

ADMINISTRATION PORTUAIRE DU SAGUENAY

TERMINAL MARITIME EN RIVE NORD DU SAGUENAY

MODÉLISATION DE LA DISPERSION
ATMOSPHERIQUE

Annexe 8

MARS 2017

TERMINAL MARITIME EN RIVE NORD DU SAGUENAY

MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE

Administration portuaire du Saguenay

Révision 2 (Version finale)

Projet n° : 151-05819-00

Date : Mars 2017



—
WSP Canada Inc.

3450, boulevard Gene-H.-Kruger, bureau 300
Trois-Rivières (Québec) G9A 4M3

Téléphone : +1 819 375-8550
Télécopieur : +1 819 375-1217
www.wspgroup.com



SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR

<Original signé par>

Johan Strohmeier, *physicien, M. Sc.*
Conseiller en modélisation

RÉVISÉ PAR

<Original signé par>

Julien Poirier, *ing. jr, M. Sc.*
OIQ - 5031699
Chargé de projet en modélisation

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

ÉQUIPE DE RÉALISATION

ADMINISTRATION PORTUAIRE DU SAGUENAY

Directeur général	Carl Laberge
Gestionnaire de projets	Patrice Maltais

WSP CANADA INC. (WSP)

Directeur de la modélisation	Pascal Rhéaume, ing., M. Sc. A
Directeur de projets	Yvon Courchesne, biologiste
Chargé de projet en modélisation	Julien Poirier, ing. jr, M. Sc.
Conseiller en modélisation	Johan Strohmeier, physicien, M. Sc.
Cartographie et géomatique	Paul-André Biron, cartographe
Traitement de texte et édition	Nancy Laurent et Blanca Alvarado

Référence à citer :

WSP. 2017. *Terminal maritime en rive nord du Saguenay, Modélisation de la dispersion atmosphérique – Révision 2*. Rapport produit pour Administration portuaire du Saguenay.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION.....	1
1.1	MISE EN CONTEXTE	1
1.2	ZONE D'ÉTUDE	1
1.3	OBJECTIFS DE L'ÉTUDE	1
2	CONTEXTE ET SCÉNARIOS DE MODÉLISATION	3
2.1	DESCRIPTION SOMMAIRE DES OPÉRATIONS.....	3
2.2	IDENTIFICATION DES SOURCES ET DES SUBSTANCES.....	4
2.3	NORMES ET CRITÈRES DE QUALITÉ DE L'AIR.....	5
2.3.1	DÉFINITION.....	5
2.3.2	SUBSTANCES MODÉLISÉES	5
2.3.3	DOMAINE D'APPLICATION.....	10
2.3.4	NIVEAUX AMBIANTS.....	10
2.4	SCÉNARIOS DE MODÉLISATION.....	11
2.4.1	SCÉNARIO DE CONSTRUCTION.....	11
2.4.2	SCÉNARIO D'EXPLOITATION	12
2.4.3	SCÉNARIO D'EXPLOITATION – AVEC DÉPLACEMENT DU NAVIRE.....	13
3	PROCÉDURE DE MODÉLISATION.....	15
3.1	CHOIX DU MODÈLE DE DISPERSION	15
3.1.1	CHAMPS DE VENTS COMPLEXES	15
3.1.2	LIGNE DE MIRE	15
3.1.3	TRAITEMENT DES VENTS FAIBLES	16
3.2	DESCRIPTION DU MODÈLE DE DISPERSION	17
3.3	DOMAINE DE MODÉLISATION	18
3.4	RÉCEPTEURS	18
3.4.1	GRILLE DE RÉCEPTEURS	18
3.4.2	RÉCEPTEURS SUR LA LIMITE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES.....	18

3.4.3	RÉCEPTEURS SENSIBLES	18
3.4.4	RÉCEPTEURS DU DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES.....	19
3.5	PRÉPARATION DES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES.....	19
3.5.1	DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES AÉROLOGIQUES ET DE SURFACE.....	20
3.5.2	TOPOGRAPHIE DU TERRAIN	20
3.5.3	CLASSIFICATION DU TERRITOIRE ET UTILISATION DU SOL.....	20
3.5.4	CONFIGURATION DE CALMET	21
3.5.5	ÉCHANTILLON MÉTÉOROLOGIQUE	25
3.6	DESCRIPTION DES SOURCES D'ÉMISSIONS	31
3.6.1	SCÉNARIO DE CONSTRUCTION.....	31
3.6.2	SCÉNARIO D'EXPLOITATION	36
3.6.3	SCÉNARIO D'EXPLOITATION – AVEC DÉPLACEMENT DU NAVIRE.....	39
3.7	EFFETS DES BÂTIMENTS.....	40
3.8	CONFIGURATION DE CALPUFF.....	41
3.9	ESTIMATION DES CONCENTRATIONS DE NO₂	41
3.10	ÉVALUATION DES ÉMISSIONS DE SILICE CRISTALLINE, DE MÉTAUX ET DE MÉTALLOÏDES	42
3.10.1	TENEURS.....	42
3.10.2	REGROUPEMENT DES SOURCES.....	42
4	RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION	45
4.1	SCÉNARIO DE CONSTRUCTION.....	46
4.1.1	PARTICULES TOTALES.....	46
4.1.2	PARTICULES FINES (< 10 MICRONS).....	47
4.1.3	PARTICULES FINES (< 2,5 MICRONS).....	47
4.1.4	MONOXYDE DE CARBONE	48
4.1.5	DIOXYDE D'AZOTE	48
4.1.6	DIOXYDE DE SOUFRE.....	49
4.2	SCÉNARIO DE CONSTRUCTION ATTÉNUÉ PAR LA VÉGÉTATION.....	50
4.2.1	PARTICULES TOTALES.....	50
4.2.2	PARTICULES FINES (< 10 MICRONS).....	51
4.2.3	PARTICULES FINES (< 2,5 MICRONS).....	51

4.3	SCÉNARIO D'EXPLOITATION.....	63
4.3.1	PARTICULES TOTALES.....	63
4.3.2	PARTICULES FINES (< 10 MICRONS).....	64
4.3.3	PARTICULES FINES (< 2,5 MICRONS).....	64
4.3.4	MONOXYDE DE CARBONE.....	66
4.3.5	DIOXYDE D'AZOTE.....	66
4.3.6	DIOXYDE DE SOUFRE.....	67
4.3.7	SILICE CRISTALLINE, MÉTAUX ET MÉTALLOÏDES.....	68
4.4	SCÉNARIO D'EXPLOITATION ATTÉNUÉ PAR LA VÉGÉTATION	68
4.4.1	PARTICULES TOTALES.....	69
4.4.2	PARTICULES FINES (< 10 MICRONS).....	69
4.4.3	PARTICULES FINES (< 2,5 MICRONS).....	69
4.4.4	SILICE CRISTALLINE, MÉTAUX ET MÉTALLOÏDES.....	70
4.5	SCÉNARIO D'EXPLOITATION AVEC DÉPLACEMENT DU NAVIRE	87
5	CONSERVATISME ET LIMITATIONS	91
5.1	CONSERVATISME DE L'APPROCHE.....	91
5.2	INCERTITUDES ET LIMITATIONS DU MODÈLE.....	91
5.2.1	FACTEURS D'ÉMISSIONS.....	91
5.2.2	DISPERSION DES MATIÈRES PARTICULAIRES.....	91
5.2.3	MÉTAUX ET SILICE CRISTALLINE.....	92
5.2.4	MODÈLE MÉTÉOROLOGIQUE ET MODÈLE DE DISPERSION.....	92
5.2.5	AUTRES.....	92
5.3	DISCUSSION ET RÉSERVES	93
6	CONCLUSION	95
7	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	97

TABLEAUX

TABLEAU 1 :	COMPOSÉS MODÉLISÉS – NORMES	7
TABLEAU 2 :	COMPOSÉS MODÉLISÉS – CRITÈRES	9
TABLEAU 3 :	RÉCEPTEURS SENSIBLES CONSIDÉRÉS LES PLUS PRÈS DU PROJET	19
TABLEAU 4 :	PARAMÈTRES D'UTILISATION DU SOL CONSIDÉRÉS	23
TABLEAU 5 :	PARAMÈTRES CALMET SPÉCIFIQUES	25
TABLEAU 6 :	PARAMÈTRES CALPUFF SPÉCIFIQUES.....	41
TABLEAU 7 :	TENEUR EN MÉTAUX ET MÉTALLOÏDES DE LA LITHOLOGIE CONSIDÉRÉE.....	43
TABLEAU 8 :	PROPORTIONS PAR LITHOLOGIE EN FONCTION DES GROUPE DE SOURCES UTILISÉS POUR L'ESTIMATION DES SMM – SCÉNARIO D'EXPLOITATION.....	44
TABLEAU 9 :	RÉSULTATS POUR LES NORMES DANS LE DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION	53
TABLEAU 10 :	RÉSULTATS POUR LES NORMES AUX RÉCEPTEURS SENSIBLES UNIQUEMENT – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION	53
TABLEAU 11 :	RÉSULTATS POUR LES PM ₁₀ DANS LE DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES ET POUR LES RÉCEPTEURS SENSIBLES UNIQUEMENT – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION	55
TABLEAU 12 :	RÉSULTATS DES CRITÈRES DE L'OMS POUR LE NO ₂ DANS LE DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES ET POUR LES RÉCEPTEURS SENSIBLES UNIQUEMENT – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION.....	55
TABLEAU 13 :	RÉSULTATS POUR LES PARTICULES FINES ET LE SO ₂ DANS LE DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES ET POUR LES RÉCEPTEURS SENSIBLES UNIQUEMENT – NORMES NCQAA – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION	57
TABLEAU 14 :	RÉSULTATS POUR CERTAINES NORMES DANS LE DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION ATTÉNUÉ PAR LA VÉGÉTATION	59
TABLEAU 15 :	RÉSULTATS POUR CERTAINES NORMES AUX RÉCEPTEURS SENSIBLES – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION ATTÉNUÉ PAR LA VÉGÉTATION	59
TABLEAU 16 :	RÉSULTATS POUR LES PM ₁₀ DANS LE DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES ET POUR LES RÉCEPTEURS SENSIBLES UNIQUEMENT – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION ATTÉNUÉ PAR LA VÉGÉTATION	61

TABLEAU 17 :	RÉSULTATS POUR LES PARTICULES FINES DANS LE DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES ET POUR LES RÉCÉPTEURS SENSIBLES UNIQUEMENT – NORMES NCQAA – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION ATTÉNUÉ PAR LA VÉGÉTATION	61
TABLEAU 18 :	RÉSULTATS POUR LES NORMES DANS LE DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES – SCÉNARIO D'EXPLOITATION.....	71
TABLEAU 19 :	RÉSULTATS POUR LES CRITÈRES DANS LE DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES – SCÉNARIO D'EXPLOITATION.....	73
TABLEAU 20 :	RÉSULTATS POUR LES NORMES AUX RÉCÉPTEURS SENSIBLES UNIQUEMENT – SCÉNARIO D'EXPLOITATION.....	75
TABLEAU 21 :	RÉSULTATS POUR LES CRITÈRES AUX RÉCÉPTEURS SENSIBLES UNIQUEMENT – SCÉNARIO D'EXPLOITATION.....	77
TABLEAU 22 :	RÉSULTATS POUR LES PM ₁₀ DANS LE DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES ET POUR LES RÉCÉPTEURS SENSIBLES UNIQUEMENT – SCÉNARIO D'EXPLOITATION.....	79
TABLEAU 23 :	RÉSULTATS DES CRITÈRES DE L'OMS POUR LE NO ₂ DANS LE DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES ET POUR LES RÉCÉPTEURS SENSIBLES UNIQUEMENT – SCÉNARIO D'EXPLOITATION	79
TABLEAU 24 :	RÉSULTATS POUR LES PARTICULES FINES ET LE SO ₂ DANS LE DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES ET POUR LES RÉCÉPTEURS SENSIBLES UNIQUEMENT – NORMES NCQAA – SCÉNARIO D'EXPLOITATION.....	81
TABLEAU 25 :	RÉSULTATS POUR CERTAINES NORMES DANS LE DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES – SCÉNARIO D'EXPLOITATION ATTÉNUÉ PAR LA VÉGÉTATION	83
TABLEAU 26 :	RÉSULTATS POUR CERTAINES NORMES AUX RÉCÉPTEURS SENSIBLES – SCÉNARIO D'EXPLOITATION ATTÉNUÉ PAR LA VÉGÉTATION	83
TABLEAU 27 :	RÉSULTATS POUR LES PM ₁₀ DANS LE DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES ET POUR LES RÉCÉPTEURS SENSIBLES UNIQUEMENT – SCÉNARIO D'EXPLOITATION ATTÉNUÉ PAR LA VÉGÉTATION	85
TABLEAU 28 :	RÉSULTATS POUR LES PARTICULES FINES DANS LE DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES ET POUR LES RÉCÉPTEURS SENSIBLES UNIQUEMENT – NORMES NCQAA – SCÉNARIO D'EXPLOITATION ATTÉNUÉ PAR LA VÉGÉTATION	85
TABLEAU 29 :	COMPARAISON DES RÉSULTATS POUR LES NORMES ET CRITÈRES DANS LE DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES POUR LES SCÉNARIOS	

	D'EXPLOITATION AVEC ET SANS DÉPLACEMENT DU NAVIRE.....	89
TABLEAU 30 :	COMPARAISON DES RÉSULTATS POUR LES NORMES ET CRITÈRES AUX RÉCEPTEURS SENSIBLES UNIQUEMENT POUR LES SCÉNARIOS D'EXPLOITATION AVEC ET SANS DÉPLACEMENT DU NAVIRE.....	90

FIGURES

FIGURE 1 :	ROSES DES VENTS - COMPARAISON DES DONNÉES D'ENVIRONNEMENT CANADA ET DES DONNÉES DU MODÈLE WRF AU SITE DE L'AÉROPORT DE BAGOTVILLE.....	27
FIGURE 2 :	ROSES DES VENTS - COMPARAISON DES DONNÉES ISSUES DE CALMET ET DES DONNÉES DU MODÈLE WRF AU SITE DU TERMINAL MARITIME DU PORT DE SAGUENAY.....	28
FIGURE 3 :	ROSES DES VENTS - COMPARAISON DES DONNÉES ISSUES DE CALMET ET DES DONNÉES DU MODÈLE WRF AU SOMMET D'UNE MONTAGNE DU DOMAINE DE MODÉLISATION.....	29
FIGURE 4 :	ROSES DES VENTS – DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES 2010 À 2014.....	30
FIGURE 5 :	CONTRIBUTIONS DES SOURCES POUR LES DÉPASSEMENTS DE PMT MODÉLISÉS SUR UNE PÉRIODE DE 24 HEURES – SCÉNARIO D'EXPLOITATION.....	64
FIGURE 6 :	CONTRIBUTION DES SOURCES POUR LES DÉPASSEMENTS DE PMT MODÉLISÉS SUR UNE PÉRIODE DE 24 HEURES – SCÉNARIO D'EXPLOITATION.....	65

ANNEXES

ANNEXE A : DESCRIPTION DES SOURCES D'ÉMISSIONS

TABLEAU A 1 :	DESCRIPTION SOMMAIRE DES CAMIONS DE TRANSPORT CONSIDÉRÉS DANS LA MODÉLISATION – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION
TABLEAU A 2 :	CARACTÉRISTIQUES DES TRAJETS CONSIDÉRÉS POUR L'ÉVALUATION DES ÉMISSIONS LIÉES AUX ACTIVITÉS DE ROUTAGE – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION

TABLEAU A 3 :	CARACTÉRISTIQUES ET TAUX D'ÉMISSIONS DES SEGMENTS CONSIDÉRÉS POUR L'ÉVALUATION DES ACTIVITÉS DE ROUTAGE –SCÉNARIO DE CONSTRUCTION
TABLEAU A 4 :	CARACTÉRISTIQUES ET TAUX D'ÉMISSIONS DES SOURCES VOLUMIQUES ALTERNÉES DE ROUTAGE – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION
TABLEAU A 5 :	CARACTÉRISTIQUES ET TAUX D'ÉMISSIONS DES SOURCES VOLUMIQUES LIÉES AUX OPÉRATIONS – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION
TABLEAU A 6 :	CARACTÉRISTIQUES DES SAUTAGES ET DES FORAGES CONSIDÉRÉS DANS LA MODÉLISATION – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION
TABLEAU A 7 :	CARACTÉRISTIQUES ET TAUX D'ÉMISSION DES SOURCES D'ÉMISSIONS DE SAUTAGE ET DE FORAGE CONSIDÉRÉES DANS LA MODÉLISATION – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION
TABLEAU A 8 :	CARACTÉRISTIQUES ET TAUX D'ÉMISSIONS DES VÉHICULES CONSIDÉRÉS DANS LA MODÉLISATION– SCÉNARIO DE CONSTRUCTION
TABLEAU A 9 :	DISPONIBILITÉ MÉCANIQUE DES ÉQUIPEMENTS REJETANT DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION
TABLEAU A 10 :	CARACTÉRISTIQUES ET TAUX D'ÉMISSIONS DES SOURCES VOLUMIQUES ASSOCIÉES AUX GAZ D'ÉCHAPPEMENT DU TRANSPORT ROUTAGE – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION
TABLEAU A 11 :	CARACTÉRISTIQUES ET TAUX D'ÉMISSION DES SOURCES PONCTUELLES LOCALISÉES CONSIDÉRÉES DANS LA MODÉLISATION – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION
TABLEAU A 12 :	CARACTÉRISTIQUES ET TAUX D'ÉMISSION DES SOURCES SURFACIQUES LIÉES À L'ÉROSION ÉOLIENNE CONSIDÉRÉES DANS LA MODÉLISATION – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION
TABLEAU A 13 :	DESCRIPTION SOMMAIRE DES CAMIONS DE TRANSPORT CONSIDÉRÉS DANS LA MODÉLISATION – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
TABLEAU A 14 :	CARACTÉRISTIQUES DES TRAJETS CONSIDÉRÉS POUR L'ÉVALUATION DES ÉMISSIONS LIÉES AUX ACTIVITÉS DE ROUTAGE – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
TABLEAU A 15 :	CARACTÉRISTIQUES ET TAUX D'ÉMISSIONS DES SEGMENTS CONSIDÉRÉS POUR L'ÉVALUATION DES ACTIVITÉS DE ROUTAGE – PÉRIODE DE MAI À NOVEMBRE – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
TABLEAU A 16 :	CARACTÉRISTIQUES ET TAUX D'ÉMISSIONS DES SEGMENTS CONSIDÉRÉS POUR L'ÉVALUATION DES

	ACTIVITÉS DE ROUTAGE – PÉRIODE DE DÉCEMBRE À AVRIL – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
TABLEAU A 17 :	CARACTÉRISTIQUES ET TAUX D'ÉMISSIONS DES SOURCES VOLUMIQUES ALTERNÉES DE ROUTAGE – PÉRIODE MAI À NOVEMBRE – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
TABLEAU A 18 :	CARACTÉRISTIQUES ET TAUX D'ÉMISSIONS DES SOURCES VOLUMIQUES ALTERNÉES DE ROUTAGE – PÉRIODE DÉCEMBRE À AVRIL – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
TABLEAU A 19 :	CARACTÉRISTIQUES DES SOURCES PONCTUELLES CONSIDÉRÉES DANS LA MODÉLISATION – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
TABLEAU A 20 :	TAUX D'ÉMISSIONS DES SOURCES PONCTUELLES CONSIDÉRÉES DANS LA MODÉLISATION – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
TABLEAU A 21 :	EXEMPLE DE LA VARIATION DES TAUX D'ÉMISSIONS DE QUELQUES DÉPOUSSIÉREURS CONSIDÉRÉS – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
TABLEAU A 22 :	CALCUL DU TAUX D'ÉMISSIONS SURFACIQUE DE L'OUVERTURE DE LA CALE DU NAVIRE – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
TABLEAU A 23 :	CARACTÉRISTIQUES ET TAUX D'ÉMISSIONS DE LA SOURCE SURFACIQUE MODÉLISÉE – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
TABLEAU A 24 :	CARACTÉRISTIQUES ET TAUX D'ÉMISSIONS DES VÉHICULES CONSIDÉRÉS DANS LA MODÉLISATION – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
TABLEAU A 25 :	DISPONIBILITÉ MÉCANIQUE DES ÉQUIPEMENTS REJETANT DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
TABLEAU A 26 :	CARACTÉRISTIQUES ET TAUX D'ÉMISSIONS DES SOURCES VOLUMIQUES ASSOCIÉES AUX GAZ D'ÉCHAPPEMENT DU TRANSPORT ROUTAGE – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
TABLEAU A 27 :	PUISSANCE CONSIDÉRÉE DES MOTEURS DES NAVIRES ET CONSOMMATION DE CARBURANT DES BOUILLOIRES SELON LE TYPE DE MANŒUVRE – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
TABLEAU A 28 :	FACTEUR D'ÉMISSION CONSIDÉRÉ POUR ESTIMER LES TAUX D'ÉMISSION DES MOTEURS DES NAVIRES – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
TABLEAU A 29 :	COEFFICIENT D'AJUSTEMENT POUR LES FAIBLES FACTEURS DE CHARGEMENT (0,1 ET MOINS) – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
TABLEAU A 30 :	FACTEUR D'ÉMISSION CONSIDÉRÉ POUR ESTIMER LES TAUX D'ÉMISSION DES BOUILLOIRES DES NAVIRES – SCÉNARIO D'EXPLOITATION

TABLEAU A 31 :	TAUX D'ÉMISSION (EN G/KWH) DES MOTEURS DES NAVIRES SELON LE TYPE DE MANŒUVRE – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
TABLEAU A 32 :	TAUX D'ÉMISSION (EN KG/TONNE) DES BOUILLOIRES DU NAVIRE – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
TABLEAU A 33 :	TAUX D'ÉMISSION TOTAL (EN G/S) DES MOTEURS DES NAVIRES SELON LE TYPE DE MANŒUVRE – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
TABLEAU A 34 :	CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES DES SOURCES D'ÉMISSION DES MOTEURS DES NAVIRES – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
TABLEAU A 35 :	POSITION DES SOURCES D'ÉMISSION CONSIDÉRÉES POUR LES ÉMISSIONS DES NAVIRES – SCÉNARIO D'EXPLOITATION

ANNEXE B : CARTES

CARTE 1 :	LOCALISATION DU PROJET
CARTE 2 :	DOMAINE DE MODÉLISATION ET RÉCEPTEURS
CARTE 3 :	TOPOGRAPHIE DANS LE DOMAINE DE MODÉLISATION
CARTE 4 :	CATÉGORIES D'UTILISATION DU SOL DANS LE DOMAINE DE MODÉLISATION – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION
CARTE 5 :	CATÉGORIES D'UTILISATION DU SOL DANS LE DOMAINE DE MODÉLISATION – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
CARTE 6 :	SOURCES D'ÉMISSIONS CONSIDÉRÉES – SCÉNARIO DE CONSTRUCTION
CARTE 7 :	SOURCES D'ÉMISSIONS CONSIDÉRÉES – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
CARTE 8 :	SOURCES D'ÉMISSIONS CONSIDÉRÉES – SCÉNARIO D'EXPLOITATION AVEC DÉPLACEMENT DU NAVIRE
CARTE 9 :	VUE EN 3D DES BÂTIMENTS – SCÉNARIO D'EXPLOITATION
CARTE 10 :	CONCENTRATIONS MAXIMALES DE PARTICULES TOTALES MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 24 HEURES - SCÉNARIO DE CONSTRUCTION
CARTE 11 :	CONCENTRATIONS MAXIMALES DE PARTICULES INFÉRIEURES À 10 MICRONS MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 24 HEURES - SCÉNARIO DE CONSTRUCTION
CARTE 12 :	CONCENTRATIONS MAXIMALES DE PARTICULES INFÉRIEURES À 10 MICRONS MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE UN AN - SCÉNARIO DE CONSTRUCTION
CARTE 13 :	CONCENTRATIONS MAXIMALES DE PARTICULES FINES (< 2,5 MICRONS) MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 24 HEURES - SCÉNARIO DE CONSTRUCTION

- CARTE 14 : MAXIMUM DES MOYENNES TRIENNALES DU 98^E CENTILE ANNUEL DES CONCENTRATIONS DE PARTICULES FINES (< 2,5 MICRONS) MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 24 HEURES - SCÉNARIO DE CONSTRUCTION
- CARTE 15 : MAXIMUM DES MOYENNES TRIENNALES DES CONCENTRATIONS DE PARTICULES FINES (< 2,5 MICRONS) MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE UN AN - SCÉNARIO DE CONSTRUCTION
- CARTE 16 : CONCENTRATIONS MAXIMALES DE DIOXYDE D'AZOTE (NO₂) MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 1 HEURE - SCÉNARIO DE CONSTRUCTION
- CARTE 17 : MAXIMUM DU 98^E CENTILE ANNUEL DES CONCENTRATIONS MAXIMALES JOURNALIÈRES DE DIOXYDE D'AZOTE (NO₂) MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 1 HEURE - SCÉNARIO DE CONSTRUCTION
- CARTE 18 : CONCENTRATIONS MAXIMALES DE PARTICULES TOTALES MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 24 HEURES - SCÉNARIO DE CONSTRUCTION ATTÉNUÉ PAR LA VÉGÉTATION
- CARTE 19 : CONCENTRATIONS MAXIMALES DE PARTICULES FINES (< 2,5 MICRONS) MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 24 HEURES - SCÉNARIO DE CONSTRUCTION ATTÉNUÉ PAR LA VÉGÉTATION
- CARTE 20 : CONCENTRATIONS MAXIMALES DE PARTICULES TOTALES MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 24 HEURES - SCÉNARIO D'EXPLOITATION
- CARTE 21 : CONCENTRATIONS MAXIMALES DE PARTICULES INFÉRIEURES À 10 MICRONS MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 24 HEURES - SCÉNARIO D'EXPLOITATION
- CARTE 22 : CONCENTRATIONS MAXIMALES DE PARTICULES INFÉRIEURES À 10 MICRONS MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE UN AN - SCÉNARIO D'EXPLOITATION
- CARTE 23 : CONCENTRATIONS MAXIMALES DE PARTICULES FINES (< 2,5 MICRONS) MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 24 HEURES - SCÉNARIO D'EXPLOITATION
- CARTE 24 : MAXIMUM DES MOYENNES TRIENNALES DU 98^E CENTILE ANNUEL DES CONCENTRATIONS DE PARTICULES FINES (< 2,5 MICRONS) MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 24 HEURES - SCÉNARIO D'EXPLOITATION
- CARTE 25 : MAXIMUM DES MOYENNES TRIENNALES DES CONCENTRATIONS DE PARTICULES FINES (< 2,5 MICRONS) MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE UN AN - SCÉNARIO D'EXPLOITATION

CARTE 26 :	CONCENTRATIONS MAXIMALES DE DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂) MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 1 HEURE - SCÉNARIO D'EXPLOITATION
CARTE 27 :	MAXIMUM DU 98 ^E CENTILE ANNUEL DES CONCENTRATIONS MAXIMALES JOURNALIÈRES DE DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂) MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 1 HEURE - SCÉNARIO D'EXPLOITATION
CARTE 28 :	CONCENTRATIONS MAXIMALES DE DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂) MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 24 HEURES - SCÉNARIO D'EXPLOITATION
CARTE 29 :	CONCENTRATIONS MAXIMALES DE NICKEL (NI) MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 24 HEURES - SCÉNARIO D'EXPLOITATION
CARTE 30 :	CONCENTRATIONS MAXIMALES DE PARTICULES TOTALES MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 24 HEURES - SCÉNARIO D'EXPLOITATION ATTÉNUÉ PAR LA VÉGÉTATION
CARTE 31 :	CONCENTRATIONS MAXIMALES DE PARTICULES FINES (< 2,5 MICRONS) MODÉLISÉES SUR UNE PÉRIODE DE 24 HEURES - SCÉNARIO D'EXPLOITATION ATTÉNUÉ PAR LA VÉGÉTATION

ANNEXE C : EXEMPLES DE CALCULS DES TAUX D'ÉMISSION

TABLEAU C 1 :	FACTEUR DE CONVERSION D'UNITÉ
TABLEAU C 2 :	SOURCE PONCTUELLE- DÉPOUSSIÉREUR - TRIP
TABLEAU C 3 :	SOURCE FUGITIVE – ACTIVITÉ DE CHARGEMENT/DÉCHARGEMENT – LOADL1
TABLEAU C 4 :	SOURCE FUGITIVE – ACTIVITÉ DE BOUTAGE – DOZ1
TABLEAU C 5 :	SOURCE FUGITIVE – ACTIVITÉ DE CONCASSAGE – CRUSH1
TABLEAU C 6 :	SOURCE FUGITIVE – SAUTAGE – S_51_1
TABLEAU C 7 :	SOURCE FUGITIVE – FORAGE – DRILL1
TABLEAU C 8 :	SOURCE VOLUMIQUE – ACTIVITÉ DE ROUTAGE – SEGMENT P3_P1
TABLEAU C 9 :	SOURCE VOLUMIQUE – GAZ D'ÉCHAPPEMENT DU ROUTAGE – CATERPILLAR 772G
TABLEAU C 10 :	SOURCE SURFACIQUE – PILE D'ENTREPOSAGE – PBRUT

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE

L'Administration portuaire du Saguenay (ci-après désignée Port de Saguenay) désire étendre ses activités par l'aménagement d'un nouveau terminal maritime, afin de desservir la rive nord de la rivière Saguenay. Les installations du nouveau terminal maritime comprendront les principaux éléments suivants, soit : un quai, un chargeur de navires, des silos et systèmes de manutention (convoyeurs), ainsi qu'un chemin d'accès au quai pour les besoins d'opération et de maintenance. Des installations sont également prévues pour l'approvisionnement en eau, la collecte des eaux de ruissellement et le traitement des eaux sanitaires pour des bâtiments administratifs et de services. Ces installations seront alimentées à partir d'une nouvelle ligne d'alimentation électrique qui sera construite par Hydro-Québec.

Le Port de Saguenay est une entité fédérale régie par les lois fédérales. Conformément au paragraphe c) de l'article 24 de l'annexe du *Règlement désignant les activités concrètes découlant de la Loi canadienne sur l'évaluation environnementale (2012)*, le projet est assujéti à une évaluation environnementale fédérale.

1.2 ZONE D'ÉTUDE

Le nouveau terminal maritime sera localisé à l'intérieur des limites de la municipalité de Sainte-Rose-du-Nord, dans la MRC du Fjord-du-Saguenay (carte 1). L'accès au site du terminal projeté se fera à partir d'un chemin au sud de la route 172 et dont l'accessibilité sera contrôlée par une barrière.

1.3 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Dans le cadre de l'évaluation environnementale, WSP a été mandaté afin de réaliser la modélisation de la dispersion atmosphérique qui s'inscrit en tant qu'étude complémentaire à l'étude d'impact environnementale (ÉIE). Cette étude a pour objectif d'évaluer l'impact des émissions provenant des activités de construction, des opérations des futures installations et opérations du terminal maritime en rive nord du Saguenay de Port de Saguenay sur la qualité de l'atmosphère, et ce, sur la base des *Normes canadiennes de qualité de l'air ambiant* (NCQAA) et du *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA). La démarche de modélisation préconisée dans la présente étude s'appuie sur la méthodologie proposée dans le Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique (MDDEP, 2005) du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC¹). Les discussions tenues entre les divers représentants de WSP et Port de Saguenay ont également servi à déterminer les intrants requis à la modélisation et à la rédaction du rapport.

Les sections suivantes présentent donc la procédure utilisée pour modéliser les concentrations de diverses substances dans l'air ambiant. Les niveaux ambiants retenus ainsi que les normes de qualité de l'atmosphère considérées pour évaluer la conformité des concentrations modélisées à la réglementation canadienne et québécoise sont aussi exposés. Enfin, les résultats détaillés sont présentés et interprétés en fonction des hypothèses retenues pour la modélisation.

¹ Les dénominations ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) et ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) sont également utilisées dans le présent rapport bien que renommé ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) depuis avril 2014, et ce, afin d'éviter la confusion dans les références.

2 CONTEXTE ET SCÉNARIOS DE MODÉLISATION

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

2.1 DESCRIPTION SOMMAIRE DES OPÉRATIONS

Le projet du Port de Saguenay consiste à construire un quai, un chemin pour le quai, ainsi que les infrastructures nécessaires à la prise en charge et à la manutention du concentré d'apatite de la compagnie Ariane Phosphate (environ 3 Mt/an), depuis le déchargement des camions de transport jusqu'au remplissage des vraquiers (de type Handymax par exemple).

Le déchargement des camions sera effectué à l'aide de basculeurs hydrauliques. Dans la forme actuelle d'ingénierie préliminaire qui est appelée à être optimisée, le concentré d'apatite sera acheminé via un convoyeur fermé vers deux silos d'entreposage. À partir de ces silos, un système de transfert (convoyeurs fermés) transportera le concentré d'apatite vers le chargeur de navire installé au quai lors des opérations de chargement.

Construction

La construction consiste en des travaux civils, de structure, de mécanique et d'électricité. Les travaux civils s'échelonnent sur une période d'environ 20 mois et consiste, entre autres, en des travaux de déboisement, de préparation de terrain, de forage et de dynamitage du roc, des préparations des routes et préparation des fondations pour les infrastructures. Les travaux de structure, de mécanique et d'électricité s'échelonnent sur environ 19 mois suivants les travaux civils et consistent à l'installation des infrastructures et des services requis pour l'exploitation du terminal projeté.

