	1,32 x 10-3	7,35 x 10-4	2,96 x 10-5	1,64 x 10-5
Zinc	1,13 x 10-3	6,29 x 10-4	2,53 x 10-5	1,41 x 10-5

Tableau A-5 Taux d'émission (g/s) des contaminants modélisés – Routage minier (suite)

Activité	Segment miner 3		Segment miner 4	
ID source	G3		G4	
Période applicable	Jour et nuit Mai – Nov.	Jour et nuit Déc. - Avril	Jour et nuit Mai – Nov.	Jour et nuit Déc. - Avril
Particules totales (PM _T)	15,2	8,45	1,40	7,75 x 10-1
Particules fines (PM _{2.5})	4,17 x 10-1	2,38 x 10-1	3,71 x 10-2	2,06 x 10-2
Dioxyde d'azote (NO _x)	3,98 x 10-1	3,98 x 10-1	2,71 x 10-3	2,71 x 10-3
Dioxyde de soufre (SO ₂)	5,23 x 10-4	5,23 x 10-4	3,40 x 10-5	3,40 x 10-5
Monoxyde de carbone (CO)	1,30 x 10-1	1,30 x 10-1	9,40 x 10-4	9,40 x 10-4
Antimoine	1,22 x 10-5	6,75 x 10-6	1,12 x 10-6	6,20 x 10-7
Argent	4,32 x 10-7	2,40 x 10-7	3,97 x 10-8	2,21 x 10-8
Arsenic	7,59 x 10-6	4,22 x 10-6	6,98 x 10-7	3,88 x 10-7
Baryum	5,52 x 10-4	3,07 x 10-4	5,07 x 10-5	2,82 x 10-5
Béryllium	7,17 x 10-6	3,98 x 10-6	6,58 x 10-7	3,66 x 10-7
Cadmium	3,80 x 10-7	2,11 x 10-7	3,49 x 10-8	1,94 x 10-8
Cobalt	4,85 x 10-4	2,69 x 10-4	4,45 x 10-5	2,47 x 10-5
Cuivre	5,54 x 10-4	3,08 x 10-4	5,09 x 10-5	2,83 x 10-5
Manganèse (dans les PM ₁₀)	7,80 x 10-4	4,33 x 10-4	7,17 x 10-5	3,98 x 10-5
Mercure	7,59 x 10-7	4,22 x 10-7	6,98 x 10-8	3,88 x 10-8
Nickel (dans les PM ₁₀)	1,88 x 10-3	1,05 x 10-3	1,73 x 10-4	9,60 x 10-5
Plomb	1,04 x 10-5	5,76 x 10-6	9,52 x 10-7	5,29 x 10-7
Sélénium	1,06 x 10-5	5,91 x 10-6	9,77 x 10-7	5,43 x 10-7
Thallium	5,99 x 10-6	3,33 x 10-6	5,50 x 10-7	3,06 x 10-7
Titane (dans les PM ₁₀)	7,29 x 10-4	4,05 x 10-4	6,70 x 10-5	3,72 x 10-5
Vanadium	4,10 x 10-4	2,28 x 10-4	3,77 x 10-5	2,09 x 10-5
Zinc	3,51 x 10-4	1,95 x 10-4	3,22 x 10-5	1,79 x 10-5

Tableau A-5 Taux d'émission (g/s) des contaminants modélisés – Routage minier (suite)

Activité	Segment miner 5		Livraison du concentré (segment de route non pavée industrielle)	
ID source	G5		H1	
Période applicable	Jour et nuit Mai – Nov.	Jour et nuit Déc. - Avril	Jour et nuit Mai – Nov.	Jour et nuit Déc. - Avril
Particules totales (PM _T)	4,51 x 10-1	2,51 x 10-1	2,92 x 10-1	1,62 x 10-1
Particules fines (PM _{2.5})	1,20 x 10-2	6,68 x 10-3	7,82 x 10-3	4,38 x 10-3
Dioxyde d'azote (NO _x)	8,75 x 10-4	8,75 x 10-4	4,26 x 10-3	4,26 x 10-3
Dioxyde de soufre (SO ₂)	1,10 x 10-5	1,10 x 10-5	2,79 x 10-6	2,79 x 10-6
Monoxyde de carbone (CO)	3,04 x 10-4	3,04 x 10-4	1,20 x 10-3	1,20 x 10-3
Antimoine	3,61 x 10-7	2,01 x 10-7	0	0
Argent	1,28 x 10-8	7,14 x 10-9	0	0
Arsenic	2,26 x 10-7	1,25 x 10-7	0	0
Baryum	1,64 x 10-5	9,12 x 10-6	0	0
Béryllium	2,13 x 10-7	1,18 x 10-7	0	0
Cadmium	1,13 x 10-8	6,27 x 10-9	0	0
Cobalt	1,44 x 10-5	8,00 x 10-6	0	0
Cuivre	1,65 x 10-5	9,15 x 10-6	0	0
Manganèse (dans les PM ₁₀)	2,32 x 10-5	1,29 x 10-5	0	0
Mercure	2,26 x 10-8	1,25 x 10-8	0	0
Nickel (dans les PM ₁₀)	5,59 x 10-5	3,11 x 10-5	0	0
Plomb	3,08 x 10-7	1,71 x 10-7	0	0
Sélénium	3,16 x 10-7	1,76 x 10-7	0	0
Thallium	1,78 x 10-7	9,89 x 10-8	0	0
Titane (dans les PM ₁₀)	2,17 x 10-5	1,20 x 10-5	0	0
Vanadium	1,22 x 10-5	6,77 x 10-6	0	0
Zinc	1,04 x 10-5	5,79 x 10-6	0	0

Tableau A-5 Taux d'émission (g/s) des contaminants modélisés – Routage minier (suite)

Activité	Livraison du concentré (segment de route non pavée publique)		Livraison du concentré (segment de route pavée)	
ID source	H2		H3	
Période applicable	Jour et nuit Mai – Nov.	Jour et nuit Déc. - Avril	Jour et nuit Mai – Nov.	Jour et nuit Déc. - Avril
Particules totales (PM _T)	3,69 x 10-1	2,05 x 10-1	3,15 x 10-3	7,92 x 10-3
Particules fines (PM _{2.5})	1,17 x 10-2	6,73 x 10-3	4,69 x 10-4	6,90 x 10-4
Dioxyde d'azote (NO _x)	2,49 x 10-2	2,49 x 10-2	1,57 x 10-2	1,57 x 10-2
Dioxyde de soufre (SO ₂)	1,64 x 10-5	1,64 x 10-5	1,03 x 10-5	1,03 x 10-5
Monoxyde de carbone (CO)	7,05 x 10-3	7,05 x 10-3	4,43 x 10-3	4,43 x 10-3
Antimoine	0	0	0	0
Argent	0	0	0	0
Arsenic	0	0	0	0
Baryum	0	0	0	0
Béryllium	0	0	0	0
Cadmium	0	0	0	0
Cobalt	0	0	0	0
Cuivre	0	0	0	0
Manganèse (dans les PM ₁₀)	0	0	0	0
Mercure	0	0	0	0
Nickel (dans les PM ₁₀)	0	0	0	0
Plomb	0	0	0	0
Sélénium	0	0	0	0
Thallium	0	0	0	0
Titane (dans les PM ₁₀)	0	0	0	0
Vanadium	0	0	0	0
Zinc	0	0	0	0



SNC-LAVALIN

2271, boul. Fernand-Lafontaine
Longueuil (Québec) J4G 2R7
514-393-1000 - 450-651-0885
www.snclavulin.com