Chemin d'accès

Les camions-remorques de 120 t de charge utile faite sur mesure se rendent sur le site du futur terminal maritime par un chemin privé, propriété d'Ariane Phosphate. À partir des guérites des installations du terminal maritime prévu, les routes sont pavées jusqu'au bâtiment de déchargement des camions.

Déchargement des camions et entreposage du concentré d'apatite

Les installations de déchargement des camions comprennent deux travées munies de basculeurs hydrauliques qui sont spécialement conçus pour y fixer et y décharger des camions-remorques de 120 t de charge utile faits sur mesure. Les camions et remorques prendront position sur la plate-forme du basculeur et y seront attachés de manière sécuritaire. La plate-forme élevée à l'angle désiré, le concentré se déchargera dans une trémie pour ensuite être repris par un système de manutention qui acheminera le concentré d'apatite au sommet des silos d'entreposage. Le site du futur terminal inclut deux silos de stockage. Les silos et leurs équipements peuvent fonctionner indépendamment, ce qui permet de poursuivre les opérations lors des arrêts pour l'entretien.

Transport du concentré et chargement du navire

Concrètement, une fois que le navire a été amarré au quai, une à la fois les portes des trappes seront ouvertes et les opérations de chargement commenceront. Le concentré sera acheminé depuis le silo de transfert via le convoyeur fluidisé et sera transféré sur le convoyeur à bande de quai. Le point de transfert sera localisé dans une galerie tubulaire complètement fermée et un dépoussiéreur dédié y sera installé. Il sera envoyé ensuite sur le chariot mobile où il est transféré sur l'alimentateur à courroie du chargeur de navire. La courroie d'alimentation est fixée sur le chargeur de navire et transmet le matériau à un autre convoyeur à courroie installé sur le chargeur de navire. La conception de toutes les infrastructures de chargement et de manutention est effectuée de manière à éviter l'émission de poussière et à minimiser le niveau sonore.

La flèche du convoyeur peut s'élever et pivoter et un bec de chargement télescopique est installé à la fin pour charger le matériel dans le navire. Le chargement s'effectue de la cale jusqu'en haut afin de construire la pile en continu et réduire les émissions de poussières. Le chargeur de navire est en effet en mesure d'atteindre toutes les sections de la cale en s'étirant et changeant d'orientation. La montée et descente de la flèche est utilisée pour amener le bec de chargement à l'intérieur et hors des cales et pour dégager le bord de la trappe lors du changement de cale.

Déplacement du navire

Le navire de transport se déplacera sur la rivière Saguenay. À l'accostage et à l'appareillage du navire, son moteur de propulsion fonctionnera à bas régime alors qu'il pourra être escorté par un ou deux remorqueurs afin de permettre les manœuvres de positionnement. Ces manœuvres dureront de 30 à 60 minutes, selon la présence, ou non, de glace.

2.2 IDENTIFICATION DES SOURCES ET DES SUBSTANCES

La manipulation de matériau ainsi que la circulation de véhicules de transport durant la période de construction représente une source de matières particulaires sous forme fugitive. De plus, l'utilisation de la machinerie et des équipements alimentés au diesel représente des sources de matières particulaires, principalement des particules de diamètre inférieur à 10 μm (PM_{10}), ainsi que de gaz de combustion, tel que le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azotes (NO_x) et le dioxyde de soufre (SO_2). L'utilisation d'explosif représente également une source de matières particulaires ainsi que de gaz de combustion. Enfin, l'érosion éolienne des piles d'entreposage constitue une source de matières particulaires.

Lors de l'exploitation du terminal projeté, le déchargement du concentré d'apatite dans les trémies, le chargement de ce dernier dans le navire ainsi que le routage représentent des sources d'émissions de matières particulaires sous forme fugitive. Les différents dépoussiéreurs présents sur le site, aussi bien au niveau des silos que des systèmes de transfert du concentré, représentent également des émissions de particules qui sont canalisées dans des cheminées. L'ensemble de ces matières particulaires émises contient différents métaux et métalloïdes.

Finalement, les différents équipements mobiles alimentés au diesel ainsi que la génératrice (moteur auxiliaire) et les bouilloires du navire au quai sont des sources de matières particulaires ainsi que de gaz de combustion. Les moteurs principaux et auxiliaires du navire et des remorqueurs, lors des manœuvres d'accostage et d'appareillage, constituent également des sources de matières particulaires et de gaz de combustion.

2.3 NORMES ET CRITÈRES DE QUALITÉ DE L'AIR

2.3.1 DÉFINITION

Des normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère ont été établis par le MDDELCC dans le but d'évaluer l'impact d'un projet qui est soumis à une autorisation provinciale. Des normes canadiennes de qualité de l'air ambiant (NCQAA) ont également été établies par le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME). Ces normes ont été établies sous forme d'objectifs en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement*. Ces normes et critères de qualité de l'atmosphère correspondent à des concentrations sans effet nocif. Cette concentration est en effet la concentration la plus élevée d'un contaminant dans l'air permettant d'éviter l'apparition prédite ou démontrée d'un effet nocif sur la santé humaine, le bien-être ou l'écosystème. Quatre grands types d'effets sont évalués : les effets obtenus par exposition directe (inhalation), les effets obtenus par exposition indirecte, les nuisances et les effets sur les écosystèmes.

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

Normes

Seuils de références inscrits dans un règlement tel que le RAA.

Critères

Seuils de références utilisés par le Ministère en vertu de la Loi sur la qualité de l'Environnement (LQE).

2.3.2 SUBSTANCES MODÉLISÉES

Les substances considérées dans cette étude sont tirées du document Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (MDDELCC, 2015, version 4) et des NCQAA. Celles-ci sont présentées aux tableaux 1 et 2 et sont accompagnées des normes et critères en vigueur respectivement.

Plus précisément, il s'agit des **matières particulaires (PMT et PM_{2,5})**, du **monoxyde de carbone (CO)**, du **dioxyde d'azote (NO₂)**, du **dioxyde de soufre (SO₂)** ainsi que de **19 métaux et métalloïdes**. Parmi eux, 14 possèdent une norme de qualité de l'atmosphère définie dans le RAA. Il s'agit de l'antimoine, l'argent, l'arsenic, le baryum, le béryllium, le cadmium, le chrome (trivalent et hexavalent), le cuivre, le mercure, le nickel, le plomb, le thallium, le vanadium et le zinc. Pour le cobalt, le manganèse, le sélénium et la silice cristalline², des critères ont plutôt été établis par le MDDELCC. Il est important de noter que ceux-ci ne se retrouvent dans aucune loi ou aucun règlement, mais ils sont utilisés pour l'évaluation de projets générant des émissions de contaminants atmosphériques.

À noter que les **particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM₁₀)** ont aussi été modélisées puisque les normes et critères définis pour le manganèse, le nickel et le titane s'appliquent sur les PM₁₀.

De plus, conformément au paragraphe c) de l'article 24 de l'annexe du Règlement désignant les activités concrètes découlant de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (2012) (LCÉE 2012), le projet est assujéti à une évaluation environnementale fédérale. Dans ce contexte, les NCQAA ont été considérées. Ces dernières, présentées au tableau 1, concernent les particules fines (PM_{2,5}) et le dioxyde de soufre (SO₂). Les normes visant le SO₂ ont été annoncées le 3 octobre 2016 et sont prévues entrer en vigueur en 2020.

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

Finalement, l'Agence canadienne d'évaluation environnementale (ACEE) demande à ce que les lignes directrices de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) pour le NO₂ soient considérées dans l'évaluation. Les critères de l'OMS pour le NO₂ prescrivent une limite sur les concentrations horaire et annuelle (OMS, 2005). Or, aucun guide n'est fourni quant à la statistique à utiliser pour l'interprétation de ces valeurs limites. En particulier, pour la limite sur une période d'une heure, correspondant à 200 µg/m³ (soit, 100 ppb converties à une température de référence de 0°C), il n'est pas spécifié si elle doit s'appliquer, par exemple, sur les concentrations maximales ou sur un centile en particulier.

Pour le critère de NO₂ sur une période d'une heure, une vérification des normes adoptées dans différentes législations montre que des normes équivalentes au critère de l'OMS sont en vigueur aux États-Unis³ et en Europe⁴, par exemple. Dans chaque cas, cette norme s'applique sur une valeur centile des concentrations horaires. Également, au Canada, la Colombie-Britannique a adopté un objectif de qualité de l'air provincial intérim (*Interim Provincial AQO*) pour le NO₂ correspondant à la ligne directrice de l'OMS. Celui-ci est fixé à 188 µg/m³, soit 100 ppb converties à une température de référence de 25°C. De plus, cette valeur limite doit être évaluée sur le 98^e centile de concentrations maximales journalières des concentrations horaires.

Pour la présente étude, en raison de la proximité, c'est l'interprétation la Colombie-Britannique qui est choisie pour l'évaluation du critère horaire de l'OMS. Pour le critère de NO₂ sur une période annuelle, l'évaluation s'effectue directement sur les concentrations moyennes annuelles maximales modélisées. Les critères de l'OMS sont présentés au tableau 2.

³ US-EPA, NAAQS : (<https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table#2>).

⁴ European Commission, Air Quality Standards : (<http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>).

Tableau 1 : Composés modélisés – Normes

Composé	Formule/Symbole	Période	Norme (µg/m ³)	Concentration initiale considérée ¹ (µg/m ³)
Particules totales	PMT	24 heures	120	40
Particules de moins de 10 microns (PM ₁₀) ³	PM ₁₀	-	-	-
Particules fines (PM _{2,5})	PM _{2,5}	24 heures	30	15
		1 an	28 ^{4,5}	
Carbone, monoxyde de	CO	1 heure	34000	600
		8 heures	12700	400
Azote, dioxyde d'	NO ₂	1 heure	414	50
		24 heures	207	30
		1 an	103	10
Soufre, dioxyde de	SO ₂	4 minutes	1050	40
		1 heure	183,4 (70 ppb) ^{4,7}	21 ⁸
		24 heures	288	10
		1 an	52	2
	13,1 (5 ppb) ⁴			

^[1] Concentrations initiales recommandées pour les projets nordiques lorsque ces projets sont éloignés d'autres sources (MDELC, 2015).

^[2] Valeur établie à partir des mesures réalisées à la station Pémonca située au nord du site étudié (MDELC).

^[3] Agence canadienne d'évaluation environnementale, *Lignes directrices pour la préparation d'une étude d'impact environnemental* (Loi canadienne sur l'évaluation environnementale - 2012) - Terminal maritime en rive nord du Saguenay, août 2015.

^[4] Normes canadiennes de qualité de l'air ambiant (NCQAA) (<http://www.gazette.gc.ca/rp-pr/p1/2013/2013-05-25/html/notice-avis-fra.html> et <http://www.ccme.ca/fr/resources/air/air/sulphur-dioxide.html>)

^[5] Moyenne triennale du 98^e centile annuel des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures.

^[6] Moyenne triennale des concentrations annuelles moyennes.

^[7] Moyenne triennale du 99^e centile annuel des concentrations horaires moyennes sur 1 heure.

^[8] Basé sur la concentration initiale 4 minutes convertie pour une période d'une heure à l'aide de la formule inversée du RAA ($C(T) = C_{MAX-H} \times 0,97 T^{-0,25}$).

Tableau 1 : Composés modélisés – Normes (suite)

Composé	Formule / Symbole	Période	Norme (µg/m ³)	Concentration initiale considérée ¹ (µg/m ³)
Antimoine métal et composés (exprimé en Sb)	Sb	1 an	0.17	0.001
Argent, composés solubles (exprimé en Ag)	Ag	1 an	0.23	0.005
Arsenic, élémentaire et composés inorganiques (exprimé en As)	As	1 an	0.003	0.002
Baryum, métal et composés solubles (exprimé en Ba)	Ba	1 an	0.05	0.02
Béryllium, métal et composés (exprimé en Be)	Be	1 an	0.0004	0
Cadmium, composés de (exprimé en Cd)	Cd	1 an	0.0036	0.0005
Chrome (composés de chrome hexavalent)	Cr VI	1 an	0.004	0.002
Chrome (composés de chrome trivalent)	Cr III	1 an	0.1	0.01
Cuivre	Cu	24 heures	2.5	0.2
Mercure	Hg	1 an	0.005	0.002
Nickel, composés de ²	Ni	24 heures	0.014	0.002
Plomb	Pb	1 an	0.1	0.004
Thallium	Tl	1 an	0.25	0.005
Vanadium	V	1 an	1	0.01
Zinc	Zn	24 heures	2.5	0.1

⁽¹⁾ Concentrations initiales recommandées pour les projets nordiques lorsque ces projets sont éloignés d'autres sources (MDELOCC, 2015).

⁽²⁾ Évalué sur les PM₁₀.

Tableau 2 : Composés modélisés – Critères

Composé	Formule / Symbole	Période	Critère (µg/m ³)	Concentration initiale considérée ¹ (µg/m ³)
Azote, dioxyde d'	NO ₂	1 heure	188 (100 ppb) ^{3,4}	50
		1 an	40 ³	10
Cobalt et composés	Co	1 an	0.1	0
Manganèse, poussières et composés ²	mn	1 an	0.025	0.005
Sélénium, composé de (en Se)	Se	1 heure	2	0.15
Silice cristalline	SiO ₂	1 heure	8.6	0.3
		1 an	0.07	0.04
Titane (en Ti) ²	Ti	24 heures	2.5	0

⁽¹⁾ Concentrations initiales recommandées pour les projets nordiques lorsque ces projets sont éloignés d'autres sources (MDEELCC, 2015).

⁽²⁾ Évalué sur les PM₁₀.

⁽³⁾ Lignes directrices de l'OMS (OMS, 2005)

⁽⁴⁾ Objectif de qualité de l'air provincial intérim de la Colombie-Britannique (<http://www.bcairquality.ca/reports/pdfs/aqotable.pdf>) : 98^e centile annuel des concentrations maximales journalières des concentrations moyennes sur 1 heure.

2.3.3 DOMAINE D'APPLICATION

Afin de vérifier la conformité des opérations vis-à-vis des normes et critères de qualité de l'atmosphère, une limite géographique à partir de laquelle ces normes et critères s'appliquent doit être définie. Cette limite est appelée « **limite d'application des normes et critères** » et est définie par la limite de propriété ou de la zone industrielle projetée lorsqu'une telle limite existe.

Dans le cas du futur terminal maritime du Port de Saguenay, les installations projetées sont situées entièrement sur des terres privées, en bordure de la rivière Saguenay. Les terrains privés sont actuellement sous option d'achat par Ariane Phosphate, qui sera éventuellement cédée à Port de Saguenay, et une entente pour l'utilisation du terrain du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) est en cours. Par conséquent, la limite d'application des normes et critères a été tracée sur la limite du terrain sur lequel se situent les installations du port maritime, avec une extension de 300 m à partir du rivage.

La vérification du respect des normes et critères se fait à cette limite d'application et au-delà. Les concentrations des contaminants modélisées dans l'air ambiant à l'intérieur de cette limite ne sont donc pas prises en compte lors de la vérification du respect des normes et critères de la qualité de l'air. En résumé, seuls les résultats de modélisation dans le « **domaine d'application des normes et critères** », constitué de la limite d'application des normes et critères et de la zone au-delà de celle-ci, seront comparés aux normes et critères de qualité de l'atmosphère en vigueur.

2.3.4 NIVEAUX AMBIANTS

Le niveau ambiant (ou concentration initiale) représente la concentration préexistante d'un contaminant dans l'air ambiant. Afin de vérifier le respect des normes et critères, la concentration initiale doit être ajoutée aux concentrations modélisées pour le projet. Dans le domaine d'application des normes et critères, la somme de la concentration initiale et des concentrations modélisées doit ainsi être inférieure à la norme ou au critère pour chacun des contaminants.

Or, conformément au guide de modélisation du MDDELCC (MDDEP, 2005), les concentrations obtenues par modélisation doivent être additionnées à des niveaux ambiants (concentrations initiales) représentatifs de la région étudiée. Pour déterminer les niveaux ambiants des contaminants, différentes approches peuvent être envisagées. Les concentrations initiales peuvent être déterminées à partir :

- de mesures effectuées sur le site dans le but d'obtenir des valeurs réelles;
- de mesures effectuées par les stations du Réseau de surveillance de la qualité de l'air du MDDELCC. Ces niveaux ambiants, représentatifs de la région, sont fournis par le MDDELCC;
- des concentrations initiales génériques définies par le MDDELCC.

En ce qui concerne la présente étude, les concentrations initiales génériques prescrites par le MDDELCC pour les projets situés en milieu nordique et éloignés d'autres sources d'émissions de contaminants atmosphériques⁵ sont considérées (MDDELCC, 2015). Les tableaux 1 et 2 présentent ces concentrations initiales pour chacun des contaminants modélisés.

⁵ Guide d'instruction - Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques - Projets miniers (MDDELCC, janvier 2015); Tableau 1 p. 29.

Par ailleurs, pour les concentrations annuelles de PM_{2.5}, Le MDDELCC⁶ suggère d'utiliser une concentration initiale de 4,5 µg/m³ (valeur qui a été établie à partir des mesures réalisées à la station Pémonca située au nord du site étudié).

2.4 SCÉNARIOS DE MODÉLISATION

La modélisation vise à représenter les conditions qui maximiseront les répercussions sur la qualité de l'atmosphère. Pour ce faire, des « scénarios pires cas » doivent être considérés. De plus, comme les particules possèdent des normes sur une période de 24 heures, un scénario journalier doit être déterminé afin de vérifier la conformité à ces normes. Ainsi, certaines opérations peu fréquentes durant l'année, mais qui peuvent se dérouler sur certaines journées entières, doivent être considérées actives dans la modélisation.

Trois scénarios ont été considérés représentant la période de construction (1 scénario) et la période d'exploitation du terminal projeté (2 scénarios). Ceux-ci incluent les principales opérations d'une journée de chacune des périodes durant laquelle, le maximum d'émissions de substances présentées à la section 2.3.2 dans l'atmosphère aura lieu. Ces scénarios sont décrits dans les sections suivantes.

2.4.1 SCÉNARIO DE CONSTRUCTION

La planification actuelle des travaux de construction est présentée à l'annexe D-7 de l'étude d'impact (WSP, 2016). Il est déterminé que le scénario de la période de construction doit représenter les travaux civils. En effet, les travaux de structure, de mécanique et d'électricité ne présentent pas de source importante modifiant la qualité de l'atmosphère. Parmi les travaux civils, il a été identifié que les travaux présentant les sources d'émissions les plus importantes consistent en les activités suivantes :

- Forage et dynamitage
- Construction des routes
- Remblais (Routes et aires)

Bien qu'il soit jugé que les autres activités civiles auront un moindre effet sur la qualité de l'air, l'évaluation de leurs émissions atmosphériques demeure difficile. Par exemple, ces activités ne sont pas décrites dans l'AP-42 (US-EPA, 1995). Le scénario de modélisation représente donc uniquement les activités qui sont possibles à modéliser.

La durée prévue de la période de construction est d'environ trois ans. Cependant, les activités ciblées (travaux civils) sont prévues pour une durée d'environ 25 semaines. Par conséquent, établir un scénario de modélisation pour ces activités ne permet pas d'avoir un portrait global de l'ensemble de la période de construction, mais permet néanmoins d'avoir un estimé conservateur de la situation « pire cas » lors de cette phase du projet.

L'horaire journalier prévu des travaux est de 7h à 17h avec une heure de pause, soit 9 heures effectives de travaux. Cet horaire journalier de travail a été incorporé dans le scénario de modélisation afin de représenter de manière réaliste la dispersion des substances et d'estimer de façon adéquate les moyennes 24 heures. Par contre, l'horaire de travail hebdomadaire, soit cinq jours par semaine du lundi au vendredi, n'est pas tenu en compte dans la modélisation. Les concentrations modélisées annuelles se retrouvent donc surestimées. De plus, il est prévu que ces activités se dérouleront sur une durée de 25 semaines, du mois d'avril à septembre, inclusivement. Il a donc été choisi d'incorporer ce calendrier dans le scénario de modélisation pour les périodes égales ou inférieures à 24 heures. En effet, les conditions de dispersion

⁶ Courriel de M. Gilles Boulet du MDDELCC. Le 20 janvier 2016 à 13h44.

varient d'une saison à l'autre, l'hiver présentant des conditions différentes à l'été. Il serait injustifié d'évaluer le projet sur des événements de dispersion qui surviendraient entièrement durant cette période, où les travaux de construction considérés ne seront pas en activité. Par contre, pour les moyennes annuelles et les normes s'appliquant sur des centiles, puisque les activités se déroulant durant les mois d'hiver ne peuvent être évaluées, le scénario de construction est modélisé sur l'ensemble des mois de l'année, ce qui surestime les concentrations modélisées.

Il est prévu qu'un total de 1,6 Mm³ de roc doit être excavé pendant la construction. La majorité de ce roc provient de l'aire du quai avec 970 000 m³. Une journée de travail d'excavation de l'aire du quai est donc choisie pour le scénario de modélisation. Des foreuses travaillent donc à l'aire du quai durant la journée et un sautage a lieu chaque jour en fin de journée entre 17h et 18h. Le roc excavé est acheminé par camion hors route vers la zone du concasseur situé au nord du site. Le matériel brut y est donc concassé et acheminé vers la zone de construction du chemin d'accès final.

Le choix de la position des équipements et des activités est fixe pour toute la durée de la modélisation. Cependant, les travaux de construction sont changeants chaque jour et se dispersent sur l'ensemble du site. La représentation réaliste des activités de construction demeure donc ardue et le choix de ces positions fixes entraîne une surestimation des concentrations maximales modélisées.

La description des opérations de construction a été fournie par les ingénieurs civils de WSP⁷ responsable du projet. Le scénario de modélisation est donc basé sur cette description et les détails des différentes sources d'émissions considérées dans le scénario de construction sont fournis à la section 3.6.1 ainsi qu'à l'annexe A.

2.4.2 SCÉNARIO D'EXPLOITATION

Le scénario d'exploitation tient compte des éléments suivants :

- Les camions de transport du concentré d'apatite (capacité de 120 t) en provenance de la mine d'Arianne Phosphate arrivent sur le site du futur terminal après avoir passé une guérite à partir de laquelle la route est recouverte d'asphalte (ou route pavée). Les camions acheminent le concentré à des trémies situées dans un bâtiment fermé par une route unique. Les 3 000 000 tonnes de concentré d'apatite sont acheminées en 230 jours par année soit environ 13 043 tonnes de concentré par jour. Ces journées représentent un horaire de 5 jours par semaine, 24 heures par jour, et l'équivalent de 6 semaines d'arrêt annuel, pour la période de dégel par exemple. Dans l'exercice de modélisation, le transport de 13 043 t par jour est appliqué tous les jours de l'année au lieu de 230 jours et aucun arrêt n'est considéré. Conséquemment, les concentrations modélisées des substances possédant des normes ou critères annuels sont alors surestimées.
- Le déchargement des camions se fait à l'aide de plateformes hydrauliques. Les plateformes de déchargement sont munies d'un système permettant de sceller les différentes ouvertures autour du camion susceptibles de laisser échapper de la poussière de concentré. Enfin, une pression négative, contrôlée par un dépoussiéreur, est appliquée dans le bâtiment afin de minimiser le rejet de poussières fugitives. Ces systèmes éliminent en pratique les émissions de poussières fugitives et, ainsi, aucune source fugitive n'a été considérée. Quant au dépoussiéreur, celui-ci rejette des matières particulaires ainsi que des métaux et métalloïdes uniquement lors des journées de déchargement des camions. Comme pour le routage, ce dépoussiéreur est activé tous les jours de l'année dans la modélisation (au lieu de 230 jours) entraînant une surestimation des émissions annuelles des poussières pour cette source.
- Une fois le concentré déchargé dans les trémies, ce dernier est entreposé dans deux silos possédant chacun un dépoussiéreur fonctionnel uniquement lors des déchargements des camions et du

⁷ Communication par courriel de Sophie Boulianne ing. (WSP) le 18 juillet 2016.

chargement du navire (environ 60 navires par année). Ces 2 dépoussiéreurs sont considérés actifs en tout temps dans la modélisation surestimant ainsi les émissions annuelles de poussières. Les différents convoyeurs qui acheminent le concentré au quai puis au navire sont tous fermés et aucune source fugitive de transfert du matériel n'est considérée. Les points de transfert sont munis de dépoussiéreurs (4) rejetant des matières particulaires, métaux et métalloïdes uniquement lors de chargement d'un navire. Bien que ces dépoussiéreurs fonctionnent moins de 100 jours par année, ceux-ci sont considérés actifs en tout temps dans la modélisation, surestimant ainsi les émissions annuelles de poussières.

- Enfin, le concentré est déposé dans les cales du navire à l'aide d'une chute télescopique munie d'un système en cascade qui ralentit la chute des matériaux et qui limite ainsi les émissions fugitives de poussières. Selon les informations techniques fournies⁸, les concentrations de poussières au niveau de la trappe de sortie de la cale du navire seront inférieures à 10 mg/m³. Une source fugitive de type surfacique a donc été considérée pour le chargement du navire. L'ouverture de la cale délimite le contour de cette source. Une fois de plus, cette source d'émission a été considérée active en tout temps (24h/24, 7 jours sur 7, 52 semaines par année) surestimant les émissions annuelles de poussières.

Comme décrit ci-dessus, l'ensemble des sources considérées dans ce scénario journaliser « pire cas » surestime les concentrations annuelles d'un facteur d'au moins 2/7 (puisque les opérations sont effectives 5 jours sur 7). Un facteur 5/7 a donc été appliqué sur les concentrations annuelles de ce scénario. Même dans l'application de ce facteur, les contributions annuelles de certaines sources sont toujours surestimées. Malgré tout, l'ajout de ce facteur permet d'obtenir des concentrations annuelles plus réalistes.

Les détails des différentes sources d'émissions considérées dans le scénario d'exploitation sont fournis à la section 3.6.2 ainsi qu'à l'annexe A.

2.4.3 SCÉNARIO D'EXPLOITATION – AVEC DÉPLACEMENT DU NAVIRE

Le scénario d'exploitation en considérant le déplacement du navire a pour but d'évaluer les modifications de la qualité de l'air lors des manœuvres d'accostage et d'appareillage du navire.

Pour le transport du concentré d'apatite d'Arianne Phosphate, des navires de type Handymax d'une capacité de 50 000 TPL sont prévus. Or, le quai du terminal projeté sera conçu pour des navires de 100 000 TPL afin de permettre une polyvalence pour accueillir d'autres clients. Dans ce contexte multiusager et pour évaluer un scénario d'utilisation maximale, le navire de la plus grande capacité (100 000 TPL) est choisi pour la modélisation.

Deux sous-scénarios représentant les manœuvres d'accostage et d'appareillage sont représentés dans ce scénario, ceux-ci sont décrits ci-dessous :

- Les manœuvres **d'accostage** modélisées se déroulent sur un trajet d'environ 2,6 km selon la description des opérations. Lors des manœuvres, un ou deux remorqueurs peuvent assister le déplacement du navire jusqu'à son accostage au quai. La durée des manœuvres est d'environ 30 minutes, lorsqu'il n'y a pas de glace, et peut atteindre 60 minutes lorsqu'il y a présence de glace. Durant cette période, les moteurs de propulsion et auxiliaire sont en marche. De plus, des bouilloires, fournissant l'énergie d'appoint, sont également en marche. L'horaire d'arrivée des navires n'est pas spécifique et peut survenir à n'importe quelle heure. Pour le scénario de modélisation, l'arrivée du navire est posée à 11h. Afin d'établir un scénario prudent, la durée maximale de l'accostage (60 minutes) est choisie et le nombre maximal de remorqueurs (2) est considéré.

⁸ REEL Alesa Ltd. 2016. *Arianne Phosphate - Air Quality, Technical Document –Export Terminal – Lot A.*

- Les manœuvres **d'appareillage** modélisées se déroulent sur un trajet d'environ 4,1 km selon la description des opérations. Lors des manœuvres, un ou deux remorqueurs peuvent assister le déplacement du navire jusqu'à son accostage au quai. La durée des manœuvres est d'environ 30 minutes, peu importe s'il y a présence de glace. Durant cette période, les moteurs de propulsion et auxiliaire et les bouilloires sont en marche. L'horaire de départ des navires n'est pas spécifique et peut survenir à n'importe quelle heure. Pour le scénario de modélisation, le départ du navire est posé à 11h. Afin d'établir un scénario prudent, le nombre maximal de remorqueurs (2) est considéré.

Les détails des différentes sources d'émissions considérées dans le scénario d'exploitation sont fournis à la section 3.6.2 ainsi qu'à l'annexe A.

3 PROCÉDURE DE MODÉLISATION

3.1 CHOIX DU MODÈLE DE DISPERSION

La modélisation de la qualité de l'air vise à documenter la portée géographique et l'ampleur des rejets atmosphériques des installations prévues et de vérifier la conformité des concentrations potentielles avec la réglementation en vigueur.

L'approche de modélisation retenue est basée sur l'utilisation d'un logiciel météorologique diagnostique CALMET (Scire et al., 2000a) et du logiciel de dispersion CALPUFF (Scire et al., 2000b), deux programmes informatiques recommandés par l'U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency) et par le MDDELCC (MDDEFP 2005, section 8.2.3). Plus spécifiquement, il y est présenté que le modèle CALPUFF peut être utilisé pour les régions où la topographie est complexe.

Enfin, ces modèles sont en pratique autorisés pour les projets situés en bordure d'un plan d'eau important (traitement des effets côtiers) ou pour les projets situés à l'intérieur d'une vallée encaissée (traitement des effets de vallée). Le présent projet correspond donc à cette description par la présence du Saguenay et la topographie importante autour du Saguenay, des spécificités du domaine de modélisation qui sont susceptibles de modifier l'écoulement de l'air à grande échelle.

Les sections suivantes présentent une justification plus détaillée du choix de l'utilisation de CALPUFF pour l'évaluation de ce projet.

3.1.1 CHAMPS DE VENTS COMPLEXES

Dans le cadre du présent mandat, la topographie est complexe. En effet, la complexité de la topographie en bordure du fleuve est évidente avec des élévations variant entre 4 m et 318 m d'altitude. Certaines infrastructures, comme le quai, sont creusées dans la montagne afin de présenter une surface plane, créant ainsi une falaise en bordure du fleuve. De plus, l'utilisation du sol varie dans le domaine, allant de milieux aquatiques à des forêts matures. Or, ces variations dans la topographie et l'utilisation du sol ont un effet important sur les champs de vent dans le domaine de modélisation et donc, sur la dispersion atmosphérique.

Dans ce contexte, le modèle de dispersion CALPUFF, couplé au modèle météorologique CALMET, permet de prendre en compte les variations topographiques et la variation de l'utilisation du sol afin de calculer des champs de vents complexes sur l'ensemble du domaine de modélisation. En contrepartie, le champ de vent unique offert par un modèle gaussien tel que le modèle AERMOD est incapable de représenter les variations spatiales du champ de vents.

3.1.2 LIGNE DE MIRE

Bien que le modèle AERMOD soit recommandé par l'EPA pour la dispersion dans une région avec une topographie complexe, le modèle est malgré tout uniquement valide lorsque la dispersion en ligne de mire est représentative. Par exemple, AERMOD peut calculer assez fidèlement la dispersion à l'intérieur d'une vallée, mais ne peut représenter adéquatement le transport à l'extérieur de celle-ci. Ainsi, AERMOD n'est pas approprié lorsque des obstacles topographiques importants doivent être traversés, ce qui est le cas du présent projet puisque celui-ci est en bordure de la rivière Saguenay qui est elle-même entourée de montagne.

Pour le présent projet, une proportion importante des émissions se retrouve sous forme de sources volumiques situées près du sol et l'environnement immédiat du site présente des variations importantes de topographie. Ces émissions ne peuvent par conséquent pas atteindre directement les récepteurs plus loin que l'environnement immédiat du site, tel que les récepteurs sensibles. Il est donc évident que la dispersion en ligne de mire que procure un modèle de dispersion gaussien, tel qu'AERMOD, n'est pas valide pour estimer l'impact des sources volumiques à l'intérieur du site par rapport aux récepteurs sensibles à l'extérieur.

Le traitement de la topographie du modèle AERMOD met justement ce phénomène en évidence. En effet, la topographie est traitée via l'utilisation du préprocesseur AERMAP, qui assigne une valeur de zhill à chacun des récepteurs en fonction de la topographie locale, et ce, sans tenir compte de la position des sources et donc, de la provenance des émissions. Ainsi pour un récepteur donné, AERMAP et AERMOD ne peuvent distinguer si l'obstacle se trouve devant ou derrière le récepteur, par rapport à la source. Un autre point important concernant la valeur attribuée au zhill est que celle-ci dépend uniquement de l'environnement local. Les obstacles topographiques intermédiaires que représentent les montages n'ont donc aucun effet sur la dispersion aux récepteurs du domaine d'application des normes et critères.

Finalement, selon l'expérience de WSP, mandataire de plusieurs études de dispersion atmosphérique pour des projets miniers et industriels, l'ensemble des problématiques soulevées ci-dessus a pour effet de présenter, sous certaines conditions météorologiques, des concentrations plus élevées derrière certains obstacles topographiques, tels que des montagnes. Or, ce comportement est contraire à ce qui devrait être observé lorsque la dispersion d'un polluant surmonte l'obstacle en question. En contrepartie, ce phénomène n'est pas observé lorsque le modèle CALPUFF est utilisé. Ce dernier est donc jugé plus approprié pour modéliser une dispersion au-delà des obstacles topographiques.

3.1.3 TRAITEMENT DES VENTS FAIBLES

Dans les conditions actuelles de modélisation pour les projets dont le nombre de sources volumiques est important, les concentrations maximales sont obtenues par vent faible. Ceci s'explique par les conditions de modélisation : taux d'émissions indépendant du vent pour la majorité des sources, sources volumiques situées près du sol, déposition non considérée, etc. Il est donc évident que le traitement des vents calmes est primordial, d'autant plus ces valeurs maximales sont utilisées dans l'analyse des impacts et de l'acceptabilité des projets.

Or, il est bien connu que le modèle AERMOD ne performe pas adéquatement dans des conditions de vents faibles et d'atmosphère stable; les concentrations modélisées étant surestimées. Par exemple un facteur de surestimation de 2 à 10 est identifié pour ces conditions (Hanna, 2014). Le problème est également reconnu par l'EPA depuis longtemps. Dès 2007, ces derniers écrivaient (Brode, 2007) :

Light winds: Revise AERMOD's treatment of light winds to avoid unrealistically high concentrations.

Depuis, de nouvelles options de traitement de vents faibles sont proposées pour AERMOD, notamment dans de récents changements (11th Conference on Air Quality Modeling). Par contre, ces options sont toujours en mode bêta et sont sujettes à une revue scientifique avant d'être acceptées comme options par défaut et réglementaires. Ceci signifie que les problématiques par vents faibles du modèle AERMOD sont toujours présentes et que le traitement de ces conditions de dispersion n'est pour le moment pas valide. La problématique provient en fait directement de la formulation théorique d'un modèle gaussien, tel qu'AERMOD, où la solution à l'état stationnaire diverge par vent faible et produit des concentrations élevées. Un modèle lagrangien, tel que CALPUFF, ne présente pas cette divergence et produit vraisemblablement des concentrations plus réalistes par vent faible.

3.2 DESCRIPTION DU MODÈLE DE DISPERSION

La modélisation de la dispersion atmosphérique a été effectuée à l'aide de la version 7.2.1 de CALPUFF, développée par les scientifiques de l'ASG (Atmospheric Studies Group) de la firme TRC Companies inc. Ce logiciel fait partie des modèles de dispersion atmosphérique recommandés par la Direction du suivi de l'état de l'environnement du MDDELCC.

CALPUFF est un modèle lagrangien qui permet de suivre pas à pas l'évolution d'une bouffée d'air (« puff ») lors de sa trajectoire en atmosphère turbulente, et ce, à l'état non stationnaire. Le modèle est constitué de différents algorithmes qui prennent en compte la transformation chimique des contaminants ainsi que la déposition humide ou sèche des particules. Il est généralement utilisé pour modéliser la dispersion atmosphérique de matières particulaires et de gaz provenant de sources multiples en utilisant des paramètres météorologiques variables.

Plus spécifiquement, le modèle CALPUFF présente les caractéristiques suivantes :

- considère des sources ponctuelles, linéaires, surfaciques et volumiques dont les taux d'émissions peuvent varier dans le temps et dans l'espace;
- estime la dispersion de contaminants dans l'air ambiant sur des distances allant d'une dizaine de mètres jusqu'à 200 kilomètres;
- calcule la dispersion atmosphérique des contaminants ayant un déplacement linéaire particulier (particules);
- prends en compte les transformations chimiques des contaminants;
- incorpore la topographie régionale dans la modélisation de la dispersion.

Par ailleurs, le modèle CALPUFF est notamment recommandé dans le cas où les installations sont situées à proximité d'un plan d'eau important ou dans le cas de terrains à topographie complexe.

L'une des particularités du modèle CALPUFF est la possibilité d'intégrer les informations météorologiques traitées à partir du logiciel de prétraitement de données CALMET (version 6.5.0). Il s'agit d'une application qui permet d'estimer les vecteurs de vent momentanés, à chaque point d'une grille de calcul couvrant un domaine de modélisation donné, à partir d'une analyse objective et d'un paramétrage des taux d'écoulement de l'air ainsi que des effets de cinétique et de sillage du terrain. Il permet également de prédire les conditions météorologiques pouvant prévaloir au-dessus de grandes étendues d'eau.

Ainsi, contrairement aux modèles qui considèrent une trajectoire linéaire du panache de dispersion et une indépendance des conditions météorologiques entre deux heures consécutives, le modèle CALPUFF suit la trajectoire de bouffées d'air à partir d'une source en tenant compte de l'écoulement dynamique du vent dans le temps. Les concentrations de contaminants estimées à un endroit et à une heure donnée sont plus près de la réalité puisque leur dispersion dans l'air est simulée en tenant compte de la variation spatio-temporelle des conditions météorologiques. Cette caractéristique du modèle conduit à une meilleure représentativité des concentrations estimées sur de longues distances.

Enfin, l'analyse des fichiers de sortie du modèle CALPUFF est réalisée à l'aide du logiciel CALPOST (version 7.1.0) qui récupère les calculs effectués par CALPUFF et les compile selon les spécifications du modélisateur en termes de concentrations modélisées dans l'air pour chaque récepteur selon différentes périodes (ex. : horaire, 24 heures, annuelle).

3.3 DOMAINE DE MODÉLISATION

Le domaine de modélisation détermine les limites géographiques dans lesquelles s'insère la modélisation de la dispersion atmosphérique.

Dans le cadre de la présente étude, le domaine est situé dans la zone UTM 19 de l'hémisphère nord et s'étend de part et d'autre des futures installations du Port de Saguenay sur une distance de 12 km par 12 km (voir la carte 2). Le coin sud-ouest du domaine est situé au point X = 366 800 m; Y = 5 356 400 m dans la projection Mercator (UTM 19) avec le Datum de référence NAD83. Il couvre une superficie suffisante afin d'inclure l'ensemble des premières zones d'utilisation du territoire susceptibles d'être exposées aux émissions atmosphériques du futur terminal maritime.

Une résolution spatiale horizontale de calcul au 100 m est utilisée. Le domaine comporte dix couches verticales de niveaux centrées à 20 m, 40 m, 80 m, 160 m, 300 m, 600 m, 1 000 m, 1 500 m, 2 000 m et 2 500 m. Cette structure verticale donne une bonne résolution dans les couches inférieures, tout en considérant que les émissions atteignant une altitude supérieure à 2 500 m n'ont aucun effet au niveau du sol, et ce, à l'intérieur du domaine. Cette structure de grille horizontale et verticale a aussi été choisie pour fournir une bonne représentation du terrain.

3.4 RÉCEPTEURS

3.4.1 GRILLE DE RÉCEPTEURS

La grille de récepteurs est constituée de **3073 points de calcul** (récepteurs) dont la résolution varie en fonction de la distance par rapport au centre du site considéré. La résolution utilisée est la suivante :

- Récepteurs aux 100 m entre 0 et 2 km;
- Récepteurs aux 200 m entre 2 et 4 km;
- Récepteurs aux 500 m au-delà de 5 km.

La grille de récepteurs s'approche jusqu'à une distance de 1 km des limites du domaine de modélisation, soit une couverture du domaine de 10 km par 10 km. Ainsi, en utilisant un domaine de modélisation plus grand que la grille de récepteurs, la recirculation de parcelles d'air qui pourraient être déplacées momentanément au-delà des récepteurs périphériques peut être prise en compte et les effets de bord sont donc minimisés.

La densité de la grille de récepteurs utilisée permet alors de générer suffisamment de valeurs modélisées de manière à obtenir une bonne représentativité des concentrations estimées (répartition spatiale) dans l'air ambiant. La grille de récepteurs est présentée à la carte 2.

3.4.2 RÉCEPTEURS SUR LA LIMITE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES

Une séquence de **134 récepteurs** ponctuels espacés de 50 m a été placée le long de la limite d'application des normes et critères (voir section 2.3.3). Ces récepteurs sont illustrés à la carte 2.

3.4.3 RÉCEPTEURS SENSIBLES

La présence de certains milieux sensibles dans le domaine de modélisation implique l'ajout de récepteurs spécifiques appelés « récepteurs sensibles ». En raison de leur nature, ces milieux sensibles se voient

accorder une attention particulière : résidences habitées les plus proches du site, écoles, garderies, centres de la petite enfance, résidences pour personnes âgées ou encore centres de santé et hospitaliers.

Pour le projet présentement à l'étude, un inventaire de l'ensemble des habitations dans le domaine de modélisation a été réalisé. Un total de 343 habitations a été identifié dans le domaine météorologique de modélisation, soit 12 km par 12 km. **La totalité de cet inventaire a été considérée dans la modélisation** comme récepteur sensible. Ces récepteurs sont localisés à la carte 2. Les descriptions et coordonnées des treize (13) récepteurs sensibles qui sont situés le plus près du projet sont présentées au tableau 3.

Tableau 3 : Récepteurs sensibles considérés les plus près du projet

ID	Description	Coord. (UTM19 NAD83)		Élévation (m)
		X (m)	Y (m)	
RES01	Résidence privée	369784	5360382	81
RES02	Résidence privée	374451	5360589	184
RES03	Résidence privée	374652	5361535	225
RES04	Résidence privée	374516	5363196	259
RES05	Résidence privée	372197	5364121	95
RES06	Résidence privée	371763	5364279	23
RES07	Résidence privée	373427	5364604	185
RES08	Résidence privée	374224	5364017	227
RES09	Résidence privée	374460	5363828	221
RES10	Résidence privée	374829	5363604	205
RES11	Résidence privée	373907	5364692	185
RES12	Résidence privée	375258	5362638	244
RES13	Résidence privée	368548	5362238	8

3.4.4 RÉCEPTEURS DU DOMAINE D'APPLICATION DES NORMES ET CRITÈRES

Les récepteurs du domaine d'application des normes et critères sont tous les récepteurs situés à l'extérieur de la limite d'application des normes et critères, les récepteurs situés sur cette même limite ainsi que les récepteurs sensibles. Les récepteurs à l'intérieur de la limite d'application des normes et critères n'ont, quant à eux, pas été pris en compte pour évaluer la conformité des concentrations modélisées aux critères de qualité de l'air.

Finalement, l'élévation des différents récepteurs a été établie en tenant compte de la topographie du terrain. Celle-ci a été déterminée à partir des données numériques d'élévation du Canada (DNEC) 1:50 000, offrant une résolution de 0,75 seconde décimale en latitude et longitude ainsi que de données topographiques fournies par Port de Saguenay.

3.5 PRÉPARATION DES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

L'échantillon météorologique utilisé pour la modélisation avec CALPUFF a été préparé à l'aide du logiciel CALMET, qui permet de créer un format de fichier météorologique horaire compatible avec l'exécution du

modèle de dispersion en combinant les données météorologiques avec la caractérisation de l'utilisation du sol et de la topographie du terrain sur l'ensemble du domaine de modélisation.

3.5.1 DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES AÉROLOGIQUES ET DE SURFACE

Dans le cadre de la présente modélisation, des données pronostiques ont été utilisées en guise de données météorologiques de surface et de données aérologiques. Ces données pronostiques sont des données modélisées extraites de réanalyses météorologiques ERA-INTERIM produites par l'ECMWF (European Centre For Medium-Range Weather Forecasts). Ces données sont utilisées comme état initial et comme conditions aux frontières pour alimenter le modèle WRF (Weather Research and Forecast v3.6).

Les réanalyses ERA-INTERIM sont réputées pour produire les champs météorologiques sur grille les plus précis à ce jour et sont utilisées dans plusieurs sciences et industries telles que la climatologie, l'agronomie, les énergies renouvelables, l'hydrologie, la qualité de l'air, l'océanographie, etc. Celles-ci sont produites à partir d'un modèle météorologique qui combine plusieurs types d'observations météorologiques, tels que des stations de surface, des radiosondages, des avions et des satellites, et ce, avec une prévision à courte échéance. Ce modèle calcule l'état de l'atmosphère même sur les régions où les stations météorologiques ne sont pas disponibles. En fait, les données de réanalyses sont accessibles sur tout le globe sur une grille ayant une résolution horizontale de 0.75° équivalente approximativement à 80 km.

Le modèle WRF utilise les réanalyses pour faire une réduction d'échelle spatiale afin de reproduire les conditions météorologiques à fine échelle, soit au 2 km, en prenant en compte la topographie et les caractéristiques du sol à haute résolution horizontale. Les sorties du modèle WRF sont des champs météorologiques comme la température, le vent, l'humidité relative aussi bien en surface que sur plusieurs niveaux à la verticale allant jusqu'à 10 km d'altitude. L'outil CALWRF v2.0.1 est finalement utilisé pour extraire et reformater une partie des champs de sortie du modèle WRF sur le domaine d'étude et créer les fichiers 3D.DAT compatibles avec le module CALMET.

3.5.2 TOPOGRAPHIE DU TERRAIN

Le relief du terrain d'une résolution aux 5 m est dérivé à partir des données numériques d'élévation du Canada (DNEC) 1:50 000, offrant une résolution de 0,75 seconde décimale en latitude et longitude ainsi que de données d'élévation fournies par Port de Saguenay. Dans le domaine d'application des normes et critères, le terrain est montagneux avec des élévations du sol variant de 4 m et 318 m.

Pour le scénario d'exploitation, la topographie a été ajustée à l'intérieur de la limite d'application des normes et critères afin de tenir compte des futures infrastructures telles que le secteur des silos ou encore le quai. La carte 3 présente la topographie du terrain dans le domaine de modélisation.

3.5.3 CLASSIFICATION DU TERRITOIRE ET UTILISATION DU SOL

Les informations utilisées pour déterminer l'utilisation du sol dans le domaine de modélisation proviennent de la banque de données du ministère canadien de l'Environnement. Les données de couverture du sol sont le résultat de la vectorisation de données matricielles thématiques issues de la classification d'orthoimages Landsat5 et Landsat7 des zones forestières et agricoles du Canada et des territoires du Nord. La couverture forestière provient du projet d'Observation de la Terre pour le développement durable des forêts (OTDD), initiative du Service canadien des forêts (SCF), de concert avec l'Agence spatiale canadienne (ASC), et réalisée en partenariat avec les provinces et les territoires. La couverture agricole provient du Service national d'information sur les terres et les eaux (SNITE) d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). La couverture du sol des territoires du Nord a été réalisée par le Centre canadien de télédétection (CCT).

À l'intérieur de la limite d'application des normes et critères, l'utilisation du sol a été ajustée afin de tenir compte de l'évolution des infrastructures pour chacun des scénarios de modélisation considérés. Les cartes 4 et 5 présentent la répartition des catégories dominantes de l'utilisation du sol utilisée à l'intérieur du domaine CALMET pour chacun des scénarios. Bien que le site du nouveau terminal maritime du Port de Saguenay soit majoritairement entouré de forêts, celui-ci est bien évidemment en bordure d'une grande étendue d'eau, la rivière Saguenay.

Par ailleurs, CALMET permet également l'intégration de divers paramètres de surface (rugosité, albédo, rapport de Bowen, flux thermique du sol) pour alimenter le modèle météorologique. Le ratio de Bowen est une mesure de l'humidité disponible pour l'évaporation, alors que l'albédo représente la portion de luminosité qui est reflétée du sol. La rugosité du sol est associée au frottement et à la variation, à petite échelle, du relief du terrain. Enfin, le flux thermique du sol représente une quantité de chaleur dissipée par le sol vers l'air ambiant.

Ces paramètres varient selon les cinq types de saisons (US EPA, 2013) considérés :

- l'hiver (couvert de neige et de glace);
- le printemps;
- l'été;
- l'automne;
- l'automne tardif (après le gèle au sol).

Les dates des saisons ont été déterminées ainsi : l'été débute le 1^{er} juin, l'automne le 1^{er} septembre, l'automne tardif le 1^{er} novembre, l'hiver est déterminé par le couvert de neige, alors que le printemps est déterminé par la fonte de la neige. Les données du couvert de neige ont été compilées suite à l'analyse de la cartographie journalière de l'U.S. National Ice Center. Ainsi, les dates de début et de fin de la saison d'hiver varient d'une année météorologique à l'autre. Les paramètres de surface pour chacune des saisons sont présentés au tableau 4.

3.5.4 CONFIGURATION DE CALMET

Les paramètres de CALMET sont choisis de manière à utiliser uniquement les données pronostiques et donc de fonctionner en mode sans observation (NOOBS = 2). Ainsi, le nombre de stations de surface, maritime et aérologique est donc égal à zéro. Quant à la façon dont ces données sont introduites dans CALMET, toutes les options par défaut sont, de manière générale, sélectionnées. Les paramètres sans valeur par défaut à spécifier par l'utilisateur, ainsi que certains paramètres dont la valeur sélectionnée est différente de celle par défaut sont présentés au tableau 5.

Le module de diagnostic des vents est utilisé (IWFCOD = 1) et les données pronostiques sont introduites comme conditions initiales (IPROG = 14). Les effets de terrain, avec les valeurs par défaut, sont donc pris en compte. Pour ce qui est du rayon d'influence des effets de terrain, une valeur de 10 km est sélectionnée (TERRAD = 10) (Barclay, 2011); c'est-à-dire que pour une cellule donnée, CALMET analysera le terrain dans un rayon de 10 km. Puisqu'aucune station d'observation n'est introduite dans le modèle, les valeurs de rayon d'influence R1, R2, RMAX1, RMAX2, RMAX3 et RPROG ne sont pas utilisées par le module météorologique.

Tableau 4 : Paramètres d'utilisation du sol considérés

CALMET Category Level II	Été (juin à août inclusivement)			Automne (septembre et octobre)			Automne tardif (novembre)			Hiver (décembre à mars inclus.)			Hiver / Glace			Printemps (avril et mai)			Soil heat flux	Anthropogenic heat flux (W/m ²)	Leaf area	Output category
	Rugosite	Albedo	Bowen	Rugosite	Albedo	Bowen	Rugosite	Albedo	Bowen	Rugosite	Albedo	Bowen	Rugosite	Albedo	Bowen	Rugosite	Albedo	Bowen				
11	0,4	0,16	0,8	0,4	0,16	1	0,3	0,18	1	0,3	0,45	0,5	0,3	0,45	0,5	0,4	0,16	0,8	0,25	0	0,2	10
12	0,7	0,18	1,5	0,7	0,18	1,5	0,7	0,18	1,5	0,7	0,35	0,5	0,7	0,35	0,5	0,7	0,18	1,5	0,25	0	0,2	10
13	0,7	0,18	1,5	0,7	0,18	1,5	0,7	0,18	1,5	0,7	0,35	0,5	0,7	0,35	0,5	0,7	0,18	1,5	0,25	0	0,2	10
14	0,7	0,18	1,5	0,7	0,18	1,5	0,7	0,18	1,5	0,7	0,35	0,5	0,7	0,35	0,5	0,7	0,18	1,5	0,25	0	0,2	10
15	0,7	0,18	1,5	0,7	0,18	1,5	0,7	0,18	1,5	0,7	0,35	0,5	0,7	0,35	0,5	0,7	0,18	1,5	0,25	0	0,2	10
16	0,07	0,18	1,5	0,07	0,18	1,5	0,07	0,18	1,5	0,07	0,35	0,5	0,07	0,35	0,5	0,07	0,18	1,5	0,25	0	0,2	10
17	1	0,18	1,5	1	0,18	1,5	1	0,18	1,5	1	0,35	0,5	1	0,35	0,5	1	0,18	1,5	0,25	0	0,2	10
21	0,15	0,2	0,5	0,15	0,2	0,7	0,02	0,18	0,7	0,01	0,6	0,5	0,01	0,6	0,5	0,03	0,14	0,3	0,15	0	3	20
22	0,3	0,18	0,5	0,3	0,18	0,7	0,1	0,18	0,7	0,05	0,5	0,5	0,05	0,5	0,5	0,2	0,14	0,3	0,15	0	3	20
23	0,7	0,18	1,5	0,7	0,18	1,5	0,7	0,18	1,5	0,7	0,35	0,5	0,7	0,35	0,5	0,7	0,18	1,5	0,25	0	0,2	20
24	0,1	0,18	0,8	0,1	0,18	1	0,01	0,2	1	0,005	0,6	0,5	0,005	0,6	0,5	0,05	0,18	0,4	0,15	0	3	20
31	0,1	0,18	0,8	0,1	0,18	1	0,01	0,2	1	0,005	0,6	0,5	0,005	0,6	0,5	0,05	0,18	0,4	0,15	0	0,5	30
32	0,3	0,18	1	0,3	0,18	1,5	0,3	0,18	1,5	0,15	0,5	0,5	0,15	0,5	0,5	0,3	0,18	1	0,15	0	0,5	30
33	0,02	0,15	0,5	0,015	0,15	0,7	0,01	0,18	0,7	0,005	0,6	0,5	0,005	0,6	0,5	0,015	0,15	0,3	0,15	0	0,5	30
41	1,3	0,16	0,3	1,3	0,16	1	0,6	0,17	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,16	0,7	0,15	0	7	40
42	1,3	0,12	0,3	1,3	0,12	0,8	1,3	0,12	0,8	1,3	0,35	0,5	1,3	0,35	0,5	1,3	0,12	0,7	0,15	0	7	40
43	1,3	0,14	0,3	1,3	0,14	0,9	0,9	0,14	0,9	0,8	0,42	0,5	0,8	0,42	0,5	1,1	0,14	0,7	0,15	0	7	40
51	0,001	0,1	0,1	0,001	0,1	0,1	0,001	0,1	0,1	0,002	0,7	0,5	0,002	0,7	0,5	0,001	0,1	0,1	1	0	0	51
52	0,001	0,1	0,1	0,001	0,1	0,1	0,001	0,1	0,1	0,002	0,7	0,5	0,002	0,7	0,5	0,001	0,1	0,1	1	0	0	51
53	0,001	0,1	0,1	0,001	0,1	0,1	0,001	0,1	0,1	0,002	0,7	0,5	0,002	0,7	0,5	0,001	0,1	0,1	1	0	0	51
54	0,001	0,1	0,1	0,001	0,1	0,1	0,001	0,1	0,1	0,001	0,1	0,1	0,002	0,7	0,5	0,001	0,1	0,1	1	0	0	54
55	0,001	0,1	0,1	0,001	0,1	0,1	0,001	0,1	0,1	0,001	0,1	0,1	0,002	0,7	0,5	0,001	0,1	0,1	1	0	0	55
61	0,5	0,14	0,2	0,5	0,14	0,2	0,4	0,14	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,5	0,14	0,2	0,25	0	2	61
62	0,2	0,14	0,1	0,2	0,14	0,1	0,2	0,14	0,1	0,1	0,3	0,5	0,1	0,3	0,5	0,2	0,14	0,1	0,25	0	1	62
71	0,05	0,2	1,5	0,05	0,2	1,5	0,05	0,2	1,5	0,05	0,6	0,5	0,05	0,6	0,5	0,05	0,2	1,5	0,15	0	0,05	70
72	0,05	0,2	1,5	0,05	0,2	1,5	0,05	0,2	1,5	0,05	0,6	0,5	0,05	0,6	0,5	0,05	0,2	1,5	0,15	0	0,05	70
73	0,05	0,2	1,5	0,05	0,2	1,5	0,05	0,2	1,5	0,05	0,6	0,5	0,05	0,6	0,5	0,05	0,2	1,5	0,15	0	0,05	70
74	0,05	0,2	1,5	0,05	0,2	1,5	0,05	0,2	1,5	0,05	0,6	0,5	0,05	0,6	0,5	0,05	0,2	1,5	0,15	0	0,05	70
75	0,3	0,2	1,5	0,3	0,2	1,5	0,3	0,2	1,5	0,3	0,6	0,5	0,3	0,6	0,5	0,3	0,2	1,5	0,15	0	0,05	70
76	0,2	0,18	1	0,2	0,18	1	0,2	0,18	1	0,2	0,45	0,5	0,2	0,45	0,5	0,2	0,18	1	0,15	0	0,05	70
77	0,05	0,2	1,5	0,05	0,2	1,5	0,05	0,2	1,5	0,05	0,6	0,5	0,05	0,6	0,5	0,05	0,2	1,5	0,15	0	0,05	70
81	0,3	0,18	1	0,3	0,18	1,5	0,3	0,18	1,5	0,15	0,5	0,5	0,15	0,5	0,5	0,3	0,18	1	0,15	0	0	80
82	0,2	0,18	1	0,2	0,18	1	0,2	0,18	1	0,2	0,45	0,5	0,2	0,45	0,5	0,2	0,18	1	0,15	0	0,05	80
83	0,05	0,2	1,5	0,05	0,2	1,5	0,05	0,2	1,5	0,05	0,6	0,5	0,05	0,6	0,5	0,05	0,2	1,5	0,15	0	0	80
84	0,2	0,14	0,1	0,2	0,14	0,1	0,2	0,14	0,1	0,1	0,3	0,5	0,1	0,3	0,5	0,2	0,14	0,1	0,15	0	0	80
85	0,3	0,18	1	0,3	0,18	1,5	0,3	0,18	1,5	0,15	0,5	0,5	0,15	0,5	0,5	0,3	0,18	1	0,15	0	0	80
91	0,002	0,6	0,5	0,002	0,6	0,5	0,002	0,7	0,5	0,002	0,7	0,5	0,002	0,7	0,5	0,002	0,6	0,5	0,15	0	0	90
92	0,002	0,6	0,5	0,002	0,6	0,5	0,002	0,7	0,5	0,002	0,7	0,5	0,002	0,7	0,5	0,002	0,6	0,5	0,15	0	0	90

La résolution spatiale choisie de calcul de CALMET est de 100 m (DGRIDKM = 0,1 km) afin de tenir compte des variations topographiques du domaine.

Pour ce qui est de la couverture nuageuse, l'algorithme MM5toGrads est utilisé pour calculer une couverture nuageuse à tous les niveaux verticaux (MCLLOUD = 4). De plus, puisqu'il n'y a pas présence d'océan dans le domaine de modélisation, le gradient thermique des données pronostiques n'est pas utilisé pour calculer la hauteur de mélange convective (ITWPROG = 0).

Tableau 5 : Paramètres CALMET spécifiques

Options CALMET	Valeurs sélectionnées
Rayon d'influence de la topographie (TERRAD)	10 km
Mode sans observation (NOOBS)	2
Grille de la couverture nuageuse (MCLLOUD)	4 (couverture nuageuse des données pronostiques pour tous les niveaux)
Utilisation du champ des vents pronostiques comme entrée au module de diagnostic des vents (IPROG)	14 (comme état initial (<i>as initial guess field</i>))
Gradient thermique au-dessus de l'eau utilisé pour la croissance de la hauteur de mélange convective (ITWPROG)	0 (condition neutre considérée)
Humidité relative tridimensionnelle (IRHPROG)	1 (utilisation de l'humidité relative des données pronostiques)
Température tridimensionnelle (ITPROG)	2 (utilisation de la température des données pronostiques de surface et aérologiques)
Maille de calcul (DGRIDKM)	0,1 km

3.5.5 ÉCHANTILLON MÉTÉOROLOGIQUE

Les données météorologiques produites par WSP couvrent les **années 2010 à 2014**, soit les cinq années les plus récentes et représentatives de la région conformément à ce qui est recommandé par le MDDELCC dans le cadre d'une modélisation de la dispersion atmosphérique de 2^e niveau (MDDEP, 2005). Ces données comprennent plusieurs éléments météorologiques, en particulier : la vitesse et la direction du vent, la pression atmosphérique, la température, l'humidité relative, les précipitations, la température du sol/de l'eau et la radiation solaire.

En raison des variations importantes de la topographie et de l'utilisation du sol sur le domaine, les champs de vents varient en fonction de la position.

Pour fins de comparaison des données météorologiques produites, les données WRF sont d'abord comparées aux données d'observation d'Environnement Canada de la station Bagotville. La figure 1 présente les roses des vents pour les années 2010 à 2014 pour la station de l'aéroport de Bagotville et les données WRF, respectivement. Prendre note que la rose des vents des données CALMET à cette coordonnée n'a pas été compilée puisque l'aéroport de Bagotville est situé en dehors du domaine de modélisation du projet. Or, selon ces roses des vents, les données pronostiques WRF qui ont été produites par WSP représentent bien les données météorologiques de surface. Il est donc raisonnable d'affirmer que les données produites au site du futur terminal maritime en rive nord du Saguenay sont également représentatives.

Par la suite, les données WRF sont comparées aux données CALMET, pour différents points dans le domaine de modélisation afin d'illustrer le traitement de CALMET. La figure 2 présente les roses des vents

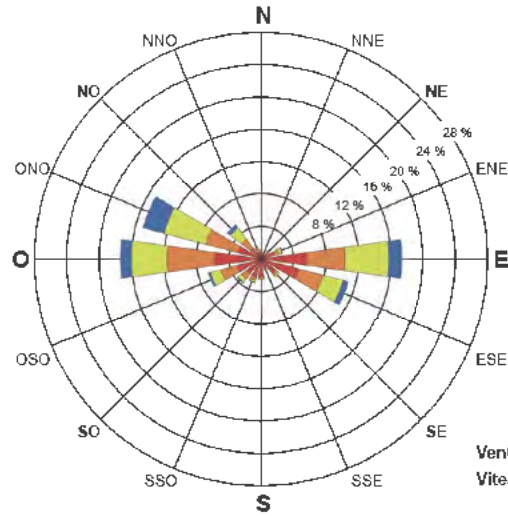
pour un point central des opérations (UTM 19U 373100 5362550). La comparaison des roses des vents indique que la distribution générale des vents est conservée suite au traitement CALMET pour la majorité des catégories présentées. Cependant, des variations surviennent principalement pour les vents de faible vitesse provenant du Nord. Cette différence s'explique par la topographie locale du secteur. En effet, le site du terminal projeté est situé sur la rive nord du Saguenay où le terrain présente des pentes abruptes. Localement, cette variation de la topographie devient un obstacle, qui s'étend du nord au sud, pour les vents provenant de l'ouest et du nord-ouest. Ces variations locales de la topographie ne sont pas incluses dans les données pronostiques WRF d'une résolution d'une plus grande échelle. Le module diagnostique CALMET vient donc corriger les vents localement pour tenir compte de ces effets de terrain locaux. Ce sont d'ailleurs les vents faibles qui sont les plus susceptibles d'être influencés par ces effets de terrain et c'est bien ce qui est observé.

Ces écarts apportés par CALMET ne sont pas observés dans les régions du domaine où la topographie ne présente pas d'obstacle, par exemple au sommet d'une montagne. La figure 3 présente justement la rose des vents des données CALMET au sommet d'une montagne locale du domaine de modélisation, ainsi que celle des données pronostiques WRF au même point. La distribution générale des vents des données pronostiques WRF est conservée à ce point suite au traitement CALMET. Par conséquent, il est raisonnable d'affirmer que le traitement CALMET produit des données météorologiques représentatives à la fois des effets locaux de terrain et des données pronostiques WRF.

Enfin, la figure 4 présente les roses des vents générées à partir des données météorologiques CALMET au point central des opérations pour chacune des années 2010 à 2014. Les données sont extraites à l'aide du module METSERIES v1.9 aux coordonnées X = 373 114 m et Y = 5 362 562 m (UTM, zone 19, NAD83), à une hauteur de 10 m. La vitesse moyenne du vent est de 3,51 m/s et le pourcentage moyen de vent calme est de 9,72 % pour les cinq années considérées⁹.

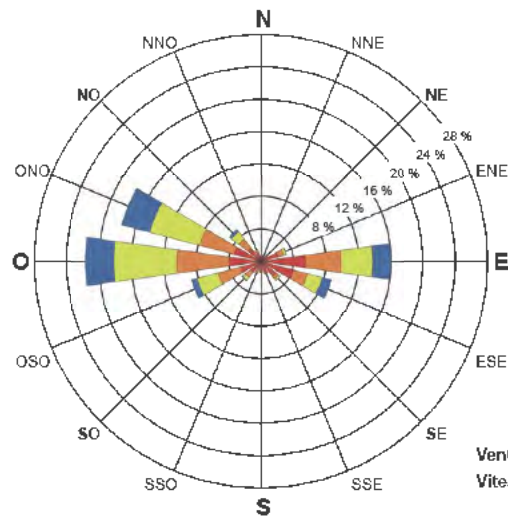
⁹ Le seuil utilisé ici pour les vents calmes est de 0.77 m/s, ou 1,5 nœud. Historiquement et selon le manuel des observations d'Environnement Canada (Environnement Canada, 2015), les données météorologiques sont arrondies au nœud entier le plus près et les vitesses inférieures à 2 nœuds sont rapportées comme vent calme. L'utilisation ici de 1,5 nœud comme seuil coïncide donc avec la méthode d'Environnement Canada afin de déterminer le pourcentage de vents calmes.

2010 à 2014
Environnement Canada



Vents calmes : 6,44 %
 Vitesse moyenne : 4,11 m/s

2010 à 2014
Weather Research and Forecast (WRF)



Vents calmes : 4,25 %
 Vitesse moyenne : 4,74 m/s

Vitesse des vents

- > à 8,5 m/s
- 5,4 à 8,5 m/s
- 3,3 à 5,4 m/s
- 0,8 à 3,3 m/s

Administration portuaire du Saguenay
 Terminal maritime en rive nord du Saguenay
 Modélisation de la dispersion atmosphérique

Roses des vents
 Comparaison des données
 d'Environnement Canada
 et des données du modèle WRF
 au site de l'aéroport de Bagotville

Sources Environnement Canada
 Weather Research and Forecast (WRF v3.6)

Figure 1

Mars 2017

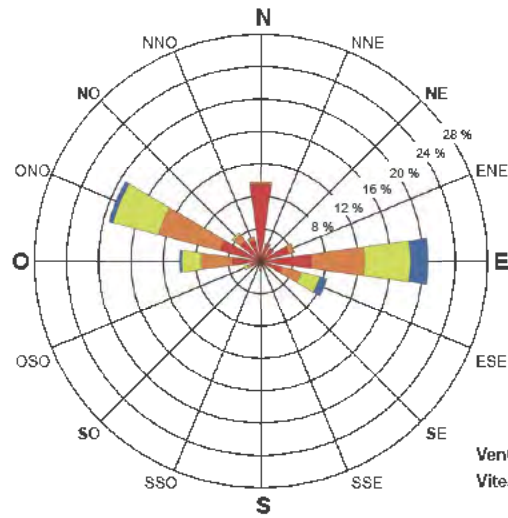


151-05819-00_f1_wspT058_Roses_Bagotville_170327.ai

Note :

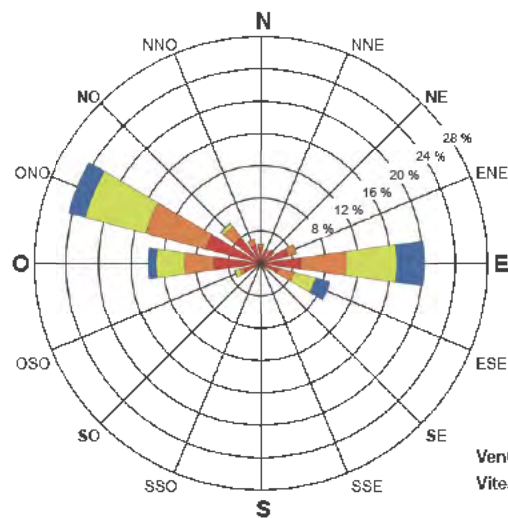
Diagramme de la fréquence de provenance du vent,
 par exemple, le vent souffle du nord 6,5 % du temps.

**2010 à 2014
CALMET**



Vents calmes : 9,72 %
Vitesse moyenne : 3,51 m/s

**2010 à 2014
Weather Research and Forecast (WRF)**



Vents calmes : 5,50 %
Vitesse moyenne : 4,25 m/s



Administration portuaire du Saguenay
Terminal maritime en rive nord du Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

Roses des vents
Comparaison des données
issues de CALMET
et des données du modèle WRF au
site du terminal maritime du Port de Saguenay

Sources CALMET v6 5 0
Weather Research and Forecast (WRF v3.6)

Figure 2

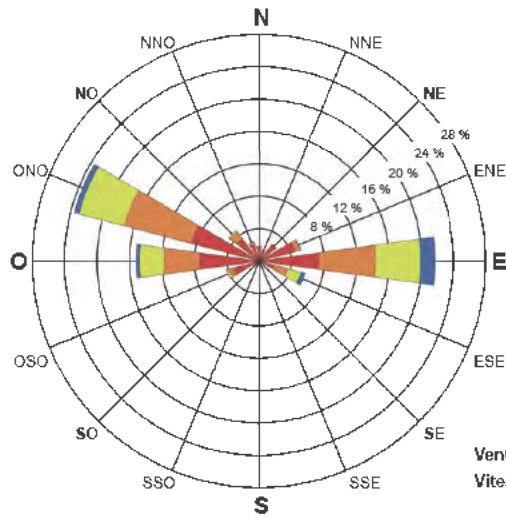
Mars 2017



151-05619-00_f2_wspT059_Roses_Saguenay_170327.ai

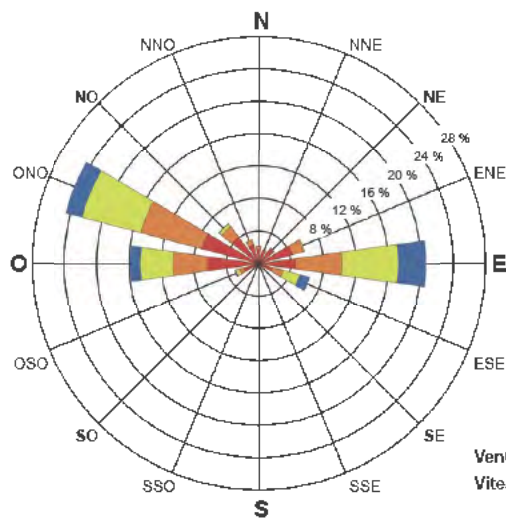
Note :
Diagramme de la fréquence de provenance du vent,
par exemple, le vent souffle du nord 6,5 % du temps.

**2010 à 2014
CALMET**

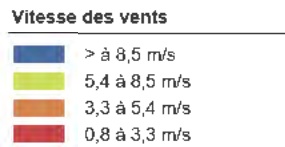


Vents calmes : 9,07 %
Vitesse moyenne : 3,49 m/s

**2010 à 2014
Weather Research and Forecast (WRF)**



Vents calmes : 5,22 %
Vitesse moyenne : 4,22 m/s



Administration portuaire du Saguenay
Terminal maritime en rive nord du Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

Roses des vents
Comparaison des données
issues de CALMET
et des données du modèle WRF au sommet
d'une montagne du domaine de modélisation

Sources CALMET v6 5 0
Weather Research and Forecast (WRF v3.6)

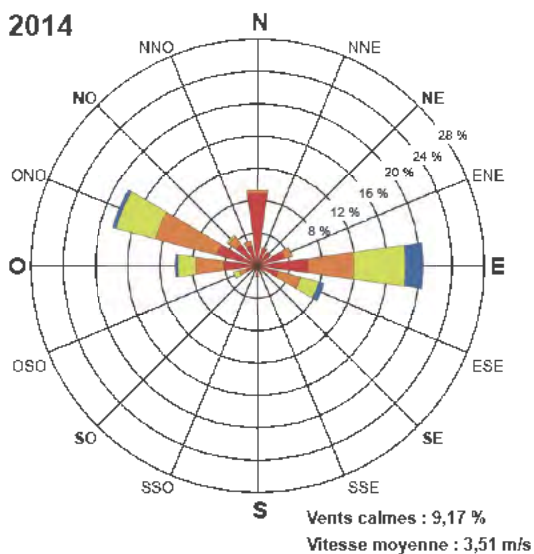
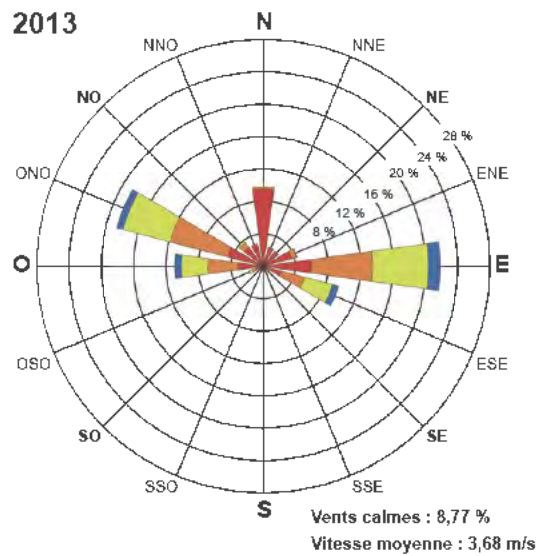
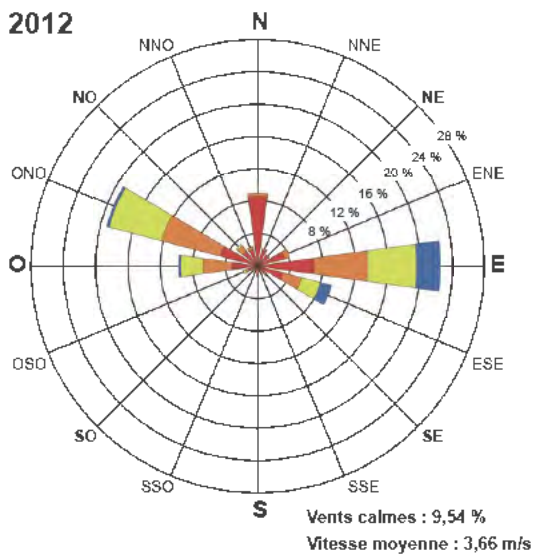
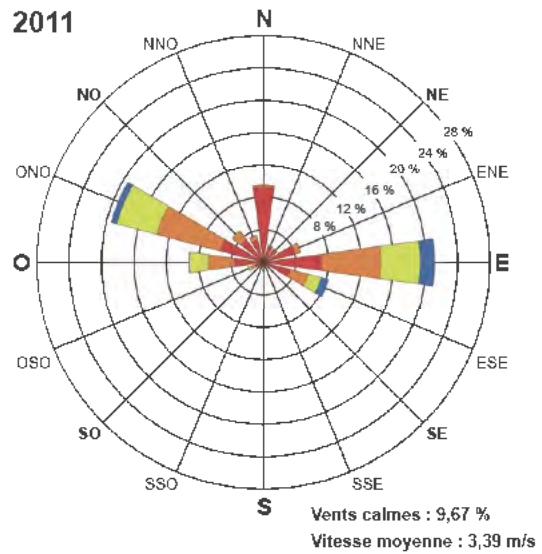
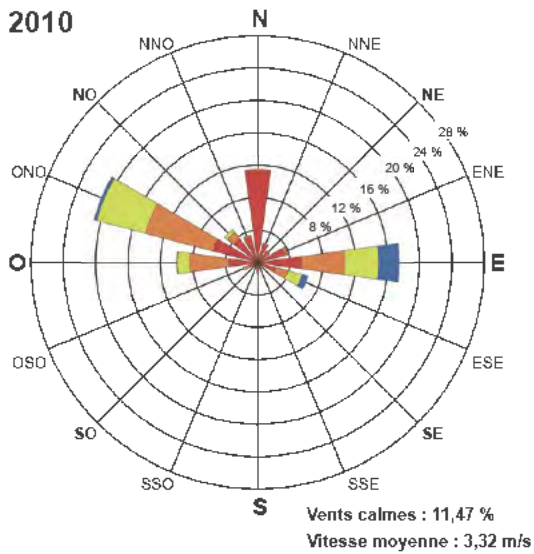
Figure 3

Mars 2017

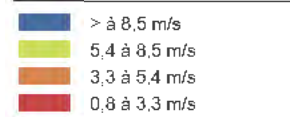


151-05819-00_f3_wspT060_Roses_Montagne_170327.ai

Note :
Diagramme de la fréquence de provenance du vent,
par exemple, le vent souffle du nord 6,5 % du temps.



Vitesse des vents



Note :
Diagramme de la fréquence de provenance du vent,
par exemple, le vent souffle du nord 6,5 % du temps.

Administration portuaire du Saguenay
Terminal maritime en rive nord du Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

Roses des vents
Données météorologiques 2010 à 2014

Source
CALMET v6.5.0
(Ré-analyses ERA-INTERIM, WRF v3.6, CALWRF v2.0.1)

Figure 4

Mars 2017



151-05819-00_f4_wspT061_Roses_Calmet_170327.ai

3.6 DESCRIPTION DES SOURCES D'ÉMISSIONS

Les sections suivantes présentent la description et les caractéristiques des sources d'émissions considérées dans cette étude. Les sources d'émissions de chacun des scénarios sont décrites dans des sections respectives. Afin de simplifier la lecture de la présente section, les tableaux regroupant les divers paramètres des sources modélisées sont fournis à l'annexe A de ce document. Des exemples de calculs de chacun des types de sources sont donnés à l'annexe C.

3.6.1 SCÉNARIO DE CONSTRUCTION

Les sources considérées dans le scénario de construction sont décrites ci-dessous et leurs positions sont indiquées sur la carte 6.

Pour la construction, l'horaire de travail considéré dans la modélisation est de 7h à 17h avec une heure de pause à 12h. Les sources ont donc été modélisées en respectant cet horaire de travail. Bien que l'horaire de travail prévu soit de 5 jours par semaine, les sources sont considérées actives 7 jours sur 7 par semaine, ce qui surestime les concentrations annuelles. Pour l'estimation des moyennes sur des périodes égales ou inférieures à 24 heures, uniquement les mois prévus à l'échéancier ont été considérés, soit d'avril à septembre inclusivement. Pour les moyennes annuelles, le même horaire de travail est considéré, mais les opérations sont considérées pour chaque mois de l'année ce qui surestime les concentrations modélisées. Pour la norme de PM_{2,5} du NCQAA sur une période de 24 heures, qui requière un traitement par percentiles, l'ensemble des mois de l'année a été considéré dans le traitement.

3.6.1.1 ROUTAGE

Le soulèvement de la poussière lors du transport de matériaux sur le réseau de routes pavées et/ou non pavées est habituellement le principal contributeur de matières particulaires (PM_{tot}, PM₁₀, PM_{2,5}) dans l'atmosphère parmi les sources fugitives d'un complexe industriel ou minier. L'intensité des émissions est directement proportionnelle à :

- la quantité de matériel transporté;
- au type de véhicule utilisé;
- à la teneur en limon (silt) présent :
 - sur la surface de roulement pour les routes pavées,
 - dans les matériaux utilisés pour la construction et l'entretien des surfaces de roulement pour les routes non pavées.

Les différents trajets empruntés sur le réseau routier d'un complexe industriel ou minier doivent donc être suffisamment détaillés pour permettre d'établir un taux d'émissions spécifique à chacun des tronçons de route. La description des opérations ainsi que les caractéristiques physiques des routes telles que leur emplacement et leurs dimensions (longueur et largeur) ont été compilées à partir de la description des opérations de construction.

Lors de la construction, les camions d'une capacité de 50 tonnes empruntent **une unique route non pavée** qui relie la zone du concasseur à l'aire du quai. Ces derniers acheminent le matériel excavé jusqu'au concasseur et, une fois concassé, le transportent jusqu'à la zone de construction de la route. Un total d'environ 7 200 tonnes de matériaux de chaque type, brute et concassé, sera manipulé chaque jour.

Pour le scénario de construction, deux (2) trajets ont été considérés. Un premier trajet relie l'aire du quai à la zone du concasseur. Ce trajet a été subdivisé en deux segments, formant un réseau routier d'environ 2,5 km. Le second trajet relie la zone du concasseur à la zone de construction du chemin d'accès final. Ce trajet est composé d'un seul segment, identique à un segment du trajet précédent. Les trajets et segments sont identifiés par leur point de départ et d'arrivée et peuvent être localisés à la carte 6.

Dans les modélisations, chacun des segments est représenté par une série de sources volumiques alternées. Pour chacun des segments, le poids moyen et la hauteur moyenne des camions ainsi que la distance parcourue (VKT) ont été déterminés en fonction du nombre de déplacements. Ce nombre de déplacements par segment a été estimé à partir des quantités de matière transportées sur chacun des trajets et de la charge utile des camions utilisés. La hauteur de relâche et la dispersion initiale verticale ont été estimées en fonction de la hauteur moyenne des camions sur le segment tandis que la dispersion initiale horizontale a été estimée en fonction de la largeur des routes. La route a une largeur de 6 m à son minimum. Dans les modélisations, trois mètres additionnels sont considérés de chaque côté de la route afin de tenir compte des émissions de poussières qui sont susceptibles de se produire par turbulence.

Les sources volumiques alternées sont effectives selon l'horaire de travail prévu pour la construction. La route étant non pavée, l'estimation des taux d'émissions a été effectuée à l'aide des facteurs d'émissions de particules associés à ce type de surface et proposés dans l'AP42, section 13.2.2 *Unpaved Roads*. Cette méthode requiert le pourcentage de limon (*silt*) présent sur la surface de la route. Étant donné qu'aucune donnée spécifique au site n'existe, celle-ci doit être estimée. Selon les spécifications du matériel concassé, qui sera utilisé comme remblais, un taux de silt moyen d'environ 4,5 % est prévu.

Durant la construction, un arrosage régulier des routes est prévu, ainsi une atténuation de 75 % a été considérée (NPI, 2012a). De plus, la vitesse prévue de circulation des camions est d'environ 15 à 30 km/h, ce qui est inférieur à la plage moyenne du taux de l'AP-42, soit de 8 à 69 km/h. Ainsi, une atténuation supplémentaire de 44 % reliée aux vitesses prévues de tous les véhicules inférieures à 40 km/h est jugée appropriée (WRAP, 2006). En somme, une atténuation combinée de 86 % est jugée réaliste pour représenter les opérations de routage sur le site de construction. Malgré tout, à la demande de l'ACEE, uniquement le taux d'atténuation lié à l'arrosage, soit 75 %, est considéré dans cette étude.

Le tableau A 1 présente une description des camions hors route considérés dans la modélisation. Les trajets définis sont présentés au tableau A 2 alors que les caractéristiques et taux d'émissions des segments considérés sont regroupés au tableau A 3. Le positionnement et taux d'émissions des sources volumiques de routage alternées sont présentés au tableau A 4.

3.6.1.2 OPÉRATIONS

Les différents types d'opérations présentés dans les sections suivantes sont considérés comme des sources de contaminants atmosphériques. Dans le modèle, ces sources sont de type volumique. Les tableaux A 5 à A 7 présentent les caractéristiques physiques et les taux d'émissions des sources volumiques liées aux opérations pour le scénario de construction.

Chargement / déchargement

Ce type de source émet des matières particulaires (PM_{tot} , PM_{10} , $PM_{2.5}$) dans l'atmosphère. Les facteurs d'émission des sources considérées ont été estimés à l'aide de l'équation 1 de la section 13.2.4 *Aggregate handling and storage piles* de l'AP-42 (US-EPA). Selon la description des opérations de construction, le pourcentage d'humidité des différents matériaux est estimé de 5 à 10 % ou plus selon les précipitations pour tous les matériaux. Un pourcentage de 5 % a donc été considéré dans la modélisation. Les tonnages manipulés ont été estimés sur une base journalière et correspondent à 7 200 tonnes de matériaux brutes et 7 200 tonnes de matériaux concassés.

Les sources d'émissions considérées liées aux manipulations de matériaux pour le scénario de construction sont les suivantes :

- Chargement de matériaux bruts à l'aire du quai à l'aide de deux excavatrices CAT 390F-L [LOADL1];
- Chargement de matériaux concassé à la zone du concasseur à l'aide d'une chargeuse sur roues CAT 986 H [LOADL2];
- Déchargement de matériaux bruts à la zone du concasseur à l'aide de camion hors route CAT 772G [DUMP1];
- Déchargement de matériaux concassés à la zone de construction du chemin d'accès final à l'aide de camion hors route CAT 772G [DUMP2];
- Déchargement de matériaux concassés sur la pile de matériaux concassés à l'aide d'un convoyeur à la sortie du tamis [CONV_SE1].

Il est important de noter que les taux d'émissions de ces sources ont été évalués sur une base horaire. Pour chacune des heures modélisées, la vitesse du vent à la position de la source a été utilisée pour le calcul du taux d'émission.

Boutage

Un bouteur de type CAT D8T est inclus dans la flotte pour effectuer les divers travaux de terrassement et autres travaux de nivellement. Pour le scénario de modélisation, le bouteur opère à la construction du chemin d'accès final. Les taux d'émission des matières particulaires (PM_{tot} , PM_{10} , $PM_{2.5}$) de cette source [DOZ1] ont été calculés à partir du tableau 11.9-2 de la section 11.9 Western Surface Coal Mining de l'AP-42 (US-EPA). L'humidité considérée des matériaux manipulés est de 5 % et sa teneur en limon à 4,5 %. Enfin, il est important de noter que les bouteurs sont des sources de particules uniquement lorsqu'ils sont en mouvement. Ainsi, un facteur d'atténuation de 50 % a été considéré en fonction de l'expérience actuelle, et ce, afin de considérer les périodes durant lesquelles, les bouteurs sont à l'arrêt et qu'aucun matériau n'est déplacé.

Forage

Trois foreuses de type Sandvik DX800 sont prévues au projet et ont été considérées dans la modélisation. Les trois foreuses [DRILL1, DRILL2, DRILL3], positionnées à l'aire du quai, seront munies d'un contrôle des émissions à l'aide d'un dépoussiéreur. Un taux d'atténuation de 99 % a donc été utilisé. Celui-ci est tiré du tableau 4 du document NPI for mining (NPI, 2012a). Les taux d'émission des matières particulaires (PM_{tot} , PM_{10} , $PM_{2.5}$) ont été calculés à l'aide du tableau 11.9-4 de la section 11.9 Western Surface Coal Mining de l'AP-42 (US-EPA). Pour le scénario de construction, environ 183 trous par jour sont requis pour les trois foreuses. Le tableau A 6 et A 7 présente les caractéristiques et taux d'émissions des sources de forages.

Sautage

Il est prévu d'effectuer d'un sautage par jour. L'horaire prévu pour les sautages est en fin de journée entre 17h et 18h. Des explosifs de type émulsion (sans ANFO) sont envisagés et ont été considérés dans la modélisation. Il est estimé qu'une surface de 1 281 m² est détonées par sautage.

En plus des matières particulaires (PM_{tot} , PM_{10} , $PM_{2.5}$), le sautage est une source d'émission de monoxyde de carbone (CO), d'oxyde d'azote (NO_x) et de dioxyde de soufre (SO₂). Les taux d'émission des matières particulaires ont été calculés à l'aide du tableau 11.9-2 de la section 11.9 Western Surface Coal Mining de l'AP-42 (US-EPA). Les taux d'émission des différents gaz mentionnés précédemment ont été calculés à

l'aide du document NPI – Explosives detonation and firing ranges (NPI, 2012b). Le tableau A 6 et A 7 présente les caractéristiques et taux d'émissions de la source [S1_51_1] liées au sautage à l'aire du quai.

Concassage et criblage

Les opérations de concassage et de criblage effectués à la zone du concasseur ont été considérées dans la modélisation. Celui-ci est constitué d'un concasseur à mâchoires et d'un concasseur conique avec une unité de criblage. Le concasseur est alimenté par des chargeuses et le matériau concassé est déchargé à l'aide de convoyeurs sur une pile d'entreposage.

Les matières particulaires émises par le concasseur (PMT, PM₁₀ et PM_{2,5}) ont été estimées à l'aide des facteurs d'émission proposés à la section 11.19.2, Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing de l'AP-42. De façon conservatrice, le facteur d'émission proposé pour le concassage tertiaire a été utilisé pour le concasseur à mâchoires et le concasseur conique tandis que le facteur d'émission proposé pour le criblage fin a été utilisé pour l'unité de criblage. Le facteur d'émission proposé pour le transfert sur la pile a pour sa part été utilisé pour représenter le point de chute. Finalement, tel que décrit à la section 11.24 de l'AP-42, il est admis que les émissions de particules produites par l'alimentation du concasseur et par le transfert des matériaux d'une unité à l'autre sont incluses dans les facteurs d'émissions donnés.

L'humidité des matériaux concassés est relativement élevée (> 5 %) par rapport au taux d'humidité des taux d'émission de l'AP-42 sans contrôle, soit de 0,21% à 1,3 %. De plus, la pile de matériaux bruts et le concasseur seront arrosés au besoin pour le contrôle des émissions. Ainsi, les taux d'émission avec contrôle ont été utilisés.

Les opérations de concassage et de criblage ainsi que les points de chute des convoyeurs ont été représentés dans les modélisations à l'aide de sources volumiques. Les paramètres physiques et les taux d'émissions utilisés dans le modèle sont présentés en annexe au tableau A 5.

Les émissions des gaz d'échappement des unités de concassages et de criblage ont également été considérées dans la modélisation. Ceux-ci ont été modélisés comme des équipements localisés tels que décrits à la section suivante.

3.6.1.3 GAZ D'ÉCHAPPEMENT

Les émissions provenant des gaz d'échappement (PMT, PM₁₀, PM_{2,5}, CO, NO_x et SO₂) des différents véhicules actifs sur le site du futur terminal maritime ont été considérées lors de la modélisation. La flotte de véhicules actifs sur le site lors de la construction a été fournie dans la description des opérations de construction. Les facteurs d'émissions (g/hp.hr) ont été estimés suivant la méthode proposée dans le document *Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling Compression-Ignition* (US-EPA, juillet 2010). Les taux d'émissions des sources rejetant des gaz d'échappement ont ensuite été calculés en considérant la puissance du moteur (hp) et le facteur de chargement en fonction du type d'équipement. Ces différents paramètres sont donnés avec les taux d'émissions calculés pour chacun des véhicules au tableau A 8.

Pour la présente étude, la teneur en soufre dans le diesel a été fixée à 15 ppm, soit la limite prescrite par le *Règlement sur le soufre dans le carburant diesel* (Environnement Canada, 2013) pour les carburants diesel pour les moteurs hors route. Il est important de préciser que suivant la méthode utilisée, le diamètre de toutes les particules émises par les systèmes d'échappement est assumé inférieur à 10 microns (PM₁₀) de sorte que les taux d'émissions pour les PMT et les PM₁₀ sont égaux. De plus, la fraction de particules fines (PM_{2,5}) sur l'ensemble des particules émises est estimée à 97 %. Finalement, puisque l'âge spécifique de la flotte de véhicules est inconnu, l'augmentation des émissions due à la dégradation des moteurs a été

maximisée afin de considérer le scénario « pire cas ». Ainsi, bien que l'âge des équipements évolue dans le temps, les taux d'émissions calculés demeurent constants dans le temps.

Afin de caractériser les sources d'émissions, les équipements mobiles présents sur le site sont habituellement répartis en 3 catégories distinctes : les équipements de transport, les équipements de support (niveleuse, etc.) et les équipements localisés (unités de concassage, excavatrices, chargeuses, bouteurs et foreuses).

En ce qui concerne les équipements localisés, les tuyaux d'échappement sont verticaux et le comportement des émissions ne sera pas influencé de façon notable par le mouvement des véhicules puisque les déplacements ont lieu à de faibles vitesses et que les émissions sont propulsées vers le haut à des vitesses relativement grandes. Les paramètres physiques réels (tels que la vitesse et la température des émissions, la hauteur et le diamètre du point d'émission) ont tous été utilisés pour ces types de véhicules et la modélisation de ces émissions est effectuée à l'aide de sources ponctuelles.

Dans le cas des camions de transport prévus, les tuyaux d'échappement sont positionnés horizontalement. La dispersion des émissions sera ainsi affectée par le mouvement et la turbulence créés par les camions. De façon conservatrice, l'effet de flottabilité est négligé et les émissions des gaz d'échappement pour les camions de transport sont représentées dans la modélisation à l'aide de sources volumiques. Ces émissions ont été réparties sur les différents segments en fonction du temps moyen passé sur chacun d'eux. Ces proportions ont été estimées à partir du type d'opération associé à chaque segment (chargement, déchargement), de la longueur et de la topographie du segment (terrain plat ou en pente) et du nombre de déplacements requis pour transporter le tonnage prévu entre les différents points. Une répartition identique a été utilisée pour les émissions associées aux véhicules de support.

Les taux d'émission de chaque équipement considéré sont présentés au tableau A 8. Les équipements considérés, leur disponibilité mécanique, leur quantité ainsi que leur type (transport, support ou localisé) sont présentés au tableau A 9. Les caractéristiques physiques et taux d'émission des sources de gaz d'échappement associés au routage et au support pour chaque segment sont présentés au tableau A 10. Enfin, les caractéristiques physiques et taux d'émission des gaz d'échappement des équipements localisés sont présentés au tableau A 11. La position des sources associées au routage et aux opérations a également été utilisée pour les sources liées aux gaz d'échappement.

3.6.1.4 ÉROSION ÉOLIENNE

Afin de quantifier les émissions de matières particulaires (PM_{tot} , PM_{10} , $PM_{2.5}$) dues à l'érosion éolienne des aires de stockages, l'équation de l'INRP a été utilisée sur une base horaire. Pour chaque heure modélisée, la vitesse du vent a été utilisée et comparée à la vitesse seuil de 19,3 km/h à partir de laquelle l'érosion éolienne apparaît. Le taux d'émission est alors effectif lorsque la vitesse du vent est supérieure ou égale à cette vitesse seuil et nul lorsque la vitesse du vent est inférieure à celle-ci.

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

En tous, trois surfaces ont été considérées pour l'érosion éolienne. Les sources surfaciques retenues sont les suivantes :

- La pile de matériaux bruts à la zone du concasseur [PBRUT];
- La pile de matériaux concassés à la zone du concasseur [PCONC];

→ Les piles de mort-terrain disposées sur l'ensemble du site, cinq piles d'entreposage de mort-terrain ont été considérées [MT1 à MT5].

Les surfaces de chacune des piles d'entreposage sont fournies dans la description des opérations de construction. Les caractéristiques et taux d'émission des aires d'entreposage sont présentés au tableau A 12.

Aucune méthode d'atténuation des émissions de poussière n'a été appliquée dans la modélisation, bien que la pile de matériaux bruts soit arrosée pour contrôler les émissions du concasseur.

3.6.1.5 AUTRES SOURCES

Les sources d'émissions occasionnelles ou présentant une contribution marginale aux émissions totales n'ont pas été prises en compte pour la modélisation de la dispersion atmosphérique, par exemple les déplacements pour la manutention de faibles volumes (camionnettes, etc.).

3.6.2 SCÉNARIO D'EXPLOITATION

Les sources considérées dans le scénario d'exploitation sont décrites ci-dessous et leurs positions sont indiquées sur la carte 7.

3.6.2.1 ROUTAGE

Lors de l'exploitation, les camions d'une capacité de 120 tonnes empruntent **une unique route pavée** à partir de l'entrée du site identifiée par la présence d'une guérite. Ces derniers se rendent jusqu'au bâtiment fermé contenant les trémies dans lesquelles le concentré d'apatite est déchargé. Rappelons qu'un total d'environ 3 000 000 tonnes de concentré d'apatite est acheminé aux installations du nouveau terminal maritime du Port de Saguenay et ceux, 230 jours par années. C'est environ 13 043 tonnes de concentré qui sont acheminées par jour de transport, soit environ 108 camions par jour. À noter que les camions viendront décharger leur contenu deux à deux et le temps d'un déchargement sera d'environ 20 à 25 minutes.

Pour le scénario considéré, deux (2) trajets ont été considérés; le point de départ étant l'entrée du site au niveau de la guérite et l'arrivée étant les deux points de déchargement du concentré. Ce trajet a été subdivisé en 6 segments, formant un réseau routier d'environ 1 km. Les trajets et segments sont identifiés par leur point de départ et d'arrivée et peuvent être localisés à la carte 7.

La même méthode que pour le scénario de construction (section 3.6.1.1) a été appliquée pour déterminer les caractéristiques des sources d'émissions. La route principale a une largeur de 10 m alors que les tronçons autour du bâtiment de déchargement ont une largeur de 4,6 m. Dans les modélisations, trois mètres additionnels sont considérés de chaque côté de la route afin de tenir compte des émissions de poussières qui sont susceptibles de se produire par turbulence.

Les sources volumiques alternées sont effectives 24 heures par jour pour tous les jours de l'année (contrairement à 230 jours dans la planification opérationnelle du terminal maritime projeté). Toutefois, les taux d'émissions ont été évalués pour un tonnage de 3 000 000 tonnes de concentré pour 230 jours de transport. La portion associée au routage des concentrations annuelles de poussières est donc surestimée. La route étant pavée, l'estimation des taux d'émissions a été effectuée à l'aide des facteurs d'émissions de particules associés à ce type de surface et proposés dans l'AP42 (US-EPA), section 13.2.1 *Paved Roads*. Cette méthode requiert la masse surfacique de limon (*silt*) présent sur la surface de la route. Étant donné qu'aucune donnée spécifique au site n'existe, celle-ci doit être estimée. Considérant que les opérations du site ne présentent pas d'émission fugitive non contrôlée près de la route et que les chargements des

camions sont couverts, la déposition de matériel sur la route en raison des opérations est jugée minimale et la masse de limon est jugée équivalente à une route publique. L'utilisation des données fournies au tableau 13.2.1-2 *Ubiquitous Silt Loading Default Values With Hot Spot Contributions From Anti-Skid Abrasives (g/m²)* de l'AP42 est privilégié. Puisque le transport quotidien moyen est inférieur à 500, la masse surfacique de limon considérée est de 0,6 g/m². Pour les mois hivernaux (de décembre à avril), la masse surfacique de limon est ajustée à 2,4 g/m² (un facteur de 4) afin de tenir compte de l'utilisation d'abrasif sur la route.

Pour ce scénario, aucune mesure d'atténuation particulière n'est appliquée. Aussi, il est important de préciser que les remorques seront fermées afin d'éviter toute émission fugitive de poussières provenant directement des matériaux lors de leur transport.

Enfin, concernant l'émission de métaux et métalloïdes à partir des poussières de route, aucune analyse du limon n'est documentée pour le futur site du port maritime donc l'hypothèse de considérer les teneurs du concentré d'apatite est retenue. Cette hypothèse sous-entend donc que du concentré d'apatite se dépose sur la route même si les camions de transport sont fermés.

Le tableau A 13 présente une description des camions de conception sur mesure considérés dans la modélisation. Les trajets définis sont présentés au tableau A 14 alors que les caractéristiques et taux d'émissions des segments considérés sont regroupés au tableau A 15 pour la période de mai à novembre et au tableau A 16 pour la période de décembre à avril. Le positionnement et taux d'émissions des sources volumiques de routage alternées sont présentés au tableau A 17 pour la période de mai à novembre et au tableau A 18 pour la période de décembre à avril.

3.6.2.2 DÉPOUSSIÉREURS

Les installations du futur terminal maritime du Port de Saguenay comprennent plusieurs sources d'émissions ponctuelles verticales représentant des dépoussiéreurs reliés à des opérations de transfert ou de stockage du concentré d'apatite.

Les sources ponctuelles considérées dans la modélisation sont les suivantes :

- Le dépoussiéreur du bâtiment de déchargement des camions [FBC_001] : cet équipement n'est en fonction que lors des journées de déchargement des camions dans les trémies soit environ 230 jours par années. Or, dans la modélisation, ce dépoussiéreur est en fonction 24 heures par jour pour tous les jours de l'année. Les émissions annuelles de ce dépoussiéreur sont donc surestimées dans la modélisation.
- Les deux dépoussiéreurs des silos d'entrepôts [FBC_002 et FBC_003] : ces équipements sont en fonction lors des journées de déchargement des camions, mais aussi lors du chargement des navires. Selon Port de Saguenay, ces deux sources émettent donc des poussières environ 269 jours par années selon les estimations. Or, dans la modélisation, ces dépoussiéreurs sont en fonction 24 heures par jour, 7 jours par semaines, 52 semaines par année soit 365 jours. Les émissions annuelles de ces dépoussiéreurs sont donc surestimées dans la modélisation.
- Le convoyeur vers le quai est muni d'un dépoussiéreur au niveau de la tour de transfert [FBC_007] : ce dépoussiéreur est fonctionnel uniquement lors du chargement des navires soit environ 75 jours par années. Or, dans la modélisation, ce dépoussiéreur est en fonction 24 heures par jour, 7 jours par semaines, 52 semaines par année soit 365 jours. Les émissions annuelles de ce dépoussiéreur sont donc surestimées dans la modélisation.
- La tour de transfert localisée sur le quai est munie d'un dépoussiéreur [TPDC] : ce dépoussiéreur est fonctionnel uniquement lors du chargement des navires soit environ 75 jours par année. Or, dans la modélisation, ce dépoussiéreur est en fonction 24 heures par jour, 7 jours par semaines, 52 semaines

par année soit 365 jours. Les émissions annuelles de ce dépoussiéreur sont donc surestimées dans la modélisation.

- Le système de chargement des navires est muni de 2 dépoussiéreurs [DCF et TRIP] : ces dépoussiéreurs sont fonctionnels uniquement lors du chargement des navires soit environ 75 jours par année. Or, dans la modélisation, ces dépoussiéreurs sont en fonction 24 heures par jour, 7 jours par semaines, 52 semaines par année soit 365 jours. Les émissions annuelles de ces dépoussiéreurs sont donc surestimées dans la modélisation.

Le tableau A 19 présente les descriptions et les caractéristiques physiques des sources ponctuelles modélisées, alors que le tableau A 20 regroupe les débits, les concentrations et les taux d'émissions. Les taux d'émissions proviennent des informations fournies par Port de Saguenay. Étant donné que la sortie des dépoussiéreurs des tours de transfert est à température ambiante, la conversion du débit actuel vers un débit normalisé implique une variation horaire de ce dernier en fonction de la température. Un exemple de cette variation du taux d'émissions horaire est présenté au tableau A 21. Enfin, le détail de la granulométrie des émissions n'est pas disponible, ainsi les taux de PM₁₀ et PM_{2,5} ont été considérés égaux à ceux des PMT.

3.6.2.3 CHARGEMENT DU NAVIRE

Le concentré est déposé dans les cales du navire à l'aide d'une chute télescopique munie d'un système en cascade qui ralentit la chute des matériaux et qui limite ainsi les émissions fugitives de poussières. Selon les informations techniques fournies¹⁰, les concentrations de poussières au niveau de la trappe de sortie de la cale du navire sera inférieures à 10 mg/m³. Une source fugitive de type surfacique a donc été considérée pour le chargement du navire. L'ouverture de la cale délimite le contour de cette source. Une fois de plus, cette source d'émission a été considérée comme active en tout temps (24h/24, 7 jours sur 7, 52 semaines par années) surestimant de manière importante les émissions annuelles de poussières puisque les chargements de navires ne sont effectifs qu'environ 75 jours par année.

Le calcul pour l'obtention du taux de la source surfacique est présenté au tableau A 22 alors que les caractéristiques et taux d'émissions considérés dans la modélisation sont présentés au tableau A 23.

3.6.2.4 GAZ D'ÉCHAPPEMENT

Les émissions provenant des gaz d'échappement (PMT, PM₁₀, PM_{2,5}, CO, NO_x et SO₂) des différents véhicules actifs sur le site du terminal maritime projeté ont été considérées lors de la modélisation. La flotte de véhicules pour chaque année a été fournie par Port de Saguenay. La même méthode que pour le scénario de construction (voir section 3.6.1.3) est utilisée pour estimer les taux d'émission. Les différents paramètres des véhicules de ce scénario sont donnés avec les taux d'émissions calculés au tableau A 24.

Les tuyaux d'échappement des camions de transport sont positionnés en angle à environ 45 degrés. La dispersion des émissions sera ainsi affectée par le mouvement et la turbulence créés par les camions. De façon conservatrice, l'effet de flottabilité est négligé et les émissions des gaz d'échappement pour les camions de transport sont représentées dans la modélisation à l'aide de sources volumiques. Ces émissions ont été réparties sur les différents segments selon la même méthode que pour le scénario de construction (voir section 3.6.1.3). Les positions des sources associées au routage (voir section 3.6.2.1) ont été utilisées pour les sources associées aux gaz d'échappement. Le nombre de sources ainsi considéré est donc jugé suffisant pour bien représenter la concentration des différentes substances dans l'air ambiant à cette limite. Une disponibilité mécanique de 100 % a été utilisée et, selon la description des opérations, un

¹⁰ REEL Alesa Ltd. 2016. *Ariane Phosphate - Air Quality, Technical Document –Export Terminal – Lot A.*

maximum de 2 camions présents simultanément sur le site a été considéré pour l'évaluation des émissions de gaz d'échappement du transport par routage (voir tableau A 25).

Les caractéristiques et taux d'émissions des sources volumiques considérées pour les émissions des gaz d'échappement du transport par routage sont présentés au tableau A 26.

3.6.2.5 GAZ D'ÉCHAPPEMENT DU NAVIRE AU QUAI

Les émissions des navires servant à l'expédition du concentré d'apatite ont également été modélisées. Il a été considéré que ces derniers sont équipés d'une génératrice auxiliaire et de bouilloires en fonction lorsqu'ils sont amarrés au quai. Les émissions de la génératrice auxiliaire dépendent de la puissance d'utilisation du moteur, alors que les émissions des bouilloires dépendent de leur consommation en carburant. Les informations techniques utilisées pour estimer ces émissions sont basées sur deux références principales, soit un inventaire des émissions de navire réalisé par *The Chamber of Shipping* en Colombie-Britannique (COS, 2007) et un inventaire national des émissions de navire pour le Canada réalisé par SNC-Lavalin Environment (SNC, 2012). En particulier, cette dernière référence présente un outil d'inventaire des émissions marines nationales pour l'année 2010 (*Marine Emission Inventory Tool*, MEIT 2010) préparé pour Environnement Canada.

Pour un navire amarré, la puissance d'utilisation effective de la génératrice auxiliaire est estimée à 405 kW (COS, 2007; Tableau 8), alors que la consommation des bouilloires est estimée à 0,08 tonne/heure (SNC, 2012; Tableau A-7). Les taux d'émissions ont été déterminés à partir de la méthode du MEIT 2010 et le détail complet est présenté à la section 3.6.3.1. Les taux d'émissions considérés sont présentés au tableau A-33. Les émissions de la génératrice et des bouilloires sont considérées comme émises à partir du même point d'émission. De plus, puisque cette source est considérée comme localisée, la modélisation de ses émissions est effectuée à l'aide d'une source ponctuelle verticale. Les paramètres physiques, qui lui sont associés, sont présentés au tableau A-34. La position de la source est, quant à elle, présentée au tableau A-35.

Une fois de plus, cette source d'émission a été comme active en tout temps (24h/24, 7 jours sur 7, 52 semaines par année) surestimant de manière importante les émissions annuelles puisque les chargements de navires ne sont effectifs qu'environ 75 jours par année.

3.6.2.6 AUTRES SOURCES

Les sources d'émissions occasionnelles ou présentant une contribution marginale aux émissions totales n'ont pas été prises en compte pour la modélisation de la dispersion atmosphérique, par exemple les déplacements pour la manutention de faibles volumes (camionnettes, etc.).

3.6.3 SCÉNARIO D'EXPLOITATION – AVEC DÉPLACEMENT DU NAVIRE

Les sources considérées dans le scénario d'exploitation avec déplacement du navire sont celles du scénario d'exploitation, décrites à la section 3.6.2, auxquelles des sources liées aux émissions du navire en déplacement sont ajoutées. Ces dernières sont décrites ci-dessous et leurs positions sont indiquées sur la carte 8.

3.6.3.1 GAZ D'ÉCHAPPEMENT DU NAVIRE EN DÉPLACEMENT

Les émissions des navires servant à l'expédition du concentré d'apatite ont également été modélisées lors des manœuvres d'accostage et d'appareillage. Il a été considéré que ces derniers sont équipés d'un moteur principal de propulsion, d'une génératrice auxiliaire et de bouilloires. De plus, des remorqueurs

peuvent assister le déplacement du navire lors de ces manœuvres. Un total de deux remorqueurs a été considéré.

La puissance nominale du moteur principal du navire considéré est de 12 500 kW selon les données d'un fournisseur pour un navire-vraquier de capacité supérieur à 100 kt (MAN, 2014). Le facteur de chargement du moteur principal est estimé à 10 % lors des manœuvres modélisées, basé sur le MEIT v4.0 (SNC, 2012, Tableau A-2), étant donnée la faible vitesse du navire. Pour la génératrice auxiliaire, la puissance effective durant les manœuvres modélisées est estimée à 520 kW (COS, 2007, Tableau 8). Enfin, la consommation des bouilloires est estimée à 0,08 tonne/heure (SNC, 2012; Tableau A-7). La puissance nominale du moteur principal des remorqueurs est estimée à 3729 kW (5000 HP), basée sur la description des opérations de Port de Saguenay. Aucune génératrice auxiliaire ou bouilloire n'est considérée pour les remorqueurs. Le facteur de chargement du moteur principal est estimé à 32% lors de l'assistance d'un navire (CARB, 2010; Tableau 3-7, 608 kW/1902 kW). Le tableau A-27 présente les puissances effectives de moteurs et la consommation de carburant des bouilloires considérées en fonction des types de manœuvres.

Les taux d'émissions ont été déterminés à partir du MEIT 2010. Pour les émissions de NO₂, les émissions limites permises par la norme tier 3 de l'*International Maritime Organization* (IMO) ont été considérées, celles-ci étant en vigueur à partir de 2016. Également, une teneur en soufre de 0,1 %, limite permise dans les combustibles marins, a été utilisée pour le calcul des émissions de SO₂ du navire de transport, alors qu'une teneur en soufre de 0,05 % a été utilisée pour les remorqueurs (SNC, 2012). Les tableaux A-28 à A-30 présente les facteurs d'émission utilisés pour cette étude, de même que les références associées. Un coefficient d'ajustement a été considéré dans le cas des faibles facteurs de chargement (0,1 ou moins), soit pour le moteur principal du navire. Les taux d'émission résultants sont donnés au tableau A-31, pour les moteurs (en g/kWh), au tableau A-32, pour les bouilloires (en kg/tonne), et, enfin, au tableau A-33, pour les taux d'émissions totaux (en g/s). Finalement, les émissions de la génératrice et des bouilloires sont considérées comme émises à partir du même point d'émission.

Puisque les manœuvres d'accostage sont d'une durée de 30 à 60 minutes, une durée de 60 minutes a donc été considérée et, ainsi, le taux d'émission (en g/s) a été modélisé directement. Les manœuvres d'appareillage sont, quant à elles, d'une durée d'environ 30 minutes, ainsi, le taux d'émission (en g/s) a été considéré pour une durée de 30 minutes, mais réparti sur 60 minutes (soit l'intervalle de temps minimal de modélisation); un facteur de 0,5 a donc été considéré (30 min/60 min).

Ces sources sont considérées comme localisées, la modélisation de ses émissions est donc effectuée à l'aide de sources ponctuelles verticales. Les paramètres physiques qui leur sont associés ont été déterminés à partir de l'étude de qualité de l'air du projet *Roberts Bank Terminal 2* (SENES, 2014) et sont présentés au tableau A-34. Enfin, pour simuler l'effet de déplacement des navires lors des manœuvres d'accostage et d'appareillage, des sources ponctuelles ont été placées à tous les 100 m le long des trajets modélisés. La position de chacune des sources est présentée au tableau A-35.

Une fois de plus, les sources d'émission des manœuvres d'accostage et d'appareillage ont été considérées comme actives à tous les jours (7 jours sur 7, 52 semaines par année, soit 365 navires) surestimant de manière importante les émissions annuelles puisque le nombre prévu de navires est d'environ 60 par année.

3.7 EFFETS DES BÂTIMENTS

Pour le scénario d'exploitation, étant donné la proximité des sources ponctuelles par rapport aux différents bâtiments, l'effet de rabattement du panache de dispersion a été pris en considération. Pour ce faire, le programme « Building Profile Input Program » (BPIP) a été utilisé afin d'estimer l'effet des bâtiments. Les

résultats du calcul ont par la suite été incorporés au modèle CALPUFF, qui applique les corrections requises pour l'évaluation des concentrations dans l'air ambiant à l'aide du logiciel PRIME.

Les bâtiments du port maritime du Port de Saguenay ont été tracés afin de calculer les effets de sillage et de rabattement du panache. Les coordonnées géographiques, l'élévation des bâtiments et la position des sources d'émissions ont été déterminées à partir des informations et des plans fournis par Port de Saguenay. Une vue en 3D des bâtiments est présentée à la carte 9.

Pour le scénario de construction, aucun effet de bâtiments n'a été considéré.

3.8 CONFIGURATION DE CALPUFF

En général, toutes les options par défaut de CALPUFF ont été sélectionnées à l'exception de la déposition qui n'a pas été prise en compte dans le modèle. Les paramètres sans valeur par défaut et à spécifier par l'utilisateur, ainsi que certains paramètres dont la valeur sélectionnée est différente de celle par défaut, sont présentés au tableau 6.

Tableau 6 : Paramètres CALPUFF spécifiques

Options CALPUFF	Valeurs sélectionnées
Rabattement du panache (<i>Building downwash</i>)	MBDW = 2 (méthode <i>PRIME</i>)
Transformation chimique (<i>Chemical mechanism flag</i>)	MCHEM = 0 (transformation chimique non modélisée)
Déposition humide (<i>Wet removal modeled</i>)	MWET = 0 (non)
Déposition sèche (<i>Dry deposition modeled</i>)	MDRY = 0 (non)
Coefficients de dispersion (<i>Dispersion coefficients</i>)	MDISP = 2 (coefficients de dispersion calculés à l'interne)
Densité de probabilité pour la dispersion sous les conditions convectives (<i>PDF for dispersion under convective conditions</i>)	MPDF = 1 (oui)

3.9 ESTIMATION DES CONCENTRATIONS DE NO₂

Concernant l'estimation des concentrations de NO₂ dans l'air ambiant, la méthode OLM (*Ozone Limiting Method*) a été appliquée aux résultats de modélisations sur une période horaire du scénario de construction. Cette méthode permet de calculer la conversion du NO en NO₂, en fonction du ratio NO₂/NO_x à la source et de l'ozone disponible dans l'air ambiant. Les concentrations d'ozone utilisées sont les valeurs recommandées par le MDDELCC¹¹ soit de 80 ppb (horaire).

En ce qui concerne le ratio NO₂/NO_x, les différentes sources de NO_x présentent des ratios à la source de NO₂/NO_x (*in-stack ratio*) différents. Pour les moteurs diesel, une valeur de 20 % est normalement suggérée (NL DOEC 2012). Pour les sautages par contre, une valeur autour de 4 % est plutôt attendue (Attalla, 2008). Or, le ratio de 20 % a été sélectionné puisqu'il est représentatif des émissions provenant des gaz d'échappement de la machinerie, et conservateur par rapport aux émissions lors des sautages.

Concernant les autres périodes et le scénario d'exploitation, la méthode OLM n'a pas été appliquée aux résultats de modélisation. Dans l'objectif de présenter le scénario « pire cas », une conversion totale de NO en NO₂ a été considérée.

¹¹ Courriel de M. Gilles Boulet du MDDELCC. Le 20 janvier 2016 à 13h44.

3.10 ÉVALUATION DES ÉMISSIONS DE SILICE CRISTALLINE, DE MÉTAUX ET DE MÉTALLOÏDES

Les émissions de silice cristalline, de métaux et de métalloïdes (SMM) ont été estimées uniquement pour le scénario d'exploitation. Celles-ci sont déterminées à partir des émissions modélisées de particules (PMT ou PM₁₀) et de la caractérisation géochimique des lithologies rencontrées sur le site.

Afin de déterminer la teneur en SMM dans les matières particulaires émises, les sources d'émissions sont d'abord regroupées en fonction des lithologies impliquées dans chacune des opérations. Ensuite, la teneur en SMM dans les particules émises pour chacun de ces groupes est estimée en fonction de la proportion annuelle des lithologies pour le groupe et des teneurs de SMM de chaque lithologie. Dans ce cas particulier, une seule lithologie est considérée, soit le concentré d'apatite, ce qui simplifie la méthode de calcul.

Pour chacun des SMM, le taux d'émissions de chacune des sources est finalement obtenu en multipliant la teneur déterminée par le taux d'émissions de particules. Tel que prescrit dans les normes et critères, les concentrations de silice cristalline, de métaux et de métalloïdes sont toutes calculées sur les particules totales (PMT), à l'exception du nickel, du manganèse et du titane, où les PM₁₀ sont utilisés.

Les teneurs et les regroupements des sources utilisés sont présentés dans les sections suivantes.

3.10.1 TENEURS

Le tableau 7 présente les teneurs de la seule lithologie considérée dans cette étude, soit celle du concentré d'apatite. Cette lithologie provient de deux références distinctes :

- COREM, Les Ressources Ariannes, Validation of apatite flowsheet using column flotation, Appendix 15 – Chemical assay of trace elements, p319, 2011;
- Courriel de M. Ghislain Goyette, ing. – M. Sc., Directeur Métallurgie, Ariane Phosphate Inc. À M. Patrice Maltais du Port de Saguenay, le 2 février 2016 à 12h44.

Pour chaque substance modélisée, la teneur disponible de la référence la plus récente ci-dessus a été retenue.

Le chrome a été considéré sous forme de chrome trivalent et aucune silice cristalline n'a été considérée dans le concentré d'apatite. Cette information est basée sur les documents d'évaluation d'Ariane Phosphate du projet du Lac à Paul; voir RQC-171 de la deuxième série de questions du MDDELCC¹² (Ariane Phosphate, 2014).

3.10.2 REGROUPEMENT DES SOURCES

Dans le cas présent, 27 groupes de lithologies ont été considérés. Chacune des sources modélisées est associée à un groupe lithologique. Chacun de ces groupes est composé des lithologies manipulées dans une proportion annuelle définie. Dans le cas présent, il n'y a qu'une lithologie donc les proportions sont soit de 100 %, soit 0 %. La matrice de correspondance est détaillée au tableau 8.

¹² http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/mine_apatite_lac-a-paul/documents/PR5.2.1.pdf

Tableau 7 : Teneur en métaux et métalloïdes de la lithologie considérée

Composé	Symbole/ Formule	Concentré d'apatite CONC (%)
Antimoine métal et composés	Sb	0,005
Argent, composés solubles	Ag	0,005
Arsenic, élémentaire et composés inorganiques (sauf l'arsine)	As	0,001
Baryum, métal et composés solubles	Ba	0,025
Béryllium, métal et composés	Be	0,000160469
Cadmium, composés de	Cd	0,00002
Chrome (composés de chrome hexavalent)	Cr(h)	0
Chrome (composés de chrome trivalent)	Cr(t)	0,0001
Cobalt et composés	Cob	0,025
Cuivre	Cu	0,025
Manganèse, poussières et composés	mn	0,05
Mercure	Hg	0,000001
Nickel, composés de	Ni	0,025
Plomb	Pb	0,0002
Sélénium, composé de	Se	0,025
Silice cristalline	SiO2	0
Thallium	Tl	0,005
Titane	Ti	0,42
Vanadium	V	0,025
Zinc	Zn	0,025

Tableau 8 : Proportions par lithologie en fonction des groupes de sources utilisés pour l'estimation des SMM – scénario d'exploitation

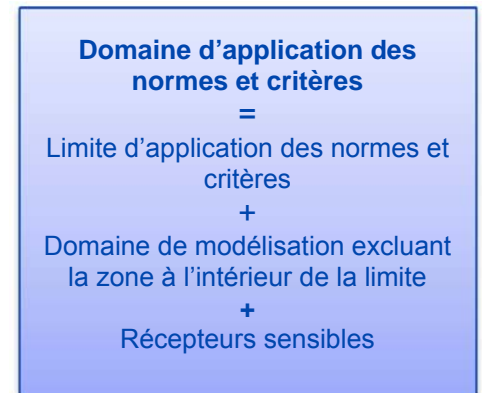
Groupe	CONC	Description du groupe
FBC001	100%	Dépoussiéreur - Déchargement des camions
FBC002	100%	Dépoussiéreur - Silos d'entreposage 1
FBC003	100%	Dépoussiéreur - Silos d'entreposage 2
FBC007	100%	Dépoussiéreur - Convoyeur vers le quai
TPDC	100%	Dépoussiéreur - Quai
DCF	100%	Dépoussiéreur - Système de chargement des navires 1
TRIP	100%	Dépoussiéreur - Système de chargement des navires 2
P1P5E	100%	Sources du segment P1_P5 pour la période de mai à novembre
P5P2E	100%	Sources du segment P5_P2 pour la période de mai à novembre
P2P3E	100%	Sources du segment P2_P3 pour la période de mai à novembre
P2P4E	100%	Sources du segment P2_P4 pour la période de mai à novembre
P3P5E	100%	Sources du segment P3_P5 pour la période de mai à novembre
P4P5E	100%	Sources du segment P4_P5 pour la période de mai à novembre
P1P5H	100%	Sources du segment P1_P5 pour la période de décembre à avril
P5P2H	100%	Sources du segment P5_P2 pour la période de décembre à avril
P2P3H	100%	Sources du segment P2_P3 pour la période de décembre à avril
P2P4H	100%	Sources du segment P2_P4 pour la période de décembre à avril
P3P5H	100%	Sources du segment P3_P5 pour la période de décembre à avril
P4P5H	100%	Sources du segment P4_P5 pour la période de décembre à avril
CALE	100%	Ouverture de la cale du navire
P1P5X	0%	Sources de gaz d'échappement du routage du segment P1_P5
P5P2X	0%	Sources de gaz d'échappement du routage du segment P5_P2
P2P3X	0%	Sources de gaz d'échappement du routage du segment P2_P3
P2P4X	0%	Sources de gaz d'échappement du routage du segment P2_P4
P3P5X	0%	Sources de gaz d'échappement du routage du segment P3_P5
P4P5X	0%	Sources de gaz d'échappement du routage du segment P4_P5
SHIPEX	0%	Sources de gaz d'échappement de la génératrice du navire

4 RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION

Les sections qui suivent présentent les résultats de la modélisation réalisée pour les scénarios décrits à la section 2.4. Afin de comparer les concentrations modélisées aux normes en vigueur et aux critères pour chacune des substances, celles-ci sont additionnées aux concentrations initiales applicables dans le secteur présentées aux tableaux 1 et 2.

Il est important de prendre note que les concentrations totales présentées dans cette section ne représentent pas des concentrations réelles mesurées, mais plutôt des concentrations obtenues par la simulation des activités planifiées par le Port de Saguenay à l'aide d'un modèle numérique.

Les cartes de résultats (cartes 10 à 31) illustrent les courbes d'isoconcentration dont les données chiffrées apparaissant sur ces cartes correspondent à la contribution des opérations sur le site seulement. La couleur des courbes indique si les concentrations totales, incluant les concentrations initiales, dépassent ou non les normes ou critères. Les courbes présentées illustrent la concentration maximale calculée à chaque récepteur pour la période et l'ensemble des années météorologiques modélisés. Ainsi, il faut noter que ces maximums ne se produisent pas nécessairement au cours de la même heure, de la même journée ou de la même année, et ce, pour chacun des points de calcul considérés.



En somme, les courbes d'isoconcentration présentent des situations hypothétiques où les conditions de dispersion les plus défavorables sont combinées simultanément sur la même carte. Ces courbes permettent néanmoins de bien visualiser pour une zone donnée du domaine de modélisation la concentration maximale des cinq années météorologiques considérées.

Les résultats des scénarios modélisés sont présentés à l'aide de 22 tableaux distincts :

Scénario de construction

- Résultats dans le domaine d'application pour les normes (RAA) : tableau 9;
- Résultats aux récepteurs sensibles uniquement pour les normes (RAA) : tableau 10;
- Résultats pour les particules fines inférieures à 10 microns : tableau 11;
- Résultats pour le dioxyde d'azote pour les critères de l'OMS : tableau 12;
- Résultats pour les particules fines et le dioxyde de soufre (NCQAA) : tableau 13.

Scénario de construction – atténué par la végétation

- Résultats dans le domaine d'application pour certaines normes (RAA) : tableau 14;
- Résultats aux récepteurs sensibles pour certaines normes (RAA) : tableau 15;
- Résultats pour les particules fines inférieures à 10 microns : tableau 16;
- Résultats pour les particules fines (NCQAA) : tableau 17.

Scénario d'exploitation

- Résultats dans le domaine d'application pour les normes (RAA) : tableau 18;
- Résultats dans le domaine d'application pour les critères (MDDELCC) : tableau 19;
- Résultats aux récepteurs sensibles uniquement pour les normes (RAA) : tableau 20;
- Résultats aux récepteurs sensibles uniquement pour les critères (MDDELCC) : tableau 21;
- Résultats pour les particules fines inférieures à 10 microns : tableau 22;
- Résultats pour le dioxyde d'azote pour les critères de l'OMS : tableau 23;
- Résultats pour les particules fines et le dioxyde de soufre (NCQAA) : tableau 24.

Scénario d'exploitation – atténué par la végétation

- Résultats dans le domaine d'application pour certaines normes (RAA) : tableau 25;
- Résultats aux récepteurs sensibles pour certaines normes (RAA) : tableau 26;
- Résultats pour les particules fines inférieures à 10 microns : tableau 27;
- Résultats pour les particules fines (NCQAA) : tableau 28.

Scénario d'exploitation avec déplacement du navire

- Comparaison des résultats dans le domaine d'application pour les scénarios avec et sans déplacement du navire : tableau 29;
- Comparaison des résultats aux récepteurs sensibles pour les scénarios avec et sans déplacement du navire : tableau 30;

4.1 SCÉNARIO DE CONSTRUCTION

4.1.1 PARTICULES TOTALES

Les concentrations de particules totales modélisées dans le domaine d'application des normes et critères dépassent la norme 24 heures pour le scénario modélisé. Toutefois, aucun dépassement n'est modélisé aux récepteurs sensibles.

La concentration maximale de particules totales modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de $171,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. À l'ajout de la concentration initiale de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la concentration totale modélisée est de $211,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 176 % de la norme 24 heures établie à $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par le MDDELCC. Les opérations de construction contribuent pour environ 81 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. L'étendue maximale des dépassements modélisés est inférieure à 175 m par rapport à la limite d'application des normes et critères. Aux récepteurs sensibles, la concentration maximale de particules totales modélisées est de $57,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 48 % de la norme. Les opérations contribuent pour environ 30 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Les courbes d'isoconcentration sont illustrées à la carte 10.

Concernant le nombre d'occurrences de dépassement de la norme 24 heures de particules totales, cette dernière est dépassée 19, 21, 25, 30 et 26 fois pour les années 2010, 2011, 2012, 2013 et 2014 respectivement, pour un total de 121 fois sur 5 ans soit environ 13 % du temps où il y a des opérations. Bien que la fréquence de dépassement soit élevée, il est important de rappeler que ces dépassements sont localisés à moins de 175 m de la limite d'application des normes et critères.

Pour les 5 années modélisées, 66 % des dépassements modélisés proviennent du routage. Le second contributeur correspond à l'unité de concassage avec une contribution de 22 %. Or, la modélisation des émissions fugitives liées au concassage et au routage est caractérisée par une grande incertitude, la section 4.2 présente justement une étude de sensibilité par rapport aux émissions du routage.

4.1.2 PARTICULES FINES (< 10 MICRONS)

Les concentrations de particules fines (< 10 microns) modélisées dans le domaine d'application des normes et critères ne sont comparées à aucune norme.

Pour une période de 24 heures, la concentration maximale de particules fines (< 10 microns) modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de 48,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pour une période annuelle, la concentration maximale de particules fines (< 10 microns) modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de 20,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Au niveau des récepteurs sensibles, les concentrations maximales modélisées sont de 4,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les périodes 24 heures et annuelle respectivement.

Dans tous les cas, les opérations de construction contribuent pour 100 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant puisqu'aucune concentration initiale n'est disponible. Finalement, les courbes d'isoconcentration sont illustrées aux cartes 11 et 12 pour les périodes 24 heures et annuelle, respectivement.

4.1.3 PARTICULES FINES (< 2,5 MICRONS)

COMPARAISON À LA NORME ÉTABLIE PAR LE MDDELCC

Les concentrations de particules fines modélisées dans le domaine d'application des normes et critères rencontrent la norme 24 heures établie par le MDDELCC pour le scénario modélisé.

La concentration maximale de particules fines modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de 9,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. À l'ajout de la concentration initiale de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, la concentration totale modélisée est de 24,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 83 % de la norme 24 heures établie à 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ par le MDDELCC. Les opérations de construction contribuent pour environ 40 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Aux récepteurs sensibles, la concentration maximale de particules fines modélisées est de 15,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 52 % de la norme. Les opérations contribuent pour environ 4 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Les courbes d'isoconcentration sont illustrées à la carte 13.

COMPARAISON AUX NORMES CANADIENNES DE QUALITÉ DE L'AIR AMBIANT (NCQAA)

Après l'analyse statistique des concentrations de particules fine modélisées dans le domaine d'application des normes et critères, la norme NCQAA de 24 heures est respectée pour le scénario modélisé.

Il faut rappeler que la comparaison avec la norme 24 heures est effectuée à l'aide du maximum des moyennes triennales du 98^e centile annuel des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures. Ce dernier est de 9,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. À l'ajout de la concentration initiale de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, la concentration totale modélisée est de 24,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 88 % de la norme NCQAA de 24 heures. Les opérations de construction contribuent pour environ 39 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Aux récepteurs sensibles, la concentration de particules fines modélisées est de 15,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 55 % de la norme. Les opérations contribuent pour environ 2 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Les courbes d'isoconcentration sont illustrées à la carte 14.

Concernant la norme NCQAA annuelle, cette dernière est également respectée. En effet, la comparaison se fait à l'aide du maximum des moyennes triennales des concentrations annuelles moyennes.

Le maximum des moyennes triennales des concentrations annuelles moyennes de particules fines modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de $3,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. À l'ajout de la concentration initiale de $4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la concentration totale modélisée est de $7,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 78 % de la norme NCQAA annuelle établie à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les opérations de construction contribuent pour environ 42 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Aux récepteurs sensibles, la concentration de particules fines modélisées est de $4,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 46 % de la norme. Les opérations contribuent pour environ 2 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Les courbes d'isoconcentration sont illustrées à la carte 15.

4.1.4 MONOXYDE DE CARBONE

Les concentrations de monoxyde de carbone modélisées dans le domaine d'application des normes et critères rencontrent les normes 1 heure et 8 heures pour le scénario modélisé.

La concentration maximale de monoxyde de carbone modélisée dans le domaine d'application des normes et critères est de $5094 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la période 1 heure et de $973 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la période 8 heures. Ainsi, les concentrations totales modélisées représentent 15 % et 8 % des normes 1 heure et 8 heures, respectivement. Aux récepteurs sensibles, les concentrations modélisées représentent 3 % et 4 % des normes 1 heure et 8 heures, respectivement. En raison des faibles concentrations modélisées pour le monoxyde de carbone, les courbes d'isoconcentration n'ont pas été cartographiées.

4.1.5 DIOXYDE D'AZOTE

COMPARAISON AUX NORMES ÉTABLIES PAR LE MDDELCC

Les concentrations de dioxyde d'azote modélisées dans le domaine d'application des normes et critères rencontrent les normes 1 heure, 24 heures et annuelle établies par le MDDELCC pour le scénario modélisé.

Pour la norme 1 heure, la concentration maximale de dioxyde d'azote modélisée dans le domaine d'application des normes et critères est de $292,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ une fois la concentration initiale de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ajoutée, soit 71 % de la norme établie à $414 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par le MDDELCC. Pour la norme 24 heures, la concentration maximale de dioxyde d'azote modélisée dans le domaine d'application des normes et critères est de $79,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ une fois la concentration initiale de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ajoutée, soit 38 % de la norme établie à $207 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par le MDDELCC. Enfin, pour la norme annuelle, la concentration maximale de dioxyde d'azote modélisée dans le domaine d'application des normes et critères est de $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ une fois la concentration initiale de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ajoutée, soit 22 % de la norme établie à $103 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par le MDDELCC. Aux récepteurs sensibles, les concentrations modélisées représentent 17 %, 15 % et 10 % des normes 1 heure, 24 heures et annuelle, respectivement.

Les courbes d'isoconcentration pour la période 1 heure sont illustrées à la carte 16. En raison des faibles concentrations modélisées pour les périodes 24 heures et annuelle, les courbes d'isoconcentration pour ces périodes n'ont pas été cartographiées.

COMPARAISON AUX CRITÈRES DE L'OMS

Les concentrations de dioxyde d'azote modélisées dans le domaine d'application des normes et critères rencontrent le critère annuel établi par l'OMS pour le scénario modélisé, mais présentent un dépassement du critère 1 heure. Aux récepteurs sensibles, les critères de l'OMS sont par contre rencontrés.

Pour le critère 1 heure, la concentration correspondant au 98^e centile des maximums journaliers de dioxyde d'azote modélisés dans le domaine d'application des normes et critères est de 287,1 µg/m³ une fois la concentration initiale de 50 µg/m³ ajoutée, soit 153 % du critère établi à 188 µg/m³ par l'OMS. Les opérations de construction contribuent pour environ 83 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. L'étendue maximale des dépassements modélisés est inférieure à 75 m par rapport à la limite d'application des normes et critères, ce qui est à moins de 175 m des sources principales. Pour le critère annuel, la concentration maximale de dioxyde d'azote modélisée dans le domaine d'application des normes et critères est de 23 µg/m³ une fois la concentration initiale de 10 µg/m³ ajoutée, soit 58 % du critère établi à 40 µg/m³ par l'OMS.

Aux récepteurs sensibles, la concentration correspondant au 98^e centile des maximums journaliers de dioxyde d'azote modélisés sur une période 1 heure est de 57,0 µg/m³, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 30 % du critère de l'OMS. Les opérations contribuent pour environ 12 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Pour le critère annuel, la concentration maximale de dioxyde d'azote modélisée aux récepteurs sensibles est de 10,1 µg/m³, soit 25 % du critère de l'OMS. Les opérations contribuent pour environ 1 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant.

Les courbes d'isoconcentration pour la période 1 heure sont illustrées à la carte 17. En raison des faibles concentrations modélisées pour la période annuelle, les courbes d'isoconcentration pour cette période n'ont pas été cartographiées.

4.1.6 DIOXYDE DE SOUFRE

COMPARAISON AUX NORMES ÉTABLIES PAR LE MDDELCC

Les concentrations de dioxyde de soufre modélisées dans le domaine d'application des normes et critères rencontrent les normes 4 minutes, 24 heures et annuelle pour le scénario modélisé.

Les concentrations maximales de dioxyde de soufre modélisées dans le domaine d'application des normes et critères pour les normes 4 minutes, 24 heures et annuelle sont de 70,3 µg/m³, 10,7 µg/m³ et 2,1 µg/m³ respectivement. Ainsi, les concentrations totales modélisées représentent environ 7 %, 4% et 4% des normes 4 minutes, 24 heures et annuelle, respectivement. En raison des faibles concentrations modélisées pour le dioxyde de soufre, les courbes d'isoconcentration n'ont pas été cartographiées.

COMPARAISON AUX NORMES CANADIENNES DE QUALITÉ DE L'AIR AMBIANT (NCQAA)

Après l'analyse statistique des concentrations de dioxyde de soufre modélisées dans le domaine d'application des normes et critères, les normes NCQAA de 1 heure et annuelle sont respectées pour le scénario modélisé.

Il faut rappeler que la comparaison avec la norme 1 heure est effectuée à l'aide du maximum des moyennes triennales du 99^e centile annuel des concentrations horaires. Ce dernier est de 1,8 µg/m³. À l'ajout de la concentration initiale de 21 µg/m³, la concentration totale modélisée est de 22,8 µg/m³, soit 12 % de la norme NCQAA de 1 heure. Les opérations de construction contribuent pour environ 8 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Aux récepteurs sensibles, la concentration de dioxyde de soufre modélisée est de 21,1 µg/m³, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 11 % de la norme. Les opérations contribuent pour moins de 1 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant.

Concernant la norme NCQAA annuelle, cette dernière est également respectée. Le maximum des concentrations annuelles de dioxyde de soufre modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de 0,06 µg/m³. À l'ajout de la concentration initiale de 2 µg/m³, la concentration totale modélisée

est de $2,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 16 % de la norme NCQAA annuelle établie à $13,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les opérations de construction contribuent pour environ 3 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Aux récepteurs sensibles, la concentration de dioxyde de soufre modélisée est de $2,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 15 % de la norme. Les opérations contribuent pour moins de 1 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. En raison des faibles concentrations modélisées pour le dioxyde de soufre, les courbes d'isoconcentration n'ont pas été cartographiées.

4.2 SCÉNARIO DE CONSTRUCTION ATTÉNUÉ PAR LA VÉGÉTATION

L'analyse des contributions des particules totales et des particules fines démontre que les émissions de resuspension liées au routage sont l'un des principaux contributeurs des concentrations de particules modélisées dans l'air ambiant. Or, la méthode de modélisation actuelle présente une grande incertitude sur les concentrations dans l'air ambiant liées à ces sources.

D'abord les taux d'émissions sont établis à partir des équations de l'AP-42 qui estiment les particules en suspension. Cependant, il est estimé qu'environ 75 % de ces particules sont situées à moins de 2 m du sol et ne sont pas transportées, mais sont déposées sur les surfaces en quelques minutes après la mise en suspension (Watson, 2000). Il y a donc une différence entre les particules mises en suspension et les particules transportées, puisque la déposition n'est pas considérée dans la modélisation, une grande surestimation du routage découle de la méthode de modélisation.

De plus, la route d'accès sur le site est directement entourée de végétation. Or, puisque les émissions du routage sont situées très près du sol, il y a donc une forte interaction entre les émissions et la végétation qui restreint la dispersion des émissions. Plusieurs études ont été effectuées afin d'estimer cette interaction (Pace, 2005) et il a été observé que la végétation agit comme filtre : une portion des émissions est captée et n'est pas transportée. Sous certaines conditions, une atténuation de 85 % à moins de 100 m a été observée, et ce, sur toutes les distributions de particules. Cette atténuation est particulièrement forte lorsque les vents sont faibles et que les particules ne peuvent être entraînées au-dessus des obstacles. Afin de tenir compte de ses effets, le document propose d'utiliser un facteur de captation variant de 80 % à 100 % pour une forêt. Ces effets ne sont pas considérés dans les modèles de dispersion actuels.

Les résultats des concentrations de particules pour le scénario de construction (section 4.1) présentent des contributions importantes liées au routage. De plus, ces maximums sont observés par vent faible où l'atténuation par la végétation serait maximale. Ainsi, inclure ces effets dans le modèle aurait des répercussions directes sur les résultats obtenus. Les résultats sont donc présentés pour les particules pour le scénario de construction en tenant compte d'une atténuation par la végétation sur les émissions de resuspension liées au routage. Une atténuation de 80 % est utilisée. Cette atténuation se veut une étude de sensibilité sur les effets de déposition et de captation par la végétation qui ne sont pas inclus dans le modèle, mais qui présentent des effets importants sur les résultats. L'utilisation d'une atténuation à 80 % sur les émissions du routage cherche à montrer l'ordre de grandeur de l'effet de ces phénomènes plutôt que des valeurs de concentrations précises.

4.2.1 PARTICULES TOTALES

Les concentrations de particules totales modélisées dans le domaine d'application des normes et critères et aux récepteurs sensibles rencontrent la norme 24 heures pour le scénario modélisé.

La concentration maximale de particules totales modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de $94,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. À l'ajout de la concentration initiale de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la concentration totale modélisée est de $134,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 112 % de la norme 24 heures établie à $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par le MDDELCC. Les opérations de construction contribuent pour environ 70 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Aux récepteurs sensibles, la concentration maximale de particules totales modélisées est de

44,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 37 % de la norme. Les opérations contribuent pour environ 9 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Les courbes d'isoconcentration sont illustrées à la carte 18.

Concernant le nombre d'occurrences de dépassement de la norme 24 heures de particules totales, cette dernière est dépassée pour un total de 8 fois sur 5 ans soit moins de 0,9 % du temps où il y a des opérations. Il est important de rappeler que ces dépassements sont localisés **à moins de 20 m** de la limite d'application des normes et critères, près du concasseur.

4.2.2 PARTICULES FINES (< 10 MICRONS)

Les concentrations de particules fines (< 10 microns) modélisées dans le domaine d'application des normes et critères ne sont comparées à aucune norme.

Pour une période de 24 heures, la concentration maximale de particules fines (< 10 microns) modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de 41,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pour une période annuelle, la concentration maximale de particules fines (< 10 microns) modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de 13,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Au niveau des récepteurs sensibles, les concentrations maximales modélisées sont de 1,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les périodes 24 heures et annuelle, respectivement.

4.2.3 PARTICULES FINES (< 2,5 MICRONS)

COMPARAISON À LA NORME ÉTABLIE PAR LE MDDELCC

Les concentrations de particules fines modélisées dans le domaine d'application des normes et critères rencontrent la norme 24 heures établie par le MDDELCC pour le scénario modélisé.

La concentration maximale de particules fines modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de 9,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. À l'ajout de la concentration initiale de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, la concentration totale modélisée est de 24,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 81 % de la norme 24 heures établie à 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ par le MDDELCC. Les opérations de construction contribuent pour environ 38 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Aux récepteurs sensibles, la concentration maximale de particules fines modélisées est de 15,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 51 % de la norme. Les opérations contribuent pour environ 2 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Les courbes d'isoconcentration sont illustrées à la carte 19.

COMPARAISON AUX NORMES CANADIENNES DE QUALITÉ DE L'AIR AMBIANT (NCQAA)

Après l'analyse statistique des concentrations de particules fines modélisées dans le domaine d'application des normes et critères, la norme NCQAA de 24 heures est respectée pour le scénario modélisé.

Il faut rappeler que la comparaison avec la norme 24 heures est effectuée à l'aide du maximum des moyennes triennales du 98^e centile annuel des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures. Ce dernier est de 8,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. À l'ajout de la concentration initiale de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, la concentration totale modélisée est de 23,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 84 % de la norme NCQAA de 24 heures. Les opérations de construction contribuent pour environ 36 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Aux récepteurs sensibles, la concentration de particules fines modélisées est de 15,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 54 % de la norme. Les opérations contribuent pour environ 1 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant.

Concernant la norme NCQAA annuelle, cette dernière est respectée suite à l'analyse statistique effectuée. En effet, la comparaison se fait à l'aide du maximum des moyennes triennales des concentrations annuelles moyennes.

Le maximum des moyennes triennales des concentrations annuelles moyennes de particules fines modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. À l'ajout de la concentration initiale de $4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la concentration totale modélisée est de $7,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 73 % de la norme NCQAA annuelle établie à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les opérations de construction contribuent pour environ 38 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Aux récepteurs sensibles, la concentration de particules fines modélisées est de $4,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 45 % de la norme. Les opérations contribuent pour moins de 1 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant.

Tableau 9 : Résultats pour les normes dans le domaine d'application des normes et critères – Scénario de construction

Substance	Symbole/ Formule	Période	Statistique	Concentrations modélisées au récepteur maximal ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						Concentration initiale ¹ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration totale modélisée ² ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contribution du projet ³ (%)	Valeur Limite ¹ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pourcentage de la valeur limite ⁴ (%)
				Pour chacune des années modélisées					Maximum					
				2010	2011	2012	2013	2014						
Particules totales	PMT	24 heures	1 ^{er} Maximum	110,2	128,6	122,4	171,1	147,4	171,1	40	211,1	81,0	120	176
Particules fines	PM _{2,5}	24 heures	1 ^{er} Maximum	8,7	7,9	9,9	8,1	8,5	9,9	15	24,9	39,7	30	83
Carbone, monoxyde de	CO	1 heure	1 ^{er} Maximum	2981,7	3550,2	3694,2	3191,0	4494,4	4494,4	600	5094,4	88,2	34000	15
		8 heures	1 ^{er} Maximum	392,8	448,0	512,2	417,6	573,4	573,4	400	973,4	58,9	12700	8
Azote, dioxyde d'	NO ₂	1 heure	1 ^{er} Maximum	210,5	219,3	203,8	209,0	242,4	242,4	50	292,4	82,9	414	71
		24 heures	1 ^{er} Maximum	41,5	35,4	49,2	39,3	39,3	49,2	30	79,2	62,1	207	38
		1 an	Moyenne	13,0	12,8	11,0	11,3	11,8	13,0	10	23,0	56,6	103	22
Soufre, dioxyde de	SO ₂	4 minutes	1 ^{er} Maximum	20,1	23,9	24,9	21,5	30,3	30,3	40	70,3	43,1	1050	7
		24 heures	1 ^{er} Maximum	0,5	0,5	0,6	0,5	0,7	0,7	10	10,7	6,4	288	4
		1 an	Moyenne	0,05	0,04	0,06	0,05	0,05	0,06	2	2,06	2,8	52	4

¹ Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (version 4, 2015).

² La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.

³ La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.

⁴ Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la norme ou du critère, en pourcentage.

Tableau 10 : Résultats pour les normes aux récepteurs sensibles uniquement – Scénario de construction

Substance	Symbole/ Formule	Période	Statistique	Concentrations modélisées au récepteur maximal ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						Concentration initiale ¹ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration totale modélisée ² ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contribution du projet ³ (%)	Valeur limite ¹ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pourcentage de la valeur limite ⁴ (%)
				Pour chacune des années modélisées					Maximum					
				2010	2011	2012	2013	2014						
Particules totales	PMT	24 heures	1 ^{er} Maximum	13,4	17,2	12,4	10,1	17,3	17,3	40	57,3	30,2	120	48
Particules fines	PM _{2,5}	24 heures	1 ^{er} Maximum	0,4	0,6	0,4	0,3	0,5	0,6	15	15,6	3,7	30	52
Carbone, monoxyde de	CO	1 heure	1 ^{er} Maximum	465,6	312,1	349,3	324,2	475,5	475,5	600	1075,5	44,2	34000	3
		8 heures	1 ^{er} Maximum	82,4	67,1	75,6	63,7	78,6	82,4	400	482,4	17,1	12700	4
Azote, dioxyde d'	NO ₂	1 heure	1 ^{er} Maximum	6,2	7,5	6,8	8,7	19,3	19,3	50	69,3	27,8	414	17
		24 heures	1 ^{er} Maximum	0,6	1,0	0,9	0,6	1,0	1,0	30	31,0	3,2	207	15
		1 an	Moyenne	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	10	10,1	1,4	103	10
Soufre, dioxyde de	SO ₂	4 minutes	1 ^{er} Maximum	3,1	2,1	2,4	2,2	3,2	3,2	40	43,2	7,4	1050	4
		24 heures	1 ^{er} Maximum	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	10	10,1	1,0	288	4
		1 an	Moyenne	2,6E-03	3,4E-03	3,2E-03	2,6E-03	3,0E-03	3,4E-03	2	2,00	0,2	52	4

¹ Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (version 4, 2015).

² La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.

³ La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.

⁴ Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la norme ou du critère, en pourcentage.

Tableau 11 : Résultats pour les PM₁₀ dans le domaine d'application des normes et critères et pour les récepteurs sensibles uniquement – Scénario de construction

Substance	Symbole/ Formule	Période	Statistique	Concentrations modélisées au récepteur maximal (µg/m ³)					Concentration initiale ¹ (µg/m ³)	Concentration totale modélisée ² (µg/m ³)	Contribution du projet ³ (%)	Valeur limite ¹ (µg/m ³)	Pourcentage de la valeur limite ⁴ (%)	
				Pour chacune des années modélisées										Maximum
				2010	2011	2012	2013	2014						
Particules moins de 10 microns	PM ₁₀	Domaine d'application des normes et critères												
		24 heures	1 ^{er} Maximum	41,9	44,0	48,1	43,3	41,7	48,1	-	48,1	100,0	-	-
		1 an	Moyenne	20,0	18,6	17,0	17,2	18,2	20,0	-	20,0	100,0	-	-
		Récepteurs sensibles seulement												
		24 heures	1 ^{er} Maximum	3,5	4,5	3,3	2,6	4,5	4,5	-	4,5	100,0	-	-
		1 an	Moyenne	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	-	0,8	100,0	-	-

¹ Concentrations initiales non connues.

² La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.

³ La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.

⁴ Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la norme ou du critère, en pourcentage.

Tableau 12 : Résultats des critères de l'OMS pour le NO₂ dans le domaine d'application des normes et critères et pour les récepteurs sensibles uniquement – Scénario de construction

Substance	Symbole/ Formule	Période	Statistique	Concentrations modélisées au récepteur maximal (µg/m ³)					Concentration initiale ¹ (µg/m ³)	Concentration totale modélisée ² (µg/m ³)	Contribution du projet ³ (%)	Valeur limite ¹ (µg/m ³)	Pourcentage de la valeur limite ⁴ (%)	
				Pour chacune des années modélisées										Maximum
				2010	2011	2012	2013	2014						
Azote, dioxyde d'	NO ₂	Domaine d'application des normes et critères												
		1 heure	98 ^e centile des maximums journaliers	232,9	237,1	232,8	221,3	233,9	237,1	50	287,1	82,6	188	153
		1 an	Moyenne	13,0	12,8	11,0	11,3	11,8	13,0	10	23,0	56,6	40	58
		Récepteurs sensibles seulement												
		1 heure	98 ^e centile des maximums journaliers	6,2	5,2	5,4	5,7	7,0	7,0	50	57,0	12,3	188	30
		1 an	Moyenne	0,14	0,14	0,12	0,12	0,13	0,14	10	10,14	1,4	40	25

¹ Voir le tableau 1.

² La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.

³ La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.

⁴ Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la norme ou du critère, en pourcentage.

Tableau 13 : Résultats pour les particules fines et le SO₂ dans le domaine d'application des normes et critères et pour les récepteurs sensibles uniquement – Normes NCQAA – Scénario de construction

Substance	Symbole / Formule	Période	Statistique	Concentrations modélisées au récepteur maximal (µg/m ³)									Concentration initiale ¹ (µg/m ³)	Concentration totale modélisée ² (µg/m ³)	Contribution du projet ³ (%)	Valeur limite ¹ (µg/m ³)	Pourcentage de la valeur limite ⁴ (%)	
				Pour chacune des années modélisées					Moyenne triennale			Maximum						
				2010	2011	2012	2013	2014	2010 à 2012	2011 à 2013	2012 à 2014							
Particules fines	PM _{2,5}	Domaine d'application des normes et critères																
		24 heures	98 ^e centile	9,1	9,6	10,0	8,1	9,2	9,6	9,2	9,1	9,6	15	24,6	38,9	28	88	
		1 an	Moyenne	3,5	3,4	3,0	3,1	3,2	3,3	3,2	3,1	3,3	4,5	7,8	42,4	10	78	
		Récepteurs sensibles seulement																
		24 heures	98 ^e centile	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	15	15,3	2,2	28	55	
1 an	Moyenne	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09	4,5	4,6	1,9	10	46			
Soufre, dioxyde de	SO ₂	Domaine d'application des normes et critères																
		1 heure	99 ^e centile	1,0	1,0	2,1	1,7	1,7	1,3	1,6	1,8	1,8	21	22,8	8,0	183,4	12	
		1 an	Moyenne	0,05	0,04	0,06	0,05	0,05	-	-	-	0,06	2	2,06	2,8	13,1	16	
		Récepteurs sensibles seulement																
		1 heure	99 ^e centile	0,06	0,09	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	21	21,1	0,3	183,4	11	
1 an	Moyenne	2,6E-03	3,4E-03	3,2E-03	2,6E-03	3,0E-03	-	-	-	3,4E-03	2	2,00	0,2	13,1	15			

¹⁾ Voir le tableau 1.

²⁾ La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.

³⁾ La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.

⁴⁾ Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la norme ou du critère, en pourcentage.

Tableau 14 : Résultats pour certaines normes dans le domaine d'application des normes et critères – Scénario de construction atténué par la végétation

Substance	Symbole / Formule	Période	Statistique	Concentrations modélisées au récepteur maximal ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					Concentration initiale ¹ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration totale modélisée ² ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contribution du projet ³ (%)	Valeur limite ¹ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pourcentage de la valeur limite ⁴ (%)	
				Pour chacune des années modélisées										Maximum
				2010	2011	2012	2013	2014						
Particules totales	PMT	24 heures	1 ^{er} Maximum	82,7	81,1	94,2	84,8	82,0	94,2	40	134,2	70,2	120	112
Particules fines	PM _{2,5}	24 heures	1 ^{er} Maximum	8,2	7,0	9,2	7,5	7,9	9,2	15	24,2	37,9	30	81

¹ Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (version 4, 2015).

² La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.

³ La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.

⁴ Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la norme ou du critère, en pourcentage.

Tableau 15 : Résultats pour certaines normes aux récepteurs sensibles – Scénario de construction atténué par la végétation

Substance	Symbole / Formule	Période	Statistique	Concentrations modélisées au récepteur maximal ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					Concentration initiale ¹ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration totale modélisée ² ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contribution du projet ³ (%)	Valeur limite ¹ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pourcentage de la valeur limite ⁴ (%)	
				Pour chacune des années modélisées										Maximum
				2010	2011	2012	2013	2014						
Particules totales	PMT	24 heures	1 ^{er} Maximum	3,1	4,0	3,6	2,7	4,1	4,1	40	44,1	9,3	120	37
Particules fines	PM _{2,5}	24 heures	1 ^{er} Maximum	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	15	15,2	1,6	30	51

¹ Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (version 4, 2015).

² La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.

³ La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.

⁴ Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la norme ou du critère, en pourcentage.

Tableau 16 : Résultats pour les PM10 dans le domaine d'application des normes et critères et pour les récepteurs sensibles uniquement – Scénario de construction atténué par la végétation

Substance	Symbole / Formule	Période	Statistique	Concentrations modélisées au récepteur maximal ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					Concentration initiale ¹ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration totale modélisée ² ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contribution du projet ³ (%)	Valeur limite ¹ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pourcentage de la valeur limite ⁴ (%)	
				Pour chacune des années modélisées										Maximum
				2010	2011	2012	2013	2014						
Particules moins de 10 microns	PM ₁₀	Domaine d'application des normes et critères												
		24 heures	1 ^{er} Maximum	36,7	34,4	41,0	35,6	36,2	41,0	-	41,0	100,0	-	-
		1 an	Moyenne	13,9	13,4	11,8	12,2	12,6	13,9	-	13,9	100,0	-	-
		Récepteurs sensibles seulement												
		24 heures	1 ^{er} Maximum	1,2	1,2	1,4	1,1	1,2	1,4	-	1,4	100,0	-	-
		1 an	Moyenne	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	-	0,2	100,0	-	-

¹ Concentrations initiales non connues.

² La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.

³ La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.

⁴ Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la norme ou du critère, en pourcentage.

Tableau 17 : Résultats pour les particules fines dans le domaine d'application des normes et critères et pour les récepteurs sensibles uniquement – Normes NCQAA – Scénario de construction atténué par la végétation

Substance	Symbole / Formule	Période	Statistique	Concentrations modélisées au récepteur maximal ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								Concentration initiale ¹ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration totale modélisée ² ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contribution du projet ³ (%)	Valeur limite ¹ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pourcentage de la valeur limite ⁴ (%)	
				Pour chacune des années modélisées					Moyenne triennale								Maximum
				2010	2011	2012	2013	2014	2010 à 2012	2011 à 2013	2012 à 2014						
Particules fines	PM _{2,5}	Domaine d'application des normes et critères															
		24 heures	98 ^e centile	8,1	8,8	8,7	7,1	8,1	8,5	8,2	8,0	8,5	15	23,5	36,2	28	84
		1 an	Moyenne	2,9	2,9	2,5	2,6	2,7	2,8	2,7	2,6	2,8	4,5	7,3	38,0	10	73
		Récepteurs sensibles seulement															
		24 heures	98 ^e centile	0,16	0,15	0,13	0,13	0,16	0,13	0,13	0,13	0,13	15	15,1	0,9	28	54
		1 an	Moyenne	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	4,5	4,53	0,7	10	45

¹ Voir le tableau 1.

² La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.

³ La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.

⁴ Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la norme ou du critère, en pourcentage.

4.3 SCÉNARIO D'EXPLOITATION

4.3.1 PARTICULES TOTALES

Les concentrations de particules totales modélisées dans le domaine d'application des normes et critères dépassent la norme 24 heures pour le scénario modélisé. Toutefois, aucun dépassement n'est modélisé aux récepteurs sensibles.

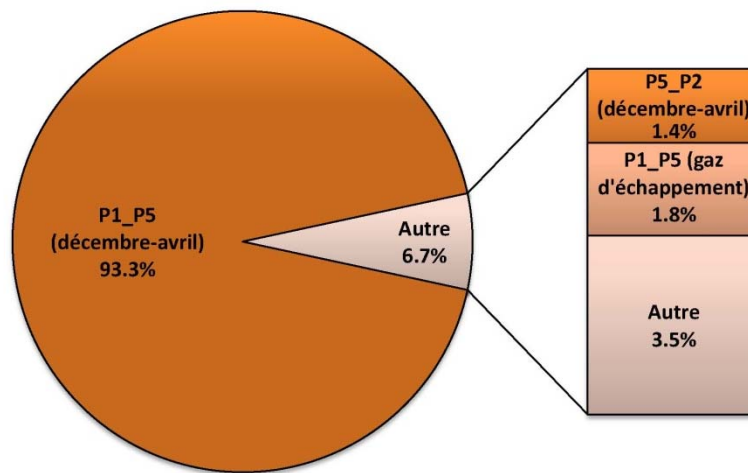
La concentration maximale de particules totales modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de $315,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. À l'ajout de la concentration initiale de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la concentration totale modélisée est de $355,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 296 % de la norme 24 heures établie à $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par le MDDELCC. Les opérations du Port de Saguenay contribuent pour environ 89 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. L'étendue maximale des dépassements modélisés est d'environ 175 m par rapport à la limite d'application des normes et critères et longe la route d'accès au bâtiment de déchargement des camions. Aux récepteurs sensibles, la concentration maximale de particules totales modélisées est de $47,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 39 % de la norme. Les opérations contribuent pour environ 15 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Les courbes d'isoconcentration sont illustrées à la carte 20.

Concernant le nombre d'occurrences de dépassement de la norme 24 heures de particules totales, cette dernière est dépassée 76, 56, 59, 44 et 43 fois pour les années 2010, 2011, 2012, 2013 et 2014 respectivement, pour un total de 278 fois sur 5 ans soit environ 15 % du temps. Bien que la fréquence de dépassement soit élevée, il est important de rappeler que ces dépassements sont localisés **à moins de 200 m de la limite** d'application des normes et critères.

La figure 5 présente les principales sources contribuant aux dépassements de la norme 24 heures de PMT. Pour les 5 années modélisées, 93,3 % des dépassements modélisés proviennent du segment de routage P1_P5 entre les mois de décembre et avril, correspondant à la période hivernale. Ces résultats ne permettent donc pas de voir les concentrations produites par les opérations sur le site autre que le routage. D'autant plus que la modélisation des émissions liées au routage est caractérisée par une grande incertitude, la section 4.4 présente justement une étude de sensibilité par rapport aux émissions du routage.

À titre de comparaison, si toutes les activités de routage sont enlevées de la modélisation (sources volumiques de routage et de gaz d'échappement des camions de transport), la norme 24 heures de PMT établie par le MDDELCC est rencontrée. En effet, la concentration maximale modélisée serait de seulement $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pour une concentration totale modélisée de $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 49 % de la norme.

Figure 5 : Contributions des sources pour les dépassements de PMT modélisés sur une période de 24 heures – Scénario d'exploitation



4.3.2 PARTICULES FINES (< 10 MICRONS)

Les concentrations de particules fines (< 10 microns) modélisées dans le domaine d'application des normes et critères ne sont comparées à aucune norme.

Pour une période de 24 heures, la concentration maximale de particules fines (< 10 microns) modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de $70,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pour une période annuelle, la concentration maximale de particules fines (< 10 microns) modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de $7,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Au niveau des récepteurs sensibles, les concentrations maximales modélisées sont de $4,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les périodes 24 heures et annuelle respectivement.

Dans tous les cas, les opérations du Port de Saguenay contribuent pour environ 100 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant puisqu'aucune concentration initiale n'est disponible. Finalement, les courbes d'isoconcentration sont illustrées aux cartes 21 et 22 pour les périodes 24 heures et annuelle, respectivement.

4.3.3 PARTICULES FINES (< 2,5 MICRONS)

COMPARAISON À LA NORME ÉTABLIE PAR LE MDDELCC

Les concentrations de particules fines modélisées dans le domaine d'application des normes et critères dépassent la norme 24 heures établie par le MDDELCC pour le scénario modélisé. Toutefois, aucun dépassement n'est modélisé aux récepteurs sensibles.

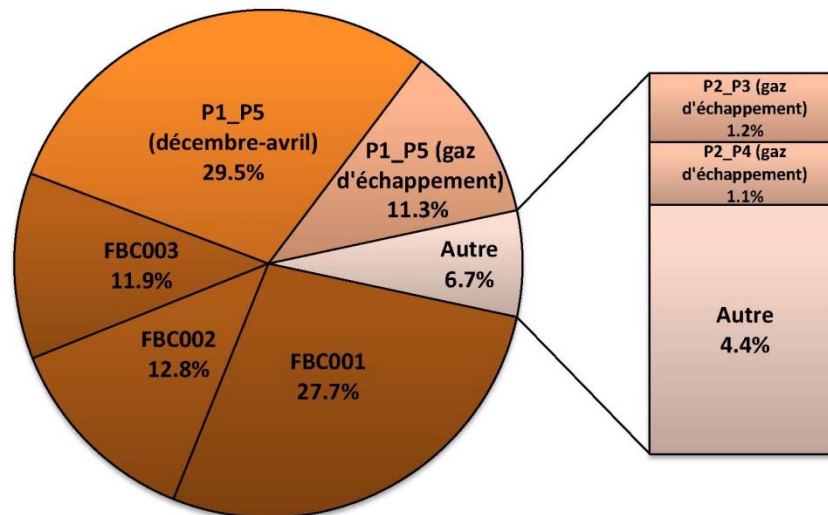
La concentration maximale de particules fines modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de $25,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. À l'ajout de la concentration initiale de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la concentration totale modélisée est de $40,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 133 % de la norme 24 heures établie à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par le MDDELCC. Les opérations du Port de Saguenay contribuent pour environ 63 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Aux récepteurs sensibles, la concentration maximale de particules fines modélisées est de $18,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 62 % de la norme. Les opérations contribuent pour environ 19 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Les courbes d'isoconcentration sont illustrées à la carte 23.

Concernant le nombre d'occurrences de dépassement de la norme 24 heures de particules fines, cette dernière est dépassée 20, 12, 9, 9 et 9 fois pour les années 2010, 2011, 2012, 2013 et 2014 respectivement, pour un total de 59 fois sur 5 ans soit environ 3,2 % du temps.

La figure 6 présente les principales sources contribuant aux dépassements de la norme 24 heures de $PM_{2.5}$. Pour les 5 années modélisées, 40,8 % des dépassements modélisés proviennent du segment de routage P1_P5 (resuspension des particules aux passages des camions plus gaz d'échappement).

À titre de comparaison, si toutes les activités de routage sont enlevées de la modélisation (sources volumiques de routage et de gaz d'échappement des camions de transport), la norme 24 heures de $PM_{2.5}$ établie par le MDDELCC ne serait pas rencontrée (114 % de la norme). Le dépoussiéreur FBC001 est le principal contributeur dans ce cas.

Figure 6 : Contribution des sources pour les dépassements de PMT modélisés sur une période de 24 heures – Scénario d'exploitation



COMPARAISON AUX NORMES CANADIENNES DE QUALITÉ DE L'AIR AMBIANT (NCQAA)

Après l'analyse statistique des concentrations de particules fines modélisées dans le domaine d'application des normes et critères, la norme NCQAA de 24 heures est dépassée pour le scénario modélisé. Toutefois, aucun dépassement n'est modélisé aux récepteurs sensibles.

Il faut rappeler que la comparaison avec la norme 24 heures est effectuée à l'aide du maximum des moyennes triennales du 98^e centile annuel des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures. Ce dernier est de $15,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. À l'ajout de la concentration initiale de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la concentration totale modélisée est de $30,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 108 % de la norme NCQAA de 24 heures. Les opérations du Port de Saguenay contribuent pour environ 50,3 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Aux récepteurs sensibles, la concentration de particules fines modélisées est de $16,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 59 % de la norme. Les opérations contribuent pour environ 9 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Les courbes d'isoconcentration sont illustrées à la carte 24.

Concernant la norme NCQAA annuelle, cette dernière est respectée suite à l'analyse statistique effectuée. En effet, la comparaison se fait à l'aide du maximum des moyennes triennales des concentrations annuelles moyennes.

Le maximum des moyennes triennales des concentrations annuelles moyennes de particules fines modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de $3,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. À l'ajout de la concentration initiale de $4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la concentration totale modélisée est de $8,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 84 % de la norme NCQAA annuelle établie à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les opérations du Port de Saguenay contribuent pour environ 47 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Aux récepteurs sensibles, la concentration de particules fines modélisées est de $4,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 48 % de la norme. Les opérations contribuent pour environ 7 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Les courbes d'isoconcentration sont illustrées à la carte 25.

4.3.4 MONOXYDE DE CARBONE

Les concentrations de monoxyde de carbone modélisées dans le domaine d'application des normes et critères rencontrent les normes 1 heure et 8 heures pour le scénario modélisé.

La concentration maximale de monoxyde de carbone modélisée dans le domaine d'application des normes et critères est de $683 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la période 1 heure et de $449 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la période 8 heures. Ainsi, les concentrations totales modélisées représentent 2 % et 4 % des normes 1 heure et 8 heures respectivement. Aux récepteurs sensibles, les concentrations modélisées représentent 2 % et 3 % des normes 1 heure et 8 heures, respectivement. En raison des faibles concentrations modélisées pour le monoxyde de carbone, les courbes d'isoconcentration n'ont pas été cartographiées.

4.3.5 DIOXYDE D'AZOTE

COMPARAISON AUX NORMES ÉTABLIES PAR LE MDDELCC

Les concentrations de dioxyde d'azote modélisées dans le domaine d'application des normes et critères rencontrent les normes 1 heure, 24 heures et annuelle établies par le MDDELCC pour le scénario modélisé.

Pour la norme 1 heure, la concentration maximale de dioxyde d'azote modélisée dans le domaine d'application des normes et critères est de $198,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ une fois la concentration initiale de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ajoutée, soit 48 % de la norme établie à $414 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par le MDDELCC. Pour la norme 24 heures, la concentration maximale de dioxyde d'azote modélisée dans le domaine d'application des normes et critères est de $88,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ une fois la concentration initiale de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ajoutée, soit 43 % de la norme établie à $207 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par le MDDELCC. Enfin, pour la norme annuelle, la concentration maximale de dioxyde d'azote modélisée dans le domaine d'application des normes et critères est de $19,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ une fois la concentration initiale de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ajoutée, soit 19 % de la norme établie à $103 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par le MDDELCC. Aux récepteurs sensibles, les concentrations modélisées représentent 16 %, 16 % et 10 % des normes 1 heure, 24 heures et annuelle, respectivement.

Les courbes d'isoconcentration pour les périodes 1 heure et 24 heures sont illustrées aux cartes 26 et 28. En raison des faibles concentrations modélisées pour la période annuelle, les courbes d'isoconcentration pour cette période n'ont pas été cartographiées.

COMPARAISON AUX CRITÈRES DE L'OMS

Les concentrations de dioxyde d'azote modélisées dans le domaine d'application des normes et critères rencontrent les critères 1 heure et annuelle établie par l'OMS pour le scénario modélisé.

Pour le critère 1 heure, la concentration correspondant au 98^e centile des maximums journaliers de dioxyde d'azote modélisée dans le domaine d'application des normes et critères est de $169,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ une fois la concentration initiale de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ajoutée, soit 90 % du critère établi à $188 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par l'OMS. Les opérations

contribuent pour environ 71 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Pour le critère annuel, la concentration maximale de dioxyde d'azote modélisée dans le domaine d'application des normes et critères est de $19,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ une fois la concentration initiale de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ajoutée, soit 48 % du critère établi à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par l'OMS.

Aux récepteurs sensibles, la concentration correspondant au 98^e centile des maximums journaliers de dioxyde d'azote modélisée sur une période 1 heure est de $59,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 32 % du critère de l'OMS. Les opérations contribuent pour environ 16 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Pour le critère annuel, la concentration maximale de dioxyde d'azote modélisée aux récepteurs sensibles est de $10,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 26 % du critère de l'OMS. Les opérations contribuent pour environ 3 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant.

Les courbes d'isoconcentration pour la période 1 heure sont illustrées à la carte 27. En raison des faibles concentrations modélisées pour la période annuelle, les courbes d'isoconcentration pour cette période n'ont pas été cartographiées.

4.3.6 DIOXYDE DE SOUFRE

COMPARAISON AUX NORMES ÉTABLIES PAR LE MDELC

Les concentrations de dioxyde de soufre modélisées dans le domaine d'application des normes et critères rencontrent les normes 4 minutes, 24 heures et annuelle pour le scénario modélisé.

Les concentrations maximales de dioxyde de soufre modélisées dans le domaine d'application des normes et critères pour les normes 4 minutes, 24 heures et annuelle sont de $55,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $14,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivement. Ainsi, les concentrations totales modélisées représentent toutes environ 5 % des normes 4 minutes, 24 heures et annuelle. En raison des faibles concentrations modélisées pour le dioxyde de soufre, les courbes d'isoconcentration n'ont pas été cartographiées.

COMPARAISON AUX NORMES CANADIENNES DE QUALITÉ DE L'AIR AMBIANT (NCQAA)

Après l'analyse statistique des concentrations de dioxyde de soufre modélisées dans le domaine d'application des normes et critères, les normes NCQAA de 1 heure et annuelle sont respectées pour le scénario modélisé.

Il faut rappeler que la comparaison avec la norme 1 heure est effectuée à l'aide du maximum des moyennes triennales du 99^e centile annuel des concentrations horaires. Ce dernier est de $5,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. À l'ajout de la concentration initiale de $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la concentration totale modélisée est de $26,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 14 % de la norme NCQAA de 1 heure. Les opérations contribuent pour environ 21 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Aux récepteurs sensibles, la concentration de dioxyde de soufre modélisée est de $21,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 12 % de la norme. Les opérations contribuent pour environ 1 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant.

Concernant la norme NCQAA annuelle, cette dernière est également respectée. Le maximum des concentrations annuelles de dioxyde de soufre modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. À l'ajout de la concentration initiale de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la concentration totale modélisée est de $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 20 % de la norme NCQAA annuelle établie à $13,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les opérations de contribuent pour environ 24 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Aux récepteurs sensibles, la concentration de dioxyde de soufre modélisée est de $2,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 15 % de la norme. Les opérations contribuent pour environ 1 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. En raison des faibles concentrations modélisées pour le dioxyde de soufre, les courbes d'isoconcentration n'ont pas été cartographiées.

4.3.7 SILICE CRISTALLINE, MÉTAUX ET MÉTALLOÏDES

Les résultats de la modélisation indiquent que les concentrations de l'ensemble des SMM considérés susceptibles d'être observées dans le domaine d'application des normes et critères, incluant donc tous les récepteurs sensibles, rencontrent les normes et critères de qualité de l'atmosphère en vigueur à l'exception du nickel.

La concentration maximale de nickel modélisée (à partir des PM₁₀) dans le domaine d'application des normes et critères est de 0,0162 µg/m³. À l'ajout de la concentration initiale de 0,002 µg/m³, la concentration totale modélisée est de 0,0182 µg/m³, soit 130 % de la norme 24 heures établie à 0,014 µg/m³ par le MDDELCC. Les opérations du Port de Saguenay contribuent pour environ 89 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant.

Concernant le nombre d'occurrences de dépassement de la norme 24 heures de nickel, cette dernière est dépassée 4, 3, 0, 2 et 4 fois pour les années 2010, 2011, 2012, 2013 et 2014 respectivement, pour un total de 13 fois sur 5 ans soit environ 0,7 % du temps.

Tout comme les PMT, le principal contributeur est le routage. Or, la teneur en nickel considérée pour les poussières liées au routage provient de la teneur du concentré d'apatite. Il s'agit donc d'une valeur avec une grande incertitude. À titre de comparaison, si toutes les activités de routage sont enlevées de la modélisation, la norme 24 heures de nickel établie par le MDDELCC serait rencontrée avec une concentration totale modélisée représentant 48 % de la norme.

Enfin, les dépassements modélisés de nickel sont localisés près du site du terminal projeté, à moins de 50 m à l'est de la limite de propriété. La teneur de nickel considérée pour la modélisation provient d'une analyse sur le concentré. Or, le nickel n'est pas détecté dans cette analyse. Dans ce contexte, une teneur correspondant à la moitié de la limite de détection a été utilisée pour la modélisation. Cette teneur a été appliquée sur toutes les sources de poussières, incluant le routage. Cette méthode d'évaluation est considérée très prudente et les concentrations modélisées qui en résultent sont certainement surestimées. Considérant la faible amplitude des dépassements, la localisation de ceux-ci et la méthode employée pour la modélisation du nickel, il est jugé que ces dépassements sont non-significatifs.

En raison des faibles valeurs modélisées, les courbes d'isoconcentration pour les SMM n'ont pas été cartographiées à l'exception du nickel. Les courbes d'isoconcentration de nickel pour la période 24 heures sont illustrées à la carte 29.

4.4 SCÉNARIO D'EXPLOITATION ATTÉNUÉ PAR LA VÉGÉTATION

L'analyse des contributions des particules totales et des particules fines démontre que les émissions de resuspension liées au routage sont responsables de la majorité des concentrations de particules modélisées dans l'air ambiant. Or, la méthode de modélisation actuelle présente une grande incertitude sur les concentrations dans l'air ambiant liées à ces sources tel que discuté à la section 4.2.

Les résultats des concentrations de particules pour le scénario d'exploitation (section 4.1) présentent des contributions importantes liées au routage. De plus, ces maximums sont observés par vent faible où l'atténuation par la végétation serait maximale. Ainsi, inclure ces effets dans le modèle aurait des répercussions directes sur les résultats obtenus. Les résultats sont donc présentés pour les particules pour le scénario d'exploitation en tenant compte d'une atténuation par la végétation sur les émissions de resuspension liées au routage. Une atténuation de 80 % est utilisée. Cette atténuation se veut une étude de sensibilité sur les effets de déposition et de captation par la végétation qui ne sont pas inclus dans le modèle, mais qui présentent des effets importants sur les résultats. L'utilisation d'une atténuation à 80 %

sur les émissions du routage cherche à montrer l'ordre de grandeur de l'effet de ces phénomènes plutôt que des valeurs de concentrations précises.

4.4.1 PARTICULES TOTALES

Les concentrations de particules totales modélisées dans le domaine d'application des normes et critères et aux récepteurs sensibles rencontrent la norme 24 heures pour le scénario modélisé.

La concentration maximale de particules totales modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de $70,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. À l'ajout de la concentration initiale de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la concentration totale modélisée est de $110,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 92 % de la norme 24 heures établie à $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par le MDDELCC. Les opérations du Port de Saguenay contribuent pour environ 64 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Aux récepteurs sensibles, la concentration maximale de particules totales modélisées est de $44,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 37 % de la norme. Les opérations contribuent pour environ 9 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Les courbes d'isoconcentration sont illustrées à la carte 30.

4.4.2 PARTICULES FINES (< 10 MICRONS)

Les concentrations de particules fines (< 10 microns) modélisées dans le domaine d'application des normes et critères ne sont comparées à aucune norme.

Pour une période de 24 heures, la concentration maximale de particules fines (< 10 microns) modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de $23,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pour une période annuelle, la concentration maximale de particules fines (< 10 microns) modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de $4,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Au niveau des récepteurs sensibles, les concentrations maximales modélisées sont de $3,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les périodes 24 heures et annuelle, respectivement.

4.4.3 PARTICULES FINES (< 2,5 MICRONS)

COMPARAISON À LA NORME ÉTABLIE PAR LE MDDELCC

Les concentrations de particules fines modélisées dans le domaine d'application des normes et critères dépassent la norme 24 heures établie par le MDDELCC pour le scénario modélisé. Toutefois, aucun dépassement n'est modélisé aux récepteurs sensibles.

La concentration maximale de particules fines modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de $19,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. À l'ajout de la concentration initiale de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la concentration totale modélisée est de $34,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 116 % de la norme 24 heures établie à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par le MDDELCC. Les opérations du Port de Saguenay contribuent pour environ 57 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Aux récepteurs sensibles, la concentration maximale de particules fines modélisées est de $18,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 62 % de la norme. Les opérations contribuent pour environ 19 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Les courbes d'isoconcentration sont illustrées à la carte 31.

Ces dépassements sont limités à moins de 500 m du site et couvrent environ $0,04 \text{ km}^2$ (4 ha). De plus, les fréquences de dépassement modélisées sont d'au plus 6 jours par année. Il est important de rappeler qu'un ratio de $\text{PM}_{2,5}/\text{PMT}$ de 100% a été utilisé. Si le ratio réel se situait en deçà de 70 %, la norme de particules fines serait rencontrée.

COMPARAISON AUX NORMES CANADIENNES DE QUALITÉ DE L'AIR AMBIANT (NCQAA)

Après l'analyse statistique des concentrations de particules fines modélisées dans le domaine d'application des normes et critères, la norme NCQAA de 24 heures est dépassée pour le scénario modélisé. Toutefois, aucun dépassement n'est modélisé aux récepteurs sensibles.

Il faut rappeler que la comparaison avec la norme 24 heures est effectuée à l'aide du maximum des moyennes triennales du 98^e centile annuel des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures. Ce dernier est de 14,0 µg/m³. À l'ajout de la concentration initiale de 15 µg/m³, la concentration totale modélisée est de 29,0 µg/m³, soit 104 % de la norme NCQAA de 24 heures. Les opérations du Port de Saguenay contribuent pour environ 48 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Ce dépassement survient à un récepteur de la limite d'application des normes et critères. Aux récepteurs sensibles, la concentration de particules fines modélisées est de 16,5 µg/m³, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 59 % de la norme. Les opérations contribuent pour environ 9 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Ces dépassements surviennent sur la limite d'application des normes et sont donc limités au site d'exploitation.

Concernant la norme NCQAA annuelle, cette dernière est respectée suite à l'analyse statistique effectuée. En effet, la comparaison se fait à l'aide du maximum des moyennes triennales des concentrations annuelles moyennes.

Le maximum des moyennes triennales des concentrations annuelles moyennes de particules fines modélisées dans le domaine d'application des normes et critères est de 3,6 µg/m³. À l'ajout de la concentration initiale de 4,5 µg/m³, la concentration totale modélisée est de 8,1 µg/m³, soit 81 % de la norme NCQAA annuelle établie à 10 µg/m³. Les opérations du Port de Saguenay contribuent pour environ 45 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant. Aux récepteurs sensibles, la concentration de particules fines modélisées est de 4,8 µg/m³, en considérant la concentration initiale. Ce qui représente 48 % de la norme. Les opérations contribuent pour environ 6 % de la concentration totale modélisée dans l'air ambiant.

4.4.4 SILICE CRISTALLINE, MÉTAUX ET MÉTALLOÏDES

Les résultats de la modélisation indiquent que les concentrations de l'ensemble des SMM considérés susceptibles d'être observées dans le domaine d'application des normes et critères, incluant donc tous les récepteurs sensibles, rencontrent les normes et critères de qualité de l'atmosphère en vigueur.

Tableau 18 : Résultats pour les normes dans le domaine d'application des normes et critères – Scénario d'exploitation

Substance	Symbole/ Formule	Période	Statistique	Concentrations modélisées au récepteur maximal (µg/m ³)					Concentration initiale ¹ (µg/m ³)	Concentration totale modélisée ² (µg/m ³)	Contribution du projet ³ (%)	Valeur limite ¹ (µg/m ³)	Pourcentage de la valeur limite ⁴ (%)	
				Pour chacune des années modélisées										Maximum
				2010	2011	2012	2013	2014						
Particules totales	PMT	24 heures	1 ^{er} Maximum	315,7	257,6	203,5	278,7	272,9	315,7	40	355,7	88,8	120	296
Particules fines	PM _{2,5}	24 heures	1 ^{er} Maximum	24,2	25,0	18,6	19,6	24,7	25,0	15	40,0	62,5	30	133
Carbone, monoxyde de	CO	1 heure	1 ^{er} Maximum	77,2	75,6	74,6	71,4	83,2	83,2	600	683,2	12,2	34000	2
		8 heures	1 ^{er} Maximum	48,9	45,7	40,1	40,1	44,9	48,9	400	448,9	10,9	12700	4
Azote, dioxyde d'	NO ₂	1 heure	1 ^{er} Maximum	138,6	135,3	131,8	126,1	148,7	148,7	50	198,7	74,8	414	48
		24 heures	1 ^{er} Maximum	58,1	47,7	37,2	51,0	49,9	58,1	30	88,1	66,0	207	43
		1 an	Moyenne	9,1	7,7	7,2	7,2	7,6	9,1	10	19,1	47,8	103	19
Soufre, dioxyde de	SO ₂	4 minutes	1 ^{er} Maximum	14,5	12,1	15,2	12,1	12,0	15,2	40	55,2	27,5	1050	5
		24 heures	1 ^{er} Maximum	4,7	4,4	4,6	4,3	4,4	4,7	10	14,7	32,0	288	5
		1 an	Moyenne	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	2	2,6	24,0	52	5
Antimoine métal et composés	Sb	1 an	Moyenne	1,58E-03	1,31E-03	1,24E-03	1,13E-03	1,22E-03	1,58E-03	0,001	2,58E-03	61,3	0,17	2
Argent, composés solubles	Ag	1 an	Moyenne	1,58E-03	1,31E-03	1,24E-03	1,13E-03	1,22E-03	1,58E-03	0,005	6,58E-03	24,0	0,23	3
Arsenic, élémentaire et composés inorganiques	As	1 an	Moyenne	3,17E-04	2,63E-04	2,47E-04	2,27E-04	2,44E-04	3,17E-04	0,002	2,32E-03	13,7	0,003	77
Baryum, métal et composés solubles	Ba	1 an	Moyenne	7,92E-03	6,57E-03	6,18E-03	5,67E-03	6,10E-03	7,92E-03	0,02	2,79E-02	28,4	0,05	56
Béryllium, métal et composés	Be	1 an	Moyenne	5,08E-05	4,21E-05	3,97E-05	3,64E-05	3,92E-05	5,08E-05	0	5,08E-05	100,0	0,0004	13
Cadmium, composés de	Cd	1 an	Moyenne	6,33E-06	5,25E-06	4,95E-06	4,54E-06	4,88E-06	6,33E-06	0,0005	5,06E-04	1,3	0,0036	14
Chrome (composés de chrome hexavalent)	Cr(h)	1 an	Moyenne	-	-	-	-	-	-	0,002	-	-	0,004	-
Chrome (composés de chrome trivalent)	Cr(t)	1 an	Moyenne	3,17E-05	2,63E-05	2,47E-05	2,27E-05	2,44E-05	3,17E-05	0,01	1,00E-02	0,3	0,1	10
Cuivre	Cu	24 heures	1 ^{er} Maximum	7,74E-02	6,32E-02	4,99E-02	6,84E-02	6,69E-02	7,74E-02	0,2	2,77E-01	27,9	2,5	11
Mercure	Hg	1 an	Moyenne	3,17E-07	2,63E-07	2,47E-07	2,27E-07	2,44E-07	3,17E-07	0,002	2,00E-03	0,0	0,005	40
Nickel, composés de	Ni	24 heures	1 ^{er} Maximum	1,62E-02	1,43E-02	1,02E-02	1,39E-02	1,46E-02	1,62E-02	0,002	1,82E-02	89,0	0,014	130
Plomb	Pb	1 an	Moyenne	6,33E-05	5,25E-05	4,95E-05	4,54E-05	4,88E-05	6,33E-05	0,004	4,06E-03	1,6	0,1	4
Thallium	Tl	1 an	Moyenne	1,58E-03	1,31E-03	1,24E-03	1,13E-03	1,22E-03	1,58E-03	0,005	6,58E-03	24,0	0,25	3
Vanadium	V	1 an	Moyenne	7,92E-03	6,57E-03	6,18E-03	5,67E-03	6,10E-03	7,92E-03	0,01	1,79E-02	44,2	1	2
Zinc	Zn	24 heures	1 ^{er} Maximum	7,74E-02	6,32E-02	4,99E-02	6,84E-02	6,69E-02	7,74E-02	0,1	1,77E-01	43,6	2,5	7

¹ Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (version 4, 2015).

² La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.

³ La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.

⁴ Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la norme ou du critère, en pourcentage.

Tableau 19 : Résultats pour les critères dans le domaine d'application des normes et critères – Scénario d'exploitation

Substance	Symbole / Formule	Période	Statistique	Concentrations modélisées au récepteur maximal ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						Concentration initiale ¹ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration totale modélisée ² ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contribution du projet ³ (%)	Valeur limite ¹ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pourcentage de la valeur limite ⁴ (%)
				Pour chacune des années modélisées					Maximum					
				2010	2011	2012	2013	2014						
Cobalt et composés	Co	1 an	Moyenne	7,92E-03	6,57E-03	6,18E-03	5,67E-03	6,10E-03	7,92E-03	0	7,92E-03	100,0	0,1	8
Manganèse, poussières et composés	Mn	1 an	Moyenne	3,36E-03	2,84E-03	2,64E-03	2,44E-03	2,65E-03	3,36E-03	0,005	8,36E-03	40,2	0,025	33
Sélénium, composé de	Se	1 heure	1er Maximum	1,69E-01	1,69E-01	1,67E-01	1,70E-01	1,68E-01	1,70E-01	0,15	3,20E-01	53,2	2	16
Silice cristalline	SiO ₂	1 heure	1er Maximum	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	8,6	-
		1 an	Moyenne	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	0,07	-
Titane	Ti	24 heures	1er Maximum	2,71E-01	2,40E-01	1,72E-01	2,33E-01	2,45E-01	2,71E-01	0	2,71E-01	100,0	2,5	11

¹ Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (version 4, 2015).

² La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.

³ La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.

⁴ Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la norme ou du critère, en pourcentage.

Tableau 20 : Résultats pour les normes aux récepteurs sensibles uniquement – Scénario d'exploitation

Substance	Symbole / Formule	Période	Statistique	Concentrations modélisées au récepteur maximal (µg/m ³)						Concentration initiale ¹ (µg/m ³)	Concentration totale modélisée ² (µg/m ³)	Contribution du projet ³ (%)	Valeur limite ¹ (µg/m ³)	Pourcentage de la valeur limite ⁴ (%)
				Pour chacune des années modélisées					Maximum					
				2010	2011	2012	2013	2014						
Particules totales	PMT	24 heures	1 ^{er} Maximum	6,9	5,8	5,7	7,1	5,3	7,1	40	47,1	15,0	120	39
Particules fines	PM _{2,5}	24 heures	1 ^{er} Maximum	3,6	3,0	3,1	2,6	2,7	3,6	15	18,6	19,4	30	62
Carbone, monoxyde de	CO	1 heure	1 ^{er} Maximum	7,2	7,6	8,4	6,4	8,8	8,8	600	608,8	1,4	34000	2
		8 heures	1 ^{er} Maximum	2,9	2,3	2,1	3,3	2,5	3,3	400	403,3	0,8	12700	3
Azote, dioxyde d'	NO ₂	1 heure	1 ^{er} Maximum	13,3	15,3	15,5	13,9	16,7	16,7	50	66,7	25,0	414	16
		24 heures	1 ^{er} Maximum	2,3	1,9	2,1	2,8	2,2	2,8	30	32,8	8,6	207	16
		1 an	Moyenne	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	10	10,3	2,6	103	10
Soufre, dioxyde de	SO ₂	4 minutes	1 ^{er} Maximum	3,1	4,1	4,4	3,5	3,2	4,4	40	44,4	9,9	1050	4
		24 heures	1 ^{er} Maximum	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,4	10	10,4	3,9	288	4
		1 an	Moyenne	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2	2,0	1,3	52	4
Antimoine métal et composés	Sb	1 an	Moyenne	2,87E-05	2,54E-05	2,44E-05	2,31E-05	2,35E-05	2,87E-05	0,001	1,03E-03	2,8	0,17	1
Argent, composés solubles	Ag	1 an	Moyenne	2,87E-05	2,54E-05	2,44E-05	2,31E-05	2,35E-05	2,87E-05	0,005	5,03E-03	0,6	0,23	2
Arsenic, élémentaire et composés inorganiques	As	1 an	Moyenne	5,74E-06	5,07E-06	4,88E-06	4,63E-06	4,70E-06	5,74E-06	0,002	2,01E-03	0,3	0,003	67
Baryum, métal et composés solubles	Ba	1 an	Moyenne	1,44E-04	1,27E-04	1,22E-04	1,16E-04	1,18E-04	1,44E-04	0,02	2,01E-02	0,7	0,05	40
Béryllium, métal et composés	Be	1 an	Moyenne	9,21E-07	8,14E-07	7,84E-07	7,43E-07	7,54E-07	9,21E-07	0	9,21E-07	100,0	0,0004	0
Cadmium, composés de	Cd	1 an	Moyenne	1,15E-07	1,01E-07	9,77E-08	9,26E-08	9,40E-08	1,15E-07	0,0005	5,00E-04	0,0	0,0036	14
Chrome (composés de chrome hexavalent)	Cr(h)	1 an	Moyenne	-	-	-	-	-	-	0,002	-	-	0,004	-
Chrome (composés de chrome trivalent)	Cr(t)	1 an	Moyenne	5,74E-07	5,07E-07	4,88E-07	4,63E-07	4,70E-07	5,74E-07	0,01	1,00E-02	0,0	0,1	10
Cuivre	Cu	24 heures	1 ^{er} Maximum	1,70E-03	1,41E-03	1,40E-03	1,72E-03	1,31E-03	1,72E-03	0,2	2,02E-01	0,9	2,5	8
Mercure	Hg	1 an	Moyenne	5,74E-09	5,07E-09	4,88E-09	4,63E-09	4,70E-09	5,74E-09	0,002	2,00E-03	0,0	0,005	40
Nickel, composés de	Ni	24 heures	1 ^{er} Maximum	1,01E-03	7,66E-04	7,90E-04	6,33E-04	7,64E-04	1,01E-03	0,002	3,01E-03	33,5	0,014	21
Plomb	Pb	1 an	Moyenne	1,15E-06	1,01E-06	9,77E-07	9,26E-07	9,40E-07	1,15E-06	0,004	4,00E-03	0,0	0,1	4
Thallium	Tl	1 an	Moyenne	2,87E-05	2,54E-05	2,44E-05	2,31E-05	2,35E-05	2,87E-05	0,005	5,03E-03	0,6	0,25	2
Vanadium	V	1 an	Moyenne	1,44E-04	1,27E-04	1,22E-04	1,16E-04	1,18E-04	1,44E-04	0,01	1,01E-02	1,4	1	1
Zinc	Zn	24 heures	1 ^{er} Maximum	1,70E-03	1,41E-03	1,40E-03	1,72E-03	1,31E-03	1,72E-03	0,1	1,02E-01	1,7	2,5	4

¹ Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (version 4, 2015).

² La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.

³ La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.

⁴ Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la norme ou du critère, en pourcentage.

Tableau 21 : Résultats pour les critères aux récepteurs sensibles uniquement – Scénario d'exploitation

Substance	Symbole / Formule	Période	Statistique	Concentrations modélisées au récepteur maximal ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						Concentration initiale ¹ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration totale modélisée ² ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contribution du projet ³ (%)	Valeur limite ⁴ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pourcentage de la valeur limite (%)
				Pour chacune des années modélisées					Maximum					
				2010	2011	2012	2013	2014						
Cobalt et composés	Co	1 an	Moyenne	1,44E-04	1,27E-04	1,22E-04	1,16E-04	1,18E-04	1,44E-04	0	1,44E-04	100,0	0,1	0,1
Manganèse, poussières et composés	mn	1 an	Moyenne	1,83E-04	1,58E-04	1,53E-04	1,46E-04	1,49E-04	1,83E-04	0,005	5,18E-03	3,5	0,025	21
Sélénium, composé de	Se	1 heure	1 ^{er} Maximum	7,30E-03	1,28E-02	1,73E-02	7,13E-03	7,39E-03	1,73E-02	0,15	1,67E-01	10,4	2	8
Silice cristalline	SiO ₂	1 heure	1 ^{er} Maximum	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	8,6	-
		1 an	Moyenne	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	0,07	-
Titane	Ti	24 heures	1 ^{er} Maximum	1,69E-02	1,29E-02	1,33E-02	1,06E-02	1,28E-02	1,69E-02	0	1,69E-02	100,0	2,5	1

¹ Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (version 4, 2015).

² La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.

³ La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.

⁴ Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la norme ou du critère, en pourcentage.

Tableau 22 : Résultats pour les PM₁₀ dans le domaine d'application des normes et critères et pour les récepteurs sensibles uniquement – Scénario d'exploitation

Substance	Symbole / Formule	Période	Statistique	Concentrations modélisées au récepteur maximal (µg/m ³)					Concentration initiale ¹ (µg/m ³)	Concentration totale modélisée ² (µg/m ³)	Contribution du projet ³ (%)	Valeur limite ¹ (µg/m ³)	Pourcentage de la valeur limite ⁴ (%)	
				Pour chacune des années modélisées										Maximum
				2010	2011	2012	2013	2014						
Particules moins de 10 microns	PM ₁₀	Domaine d'application des normes et critères												
		24 heures	1 ^{er} Maximum	70,6	62,1	44,7	60,9	63,6	70,6	-	70,6	100,0	-	-
		1 an	Moyenne	7,7	6,5	6,0	5,6	6,1	7,7	-	7,7	100,0	-	-
		Récepteurs sensibles seulement												
		24 heures	1 ^{er} Maximum	4,1	3,2	3,3	2,6	3,1	4,1	-	4,1	100,0	-	-
		1 an	Moyenne	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	-	0,4	100,0	-	-

¹⁾ Concentrations initiales non connues.

²⁾ La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.

³⁾ La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.

⁴⁾ Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la norme ou du critère, en pourcentage.

Tableau 23 : Résultats des critères de l'OMS pour le NO₂ dans le domaine d'application des normes et critères et pour les récepteurs sensibles uniquement – Scénario d'exploitation

Substance	Symbole/ Formule	Période	Statistique	Concentrations modélisées au récepteur maximal (µg/m ³)					Concentration initiale ¹ (µg/m ³)	Concentration totale modélisée ² (µg/m ³)	Contribution du projet ³ (%)	Valeur limite ¹ (µg/m ³)	Pourcentage de la valeur limite ⁴ (%)	
				Pour chacune des années modélisées										Maximum
				2010	2011	2012	2013	2014						
Azote, dioxyde d'	NO ₂	Domaine d'application des normes et critères												
		1 heure	98 ^e centile des maximums journaliers	117,4	119,5	113,6	111,6	119,5	119,5	50	169,5	70,5	188	90
		1 an	Moyenne	9,1	7,7	7,2	7,2	7,6	9,1	10	19,1	47,8	40	48
		Récepteurs sensibles seulement												
		1 heure	98 ^e centile des maximums journaliers	8,0	9,0	7,9	7,5	9,5	9,5	50	59,5	16,0	188	32
		1 an	Moyenne	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	10	10,3	2,6	40	26

¹⁾ Voir le tableau 1.

²⁾ La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.

³⁾ La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.

⁴⁾ Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la norme ou du critère, en pourcentage.

Tableau 24 : Résultats pour les particules fines et le SO₂ dans le domaine d'application des normes et critères et pour les récepteurs sensibles uniquement – Normes NCQAA – Scénario d'exploitation

Substance	Symbole / Formule	Période	Statistique	Concentrations modélisées au récepteur maximal (µg/m ³)									Concentration initiale ¹ (µg/m ³)	Concentration totale modélisée ² (µg/m ³)	Contribution du projet ³ (%)	Valeur limite ¹ (µg/m ³)	Pourcentage de la valeur limite ⁴ (%)	
				Pour chacune des années modélisées					Moyenne triennale			Maximum						
				2010	2011	2012	2013	2014	2010 à 2012	2011 à 2013	2012 à 2014							
Particules fines	PM _{2,5}	Domaine d'application des normes et critères																
		24 heures	98 ^e centile	15,3	16,1	14,2	14,8	13,8	15,2	15,0	13,8	15,2	15	30,2	50,3	28	108	
		1 an	Moyenne	4,2	3,9	3,6	3,6	3,7	3,9	3,7	3,6	3,9	4,5	8,4	46,6	10	84	
		Récepteurs sensibles seulement																
		24 heures	98 ^e centile	1,6	1,6	1,3	1,3	1,5	1,5	1,4	1,4	1,5	15	16,5	9,2	28	59	
1 an	Moyenne	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	4,5	4,8	6,5	10	48			
Soufre, dioxyde de	SO ₂	Domaine d'application des normes et critères																
		1 heure	99 ^e centile	5,4	5,4	5,5	5,4	5,3	5,4	5,4	5,4	5,4	21	26,4	20,6	183,4	14	
		1 an	Moyenne	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-	-	0,6	2	2,6	24,0	13,1	20	
		Récepteurs sensibles seulement																
		1 heure	99 ^e centile	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	21	21,6	2,6	183,4	12	
1 an	Moyenne	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	-	-	-	0,03	2	2,03	1,3	13,1	15			

¹ Voir le tableau 1.

² La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.

³ La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.

⁴ Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la norme ou du critère, en pourcentage.

Tableau 25 : Résultats pour certaines normes dans le domaine d'application des normes et critères – Scénario d'exploitation atténué par la végétation

Substance	Symbole / Formule	Période	Statistique	Concentrations modélisées au récepteur maximal ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						Concentration initiale ¹ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration totale modélisée ² ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contribution du projet ³ (%)	Valeur limite ¹ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pourcentage de la valeur limite ⁴ (%)
				Pour chacune des années modélisées					Maximum					
				2010	2011	2012	2013	2014						
Particules totales	PMT	24 heures	1 ^{er} Maximum	70,6	62,1	44,7	60,9	63,6	70,6	40	110,6	63,8	120	92
Particules fines	PM _{2,5}	24 heures	1 ^{er} Maximum	17,5	18,6	18,5	16,6	19,9	19,9	15	34,9	57,0	30	116
Nickel, composés de	Ni	24 heures	1 ^{er} Maximum	4,25E-03	4,74E-03	4,42E-03	4,05E-03	4,76E-03	4,76E-03	0,002	6,76E-03	70,4	0,014	48

¹ Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (version 4, 2015).

² La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.

³ La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.

⁴ Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la norme ou du critère, en pourcentage.

Tableau 26 : Résultats pour certaines normes aux récepteurs sensibles – Scénario d'exploitation atténué par la végétation

Substance	Symbole/ Formule	Période	Statistique	Concentrations modélisées au récepteur maximal ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						Concentration initiale ¹ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration totale modélisée ² ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contribution du projet ³ (%)	Valeur limite ¹ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pourcentage de la valeur limite ⁴ (%)
				Pour chacune des années modélisées					Maximum					
				2010	2011	2012	2013	2014						
Particules totales	PMT	24 heures	1 ^{er} Maximum	4,1	3,2	3,3	2,6	3,1	4,1	40	44,1	9,4	120	37
Particules fines	PM _{2,5}	24 heures	1 ^{er} Maximum	3,5	3,0	3,1	2,6	2,6	3,5	15	18,5	18,8	30	62
Nickel, composés de	Ni	24 heures	1 ^{er} Maximum	8,69E-04	7,32E-04	7,38E-04	6,19E-04	6,55E-04	8,69E-04	0,002	2,87E-03	30,3	0,014	20

¹ Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (version 4, 2015).

² La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.

³ La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.

⁴ Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la norme ou du critère, en pourcentage.

Tableau 27 : Résultats pour les PM10 dans le domaine d'application des normes et critères et pour les récepteurs sensibles uniquement – Scénario d'exploitation atténué par la végétation

Substance	Symbole / Formule	Période	Statistique	Concentrations modélisées au récepteur maximal (µg/m³)					Concentration initiale ¹ (µg/m³)	Concentration totale modélisée ² (µg/m³)	Contribution du projet ³ (%)	Valeur limite ¹ (µg/m³)	Pourcentage de la valeur limite ⁴ (%)	
				Pour chacune des années modélisées										Maximum
				2010	2011	2012	2013	2014						
Particules moins de 10 microns	PM ₁₀	Domaine d'application des normes et critères												
		24 heures	1 ^{er} Maximum	21,6	23,0	18,6	17,7	22,8	23,0	-	23,0	100,0	-	-
		1 an	Moyenne	4,2	3,9	3,6	3,5	3,7	4,2	-	4,2	100,0	-	-
		Récepteurs sensibles seulement												
		24 heures	1 ^{er} Maximum	3,6	3,0	3,1	2,6	2,7	3,6	-	3,6	100,0	-	-
		1 an	Moyenne	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	-	0,3	100,0	-	-

¹ Concentrations initiales non connues.

² La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.

³ La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.

⁴ Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la norme ou du critère, en pourcentage.

Tableau 28 : Résultats pour les particules fines dans le domaine d'application des normes et critères et pour les récepteurs sensibles uniquement – Normes NCQAA – Scénario d'exploitation atténué par la végétation

Substance	Symbole / Formule	Période	Statistique	Concentrations modélisées au récepteur maximal (µg/m³)								Concentration initiale ¹ (µg/m³)	Concentration totale modélisée ² (µg/m³)	Contribution du projet ³ (%)	Valeur limite ¹ (µg/m³)	Pourcentage de la valeur limite ⁴ (%)	
				Pour chacune des années modélisées					Moyenne triennale								Maximum
				2010	2011	2012	2013	2014	2010 à 2012	2011 à 2013	2012 à 2014						
Particules fines	PM _{2,5}	Domaine d'application des normes et critères															
		24 heures	98 ^e centile	14,7	14,2	13,2	12,2	13,8	14,0	13,2	13,1	14,0	15	29,0	48,3	28	104
		1 an	Moyenne	3,9	3,6	3,4	3,3	3,5	3,6	3,4	3,4	3,6	4,5	8,1	44,8	10	81
		Récepteurs sensibles seulement															
		24 heures	98 ^e centile	1,54	1,56	1,30	1,31	1,44	1,46	1,39	1,35	1,46	15	16,5	8,9	28	59
		1 an	Moyenne	0,34	0,29	0,28	0,27	0,28	0,30	0,28	0,28	0,30	4,5	4,8	6,3	10	48

¹ Voir le tableau 1.

² La concentration totale modélisée est la somme de la concentration maximale modélisée et de la concentration initiale.

³ La contribution du projet est la concentration maximale modélisée divisée par la concentration totale modélisée, en pourcentage.

⁴ Le pourcentage de la norme ou du critère est la concentration totale modélisée divisée par la norme ou du critère, en pourcentage.

4.5 SCÉNARIO D'EXPLOITATION AVEC DÉPLACEMENT DU NAVIRE

Le scénario d'exploitation avec déplacement du navire a été modélisé pour les substances suivantes : particules totales, particules inférieures à 10 µm, particules fines (< 2,5 µm), monoxyde de carbone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre. Deux situations ont été modélisées :

- Scénario d'exploitation avec accostage du navire;
- Scénario d'exploitation avec appareillage du navire.

En raison de la durée de l'opération d'accostage (30-60 minutes) qui peut être supérieur à la durée de l'opération d'appareillage (30 minutes), les concentrations modélisées lors de la première opération sont globalement supérieures à la seconde opération. Ainsi, uniquement les résultats du scénario d'accostage sont présentés ici.

Les concentrations maximales de modélisation obtenue pour le scénario d'exploitation avec accostage du navire sont présentées au tableau 29, pour les résultats à la limite d'application des normes et critères, et au tableau 30, pour les résultats aux récepteurs sensibles. L'ensemble des normes et critères considérés pour ces substances y est représenté.

En guise de comparaison, ces tableaux présentent également les résultats du scénario d'exploitation sans le déplacement du navire (équivalent aux résultats présentés à la section 3.6.2). L'analyse de l'écart entre les deux scénarios y est, également, présentée.

L'effet sur les pourcentages maximaux d'atteintes des valeurs limites est marginal. En effet, dans le domaine d'application des normes et critères, l'effet obtenu le plus important est sur la norme annuelle de SO₂ (NCQAA). Pour cette norme, l'augmentation de la concentration modélisée maximale représente 0,0012 µg/m³, ce qui correspond à 0,009 % de la norme de 13,1 µg/m³. Aux récepteurs sensibles, l'effet obtenu le plus important est sur le critère annuel de NO₂ de l'OMS. Pour ce critère, l'augmentation de la concentration modélisée maximale représente 0,0135 µg/m³, ce qui correspond à 0,0336 % du critère de 40 µg/m³.

Ces variations modélisées sur les concentrations sont négligeables. En effet, l'augmentation des concentrations correspond à, au plus, 1,35 x 10⁻³ des concentrations initiales considérées, ce qui correspond à environ 750 fois plus petit que les concentrations initiales considérées.

Ces variations sont trop faibles pour être visualisées sur les cartes d'isocontours, ainsi, l'ensemble des cartes présentées pour le scénario d'exploitation (carte 18 à 31) sont donc également valides pour ce scénario avec déplacement du navire.

Tableau 29 : Comparaison des résultats pour les normes et critères dans le domaine d'application des normes et critères pour les scénarios d'exploitation avec et sans déplacement du navire

Substance	Symbole/ Formule	Période	Type de critères	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	Concentration initiale (µg/m³)	Pourcentage de la valeur limite de la concentration initiale (%)	Scénario d'exploitation sans déplacement du navire		Scénario d'exploitation avec déplacement du navire		Écart entre les deux scénarios		
								Concentration maximale modélisée (µg/m³)	Pourcentage de la valeur limite¹ (%)	Concentration maximale modélisée (µg/m³)	Pourcentage de la valeur limite¹ (%)	Écart de la concentration (µg/m³)	Écart du pourcentage de la valeur limite (%)	Écart de la concentration relatif à la concentration initiale (-)
								VL	C_{init}	$PL_{C_{init}} = \frac{C_{init}}{VL} \cdot 100$	C1	$PL1 = \left(\frac{C_{init}}{VL} + \frac{C1}{VL} \right) \cdot 100$	C2	$PL2 = \left(\frac{C_{init}}{VL} + \frac{C2}{VL} \right) \cdot 100$
Particules totales	PMT	24 heures	Norme – RAA	1er Maximum	120	40	33	315,7	296 (33,33 + 263,05)	315,7	296 (33,33 + 263,05)	0	0	0
Particules fines (PM _{2,5})	PM _{2,5}	24 heures	Norme – RAA	1er Maximum	30	15	50	25,0	133 (50,00 + 83,47)	25,0	133 (50,00 + 83,47)	0	0	0
Carbone, monoxyde de	CO	1 heure	Norme – RAA	1er Maximum	34000	600	2	83,2	2 (1,76 + 0,24)	83,2	2 (1,76 + 0,24)	0	0	0
		8 heures	Norme – RAA	1er Maximum	12700	400	3	48,9	4 (3,15 + 0,39)	48,9	4 (3,15 + 0,39)	0	0	0
Azote, dioxyde d'	NO ₂	1 heure	Norme – RAA	1er Maximum	414	50	12	148,7	48 (12,08 + 35,92)	148,7	48 (12,08 + 35,92)	0	0	0
		24 heures	Norme – RAA	1er Maximum	207	30	14	58,1	43 (14,49 + 28,08)	58,1	43 (14,49 + 28,08)	0	0	0
		1 an	Norme – RAA	Moyenne	103	10	10	9,1	19 (9,71 + 8,88)	9,1	19 (9,71 + 8,88)	0,0021	0,0021	2,14E-4
Soufre, dioxyde de	SO ₂	4 minutes	Norme – RAA	1er Maximum	1050	40	4	15,2	5 (3,81 + 1,45)	15,2	5 (3,81 + 1,45)	0	0	0
		24 heures	Norme – RAA	1er Maximum	288	10	3	4,7	5 (3,47 + 1,64)	4,7	5 (3,47 + 1,64)	0,0078	0,0027	7,80E-4
		1 an	Norme – RAA	Moyenne	52	2	4	0,6	5 (3,85 + 1,22)	0,6	5 (3,85 + 1,22)	0,0012	0,0023	5,89E-4
Particules moins de 10µm	PM ₁₀	24 heures	Critère	1er Maximum	-	-	-	70,6	-	70,6	-	0	-	-
		1 an	Critère	Moyenne	-	-	-	7,7	-	7,7	-	0	-	-
Particules fines (PM _{2,5})	PM _{2,5}	24 heures	Norme – NCQAA	Moyenne triennale du 98e centile	28	15	54	15,2	108 (53,57 + 54,20)	15,2	108 (53,57 + 54,20)	0	0	0
		1 an	Norme – NCQAA	Moyenne triennale	10	4,5	45	3,9	84 (45,00 + 39,21)	3,9	84 (45,00 + 39,22)	0,0005	0,0055	1,22E-4
Soufre, dioxyde de	SO ₂	1 heure	Norme – NCQAA	Moyenne triennale du 99e centile	183,4	21	11	5,4	14 (11,45 + 2,97)	5,4	14 (11,45 + 2,97)	0	0	0
		1 an	Norme – NCQAA	Moyenne	13,1	2	15	0,6	20 (15,27 + 4,82)	0,6	20 (15,27 + 4,83)	0,0012	0,0090	5,89E-4
Azote, dioxyde d'	NO ₂	1 heure	Critère – OMS	98e centile du maximum journalier	188	50	27	119,5	90 (26,60 + 63,56)	119,5	90 (26,60 + 63,56)	0	0	0
		1 an	Critère – OMS	Moyenne	40	10	25	9,1	48 (25,00 + 22,86)	9,1	48 (25,00 + 22,87)	0,0021	0,0054	2,14E-4

¹⁾ Le pourcentage de la valeur limite est donné pour la concentration totale et est suivi, entre parenthèse, de la contribution de la concentration initiale et de la concentration modélisée du projet. Par exemple, pour les particules totales, le pourcentage de la valeur limite est de 296 %, ce qui correspond à la somme de la contribution de la concentration initiale (40 / 120 x 100 = 33,33 %) et de la concentration du projet (315,7 / 120 x 100 = 263,05 %).

Tableau 30 : Comparaison des résultats pour les normes et critères aux récepteurs sensibles uniquement pour les scénarios d'exploitation avec et sans déplacement du navire

Substance	Symbole/ Formule	Période	Type de critères	Statistique	Valeur limite (µg/m³)	Concentration initiale (µg/m³)	Pourcentage de la valeur limite de la concentration initiale (%)	Scénario d'exploitation sans déplacement du navire		Scénario d'exploitation avec déplacement du navire		Écart entre les deux scénarios		
								Concentration maximale modélisée (µg/m³)	Pourcentage de la valeur limite¹ (%)	Concentration maximale modélisée (µg/m³)	Pourcentage de la valeur limite¹ (%)	Écart de la concentration (µg/m³)	Écart du pourcentage de la valeur limite (%)	Écart de la concentration relatif à la concentration initiale (-)
								VL	C_{init}	$PL_{C_{init}} = \frac{C_{init}}{VL} \cdot 100$	C1	$PL1 = \left(\frac{C_{init}}{VL} + \frac{C1}{VL} \right) \cdot 100$	C2	$PL2 = \left(\frac{C_{init}}{VL} + \frac{C2}{VL} \right) \cdot 100$
Particules totales	PMT	24 heures	Norme – RAA	1er Maximum	120	40	33	7,1	39 (33,33 + 5,90)	7,1	39 (33,33 + 5,90)	0,0001	0,0001	2,50E-6
Particules fines (PM _{2,5})	PM _{2,5}	24 heures	Norme – RAA	1er Maximum	30	15	50	3,6	62 (50,00 + 12,02)	3,6	62 (50,00 + 12,02)	0	0	0
Carbone, monoxyde de	CO	1 heure	Norme – RAA	1er Maximum	34000	600	2	8,8	2 (1,76 + 0,03)	8,8	2 (1,76 + 0,03)	0	0	0
		8 heures	Norme – RAA	1er Maximum	12700	400	3	3,3	3 (3,15 + 0,03)	3,3	3 (3,15 + 0,03)	0	0	0
Azote, dioxyde d'	NO ₂	1 heure	Norme – RAA	1er Maximum	414	50	12	16,7	16 (12,08 + 4,03)	16,7	16 (12,08 + 4,03)	0	0	0
		24 heures	Norme – RAA	1er Maximum	207	30	14	2,8	16 (14,49 + 1,36)	2,8	16 (14,49 + 1,36)	0	0	0
		1 an	Norme – RAA	Moyenne	103	10	10	0,3	10 (9,71 + 0,26)	0,3	10 (9,71 + 0,28)	0,0135	0,0131	1,35E-3
Soufre, dioxyde de	SO ₂	4 minutes	Norme – RAA	1er Maximum	1050	40	4	4,4	4 (3,81 + 0,42)	4,4	4 (3,81 + 0,42)	0	0	0
		24 heures	Norme – RAA	1er Maximum	288	10	3	0,4	4 (3,47 + 0,14)	0,4	4 (3,47 + 0,14)	0	0	0
		1 an	Norme – RAA	Moyenne	52	2	4	0,0	4 (3,85 + 0,05)	0,0	4 (3,85 + 0,05)	0,0018	0,0035	9,16E-4
Particules moins de 10µm	PM ₁₀	24 heures	Critère	1er Maximum	-	-	-	4,1	-	4,1	-	0	-	-
		1 an	Critère	Moyenne	-	-	-	0,4	-	0,4	-	0,0011	-	-
Particules fines (PM _{2,5})	PM _{2,5}	24 heures	Norme – NCQAA	Moyenne triennale du 98e centile	28	15	54	1,5	59 (53,57 + 5,40)	1,5	59 (53,57 + 5,41)	0,0034	0,0121	2,27E-4
		1 an	Norme – NCQAA	Moyenne triennale	10	4,5	45	0,3	48 (45,00 + 3,15)	0,3	48 (45,00 + 3,15)	0,0010	0,0097	2,16E-4
Soufre, dioxyde de	SO ₂	1 heure	Norme – NCQAA	Moyenne triennale du 99e centile	183,4	21	11	0,6	12 (11,45 + 0,31)	0,6	12 (11,45 + 0,31)	0	0	0
		1 an	Norme – NCQAA	Moyenne	13,1	2	15	0,0	15 (15,27 + 0,19)	0,0	15 (15,27 + 0,21)	0,0018	0,0140	9,16E-4
Azote, dioxyde d'	NO ₂	1 heure	Critère – OMS	98e centile du maximum journalier	188	50	27	9,5	32 (26,60 + 5,08)	9,5	32 (26,60 + 5,08)	0	0	0
		1 an	Critère – OMS	Moyenne	40	10	25	0,3	26 (25,00 + 0,68)	0,3	26 (25,00 + 0,71)	0,0135	0,0336	1,35E-3

¹¹ Le pourcentage de la valeur limite est donné pour la concentration totale et est suivi, entre parenthèse, de la contribution de la concentration initiale et de la concentration modélisée du projet. Par exemple, pour les particules totales, le pourcentage de la valeur limite est de 39 %, ce qui correspond à la somme de la contribution de la concentration initiale (40 / 120 x 100 = 33,33 %) et de la concentration du projet (7,1 / 120 x 100 = 5,90 %).

5 CONSERVATISME ET LIMITATIONS

5.1 CONSERVATISME DE L'APPROCHE

La modélisation de la dispersion atmosphérique strictement réalisée selon les recommandations du MDDELCC a pour objectif d'évaluer les concentrations potentielles maximales dans l'air ambiant et de s'assurer que les normes et critères seront rencontrés en tout temps. En effet, selon le Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique du MDDELCC, les résultats présentés doivent toujours correspondre aux maximums obtenus, pour chacune des périodes, à chacun des récepteurs identifiés. Il s'agit donc d'une approche très conservatrice puisqu'aucune valeur modélisée n'est retirée de l'analyse et qu'aucun traitement par centile n'est effectué.

De plus, pour évaluer les impacts d'un projet à l'aide de la modélisation, des scénarios conservateurs doivent être considérés. Par conséquent, des « scénarios pires cas » doivent être modélisés afin de bien représenter les maximums pouvant survenir pendant toute la durée de vie du projet, et ce, même si une fluctuation des opérations est planifiée.

Finalement, des concentrations initiales conservatrices sont ajoutées aux résultats de modélisation. Les valeurs utilisées sont des valeurs fixes et génériques pour les projets nordiques. Or, les concentrations initiales réelles varient dans le temps et sont normalement plus basses que les valeurs utilisées.

5.2 INCERTITUDES ET LIMITATIONS DU MODÈLE

5.2.1 FACTEURS D'ÉMISSIONS

Les taux d'émissions utilisés pour représenter les différentes sources fugitives sont estimés à l'aide d'équations empiriques visant à donner un ordre de grandeur des émissions plutôt qu'un chiffre précis. En effet, les principaux contributeurs en particules du projet sont des sources fugitives (routage) dont la caractérisation demeure un exercice difficile puisque leurs émissions varient, entre autres, en fonction des conditions météorologiques, de l'heure de la journée et de la variation des opérations.

L'estimation des taux d'émissions du routage est d'ailleurs basée sur des facteurs d'émissions provenant des équations l'AP-42, souvent déterminées à partir d'ensembles relativement petits de mesures et entachés de grandes incertitudes. Ces équations ont également été développées à l'aide de mesures effectuées dans des contextes et des climats variés. Par exemple, aucune de ces équations ne prend en compte les conditions hivernales et la couverture de neige, qui est pourtant une réalité importante au Québec.

5.2.2 DISPERSION DES MATIÈRES PARTICULAIRES

Il est reconnu depuis un bon nombre d'années que la modélisation des sources fugitives de particules surestime substantiellement les concentrations réelles dans l'atmosphère (Pace 2005, AISI 2015). Il s'avère également que les mesures prises afin de déterminer les facteurs d'émissions ont généralement été effectuées près des sources, typiquement entre 5 et 10 mètres, alors qu'en moyenne, environ 2/3 du nuage de poussière était à moins de 2 mètres du sol. Ainsi, puisque les nuages étaient turbulents et près du sol, d'importantes réductions sont susceptibles de survenir sur une distance de quelques dizaines ou centaines de mètres pour ce type d'émission.

Il s'avère en effet que la dispersion des matières particulaires est un procédé physique complexe et actuellement mal représenté par les modèles de dispersion. Il est maintenant reconnu que différents

phénomènes affectent la dispersion des particules : la déposition sèche (due à la force de gravité et la masse des particules), la déposition humide (due aux précipitations), la filtration des émissions par la couverture du sol (herbe, arbres, bâtiments, etc.) lorsque les émissions sont émises près du sol, ainsi que les forces électrostatiques, la thermophorèse et l'agglomération des particules qui peuvent accroître la déposition au sol.

Or, bien que les dépositions sèche et humide soient actuellement supportées par les modèles de dispersion, ces méthodes n'ont pas été considérées. De plus, la filtration des émissions par la couverture du sol n'est actuellement pas supportée par les modèles de dispersion. Ces phénomènes physiques contribuent à réduire de façon considérable les concentrations réelles de particules dans l'air, et particulièrement par vent faible, alors que la dispersion est faible. Lors de tests sur le terrain, il a en effet été démontré que l'effet de filtration peut être très variable, allant de très faible, de jour, dans un environnement dénudé jusqu'à un taux de 85 %, de nuit, alors que des structures étaient présentes entre la route et les équipements de mesures (Pace 2005). Par contre, dans la configuration actuelle du modèle, les matières particulaires modélisées se comportent comme un gaz inerte, ce qui est excessivement conservateur. À taux d'émissions constants, les maximums modélisés sont alors obtenus par condition stable et par vent faible, alors que la dispersion est moins favorable.

La présentation d'un scénario atténué par la végétation se veut une étude de sensibilité par rapport à ces phénomènes qui ne sont pas considérés dans la modélisation et qui ont un impact majeur sur les concentrations dans l'air ambiant. L'utilisation d'une atténuation à 80 % sur les émissions du routage cherche à montrer l'ordre de grandeur de l'effet de ces phénomènes plutôt que des valeurs de concentrations précises.

5.2.3 MÉTAUX ET SILICE CRISTALLINE

L'évaluation des concentrations de SMM est effectuée à partir des concentrations de particules modélisées dans l'atmosphère. Or, toute incertitude ou erreur sur les concentrations modélisées de particules ont une incidence directe sur les concentrations modélisées de SMM.

De plus, il est présumé que les teneurs en SMM dans les particules modélisées dans l'atmosphère sont égales aux teneurs mesurées pour les différentes lithologies des sources d'émissions. Or, cette hypothèse ajoute une erreur systématique supplémentaire aux résultats puisque les teneurs des particules transportées ne sont pas nécessairement identiques aux teneurs des différentes lithologies.

5.2.4 MODÈLE MÉTÉOROLOGIQUE ET MODÈLE DE DISPERSION

Les modèles de dispersion sont conçus pour représenter le plus fidèlement possible la réalité, tout en restant conservateurs. Or, ceux-ci sont des modèles mathématiques avec leurs limites, considérant un ensemble fini de paramètres. Ces modèles seront donc toujours entachés d'une certaine incertitude.

5.2.5 AUTRES

Parmi les autres sources d'erreur pouvant avoir un impact sur les résultats de modélisation, il faut noter :

- La topographie, qui possède une incertitude typiquement de l'ordre d'environ plus ou moins cinq mètres. L'élévation réelle des récepteurs est ainsi approximative.
- Les paramètres de dispersion initiale et de hauteur de relâche, qui sont des paramètres approximatifs visant à représenter grossièrement le comportement typique des émissions à la source.

5.3 DISCUSSION ET RÉSERVES

La modélisation de la dispersion atmosphérique est réalisée dans le but d'évaluer les projets. Or, il est important de réitérer au lecteur l'ampleur des différentes incertitudes et limitations connues du modèle dans la représentation de la dispersion des émissions d'un projet dont les sources fugitives de particules sont prédominantes. Dr Cowherd, contributeur important de l'AP-42 et de l'élaboration des facteurs d'émissions pour les sources fugitives, prônait d'ailleurs en 2012 le développement et le raffinement des méthodes de modélisation avant d'imposer l'utilisation de la modélisation pour l'application des standards de qualité de l'air aux États-Unis (Cowherd, 2012).

Il est en fait reconnu depuis un bon nombre d'années que la modélisation des sources fugitives de particules surestime substantiellement les concentrations réelles dans l'atmosphère (Pace 2005, AISI 2015). Les analyses suggèrent que ces surestimations peuvent aller jusqu'à un ordre de grandeur. Dans le milieu des années 90, le U.S. EPA Office of Air Quality Planning and Standards (OAQPS) a d'ailleurs commencé à utiliser systématiquement un facteur « divide by four » afin « d'ajuster » les estimations d'émissions de particules et d'obtenir de meilleurs accords entre les modélisations et les données d'échantillonnage.

Dans ce contexte, il est important de rappeler que les maximums modélisés et présentés à la section 4 de la présente étude surviennent par vent faible, alors que d'expérience, les événements de poussière liés à des sources fugitives se produisent plutôt par vent fort. L'évaluation des conditions météorologiques lors de dépassements modélisés est donc contradictoire et démontre bien l'incapacité actuelle du modèle à représenter fidèlement la réalité des sources fugitives.

De plus, il faut souligner que les périodes de vents faibles sont plus fréquentes que celles de vents forts. Les occurrences de dépassements et les moyennes annuelles modélisées sont par conséquent surestimées.

6 CONCLUSION

L'Administration portuaire du Saguenay désire étendre ses activités par le projet d'un nouveau terminal maritime localisé à Sainte-Rose-du-Nord, dans la MRC du Fjord-du-Saguenay, afin de desservir la rive nord de la rivière Saguenay. Les installations du terminal maritime projeté comprendront les principaux éléments suivants, soit : un quai, un chargeur de navires, des silos et systèmes de manutention de concentré, ainsi qu'un chemin d'accès au quai pour les besoins d'opération et de maintenance. La compagnie minière Ariane Phosphate a signifié son intention d'utiliser ce quai en rive nord de la rivière Saguenay afin d'acheminer le concentré d'apatite produit vers les marchés extérieurs. Port de Saguenay prendra en charge toute la manutention, depuis le déchargement des camions vers des silos d'entreposage jusqu'au chargement des navires.

Dans ce contexte, WSP a reçu le mandat de réaliser la modélisation de la dispersion atmosphérique qui s'inscrit en tant qu'étude complémentaire à l'étude d'impact sur l'environnement (ÉIE) et a pour objectif d'évaluer l'impact des émissions provenant de la période de construction et des opérations des futures installations et opérations du futur terminal maritime du Port de Saguenay sur la qualité de l'atmosphère, et ce, sur la base des Normes canadiennes de qualité de l'air ambiant (NCQAA) et du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA). La démarche de modélisation préconisée dans la présente étude s'appuie sur la méthodologie proposée dans le Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique (MDDEP, 2005) du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDEELCC). Les discussions tenues entre les divers représentants de WSP et Port de Saguenay ont également servi à déterminer les intrants requis à la modélisation et à la rédaction du rapport.

La présente modélisation prend en considération les principales sources d'émissions lors de la construction et lors de l'exploitation. Cette dernière présente donc des résultats caractérisant l'ensemble des composantes du projet. Deux scénarios ont été modélisés, soit le scénario de construction et le scénario d'exploitation. Le premier étant basé sur la période de construction la plus susceptible d'affecter la qualité de l'air et le second est basé sur le traitement de 3 000 000 tonnes de concentré acheminé par camions au terminal maritime projeté.

La modélisation a été effectuée à l'aide du logiciel CALPUFF (v7.2.1) sur cinq années de données météorologiques. Des données pronostiques ont été utilisées en guise de données météorologiques de surface et de données aérologiques. Ces données pronostiques sont des données modélisées extraites de réanalyses météorologiques ERA-INTERIM produites par l'ECMWF (European Centre For Medium-Range Weather Forecasts). Ces données sont utilisées comme état initial et conditions aux frontières pour alimenter le modèle WRF (Weather Research and Forecast v3.6). Concernant le traitement des résultats, l'approche est très conservatrice puisqu'aucune valeur modélisée n'est retirée de l'analyse des normes. Il faut de plus retenir que les modélisations présentées ne prennent pas en compte la déposition. Or, la déposition contribue à réduire considérablement les concentrations de particules totales dans l'air ambiant, particulièrement par vent calme, alors que la dispersion est faible.

Les substances retenues pour les modélisations sont les matières particulaires en suspension, soit les particules totales (PMT), les particules de diamètre inférieur à 10 μm (PM_{10}) et les particules fines ($\text{PM}_{2,5}$). Les principaux composés gazeux émis, tels que le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde d'azote (NO_2) et le dioxyde de soufre (SO_2), ont également été modélisés. La silice cristalline ainsi que les métaux et métalloïdes pour lesquels une norme ou un critère de qualité de l'atmosphère a été établi par le MDEELCC ont finalement été estimés en fonction des concentrations de particules modélisées.

Pour le scénario de construction, des dépassements de la norme de particules totales du RAA sont modélisés dans le domaine d'application des normes et critères. Pour les normes du NCQAA, toutes sont

respectées. Enfin, le critère 1 heure de l'OMS sur le dioxyde d'azote est dépassé. Cependant, les dépassements modélisés sont plutôt faibles et n'atteignent pas les premiers récepteurs sensibles. De plus, ces dépassements, dont l'étendue est faible, sont localisés à moins de 175 m de la limite d'application des normes et critères.

Pour le scénario d'exploitation, des dépassements de normes du RAA sont modélisés dans le domaine d'application des normes et critères pour les particules totales, les particules fines et le nickel. Pour les normes du NCQAA, seule la norme de particules fines pour la période de 24 heures est dépassée. Cependant, ces dépassements modélisés sont plutôt faibles et n'atteignent pas les premiers récepteurs sensibles. À l'analyse des résultats, l'utilisation d'hypothèses conservatrices telles que l'absence de déposition pour les particules et des ratios unitaires de particules totales et fines pour certains équipements implique des dépassements des normes RAA et NCQAA pour les composés mentionnés ci-dessus. De plus, les dépassements modélisés, dont l'étendue est relativement faible, sont en majorité localisés en bordure du chemin d'accès, celui-ci étant situé à moins de 100 m de la limite d'application des normes et critères. Les dépassements sont donc limités à l'environnement immédiat du site.

Enfin, à titre comparatif, il a été montré qu'avec une atténuation du routage par la végétation, la norme de particules totales est rencontrée en tout temps et seulement quelques dépassements de particules fines sur 24 heures subsistent. Ces dépassements sont limités à moins de 500 m du site et couvrent environ 0,04 km² (4 ha). De plus, les fréquences de dépassement modélisé sont d'au plus 5 jours par année. Considérant qu'un ratio de PM_{2,5}/PMT de 100 % a été utilisé et qu'une méthode conservatrice de modélisation a été utilisée, il est donc peu probable que des dépassements de normes surviennent au-delà de l'environnement immédiat du site.

Finalement, un scénario d'exploitation qui considère le déplacement du navire lors des manœuvres d'accostage et d'appareillage a également été modélisé. Il a été démontré que l'ajout de ces opérations n'apporte aucun changement significatif sur les résultats du scénario d'exploitation. Ces opérations sont donc négligeables du point de vue de la modélisation.

7 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARIANNE PHOSPHATE INC. Réponses aux questions et commentaires du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques – 2^e série, juillet 2014, 129 pages et annexes.
- ATTALLA *ET AL.* NO_x Emissions From Blasting Operations in Open-Cut Coal Mining, *Atmospheric Environment* 42 (2008) 7874–7883.
- AUSTRALIAN GOVERNMENT, DEPARTMENT OF SUSTAINABILITY, ENVIRONMENT, WATER, POPULATION AND COMMUNITIES. January 2012a. National Pollutant Inventory (NPI). Emission estimation technique manual for mining. Version 3.1.
- AUSTRALIAN GOVERNMENT, DEPARTMENT OF SUSTAINABILITY, ENVIRONMENT, WATER, POPULATION AND COMMUNITIES. January 2012b. National Pollutant Inventory (NPI). Emission Estimation Technique Manual for Explosives Detonation and Firing Ranges. Version 3.0.
- CALIFORNIA AIR RESOURCES BOARD (CARB). October 2010. *Evaluating Emission Benefits of a Hybrid Tug Boat*.
- BARCLAY, J., SCIRE, J. ATMOSPHERIC STUDIES GROUP TRC ENVIRONNEMENTAL CORPORATION. March 2011. Generic Guidance and Optimum Model Settings for the CALPUFF Modeling System for Inclusion into the 'Approved Methods for the Modeling and Assessments of Air Pollutants in NSW, Australia'.
- BRITISH COLUMBIA MINISTRY OF ENVIRONMENT. 2015. British Columbia air quality dispersion modelling guideline. Environmental Protection Division, Environmental Quality Branch, Air Protection Section, Victoria, B.C. 111 pages.
- BRODE, R. ET ROBINSON, R. 2007. AERMOD Implementation Workgroup. EPA Regional/State/Local Modelers Workshop.
- CHAMBER OF SHIPPING (COS). January 2007. *2005-2006 BC Ocean Going Vessel Emissions Inventory*.
- COUNTESS, R. 2007. Reconciling Fugitive Dust Emission Inventories with Ambient Measurements, Emission Inventory Conference.
- COWHERD, C.; MULESKI, G. E.; KINSEY, J. S. September 1988. *Control of open fugitive dust sources*.
- COWHERD, C. March 13, 2012. Modeling Concerns for Fugitive Sources in the Iron, Steel and Mining Industries. Modeling Conference in Research Triangle Park, NC.
- GOUVERNEMENT DU CANADA, ENVIRONNEMENT CANADA. 2013. Règlement sur le soufre dans le carburant diesel.
- GOUVERNEMENT DU CANADA, ENVIRONNEMENT CANADA. 2015. *MANOBS (Manuel d'observations météorologiques de surface) Septième édition*, 978-0-660-23073-3, 477 pages.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2015. Loi sur la qualité de l'environnement, Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère. c. Q-2, r. 4.1.
- HANNA, S. R. ET CHOWDHURY, B. 2014. Minimum turbulence assumptions and u* and L estimation for dispersion models during low-wind stable conditions. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 64(3):309–321.
- INVENTAIRE NATIONAL DES REJETS DE POLLUANTS (INRP). Guide pour les carrières et sablières (http://www.ec.gc.ca/inrp-npri/default.asp?lang=Fr&n=A9C1EE34-1#s8_9). Consulté en 2016.

- INVENTAIRE NATIONAL DES REJETS DE POLLUANTS (INRP). (<http://www.ec.gc.ca/inrp-npri/>).
- MAN DIESEL AND TURBO (MAN). 2014. *Propulsion Trends in Bulk Carriers – Two-stroke Engines*.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP). 2005. Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique. 32 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, ENVIRONNEMENT ET LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. 2015a. Guide d'instructions - Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques - Projets miniers. Janvier 2015. 95 pages.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, ENVIRONNEMENT ET LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. 2015b. Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère; Version 4. 16 pages.
- NEWFOUNDLAND AND LABRADOR, DEPARTMENT OF ENVIRONMENT AND CONSERVATION (NL DOEC). September 18, 2012. *Guideline for Plume Dispersion Modelling*. 2nd Revision, Saint John's, NL. 38 pages.
- ONTARIO MINISTRY OF THE ENVIRONMENT. 2009. Air dispersion modelling guideline for Ontario. PIBs # 5165e02. 154 pages.
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (OMS). 2005. *Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air: particules, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre – Mise à jour mondiale 2005 – Synthèse de l'évaluation des risques*.
- PACE, THOMPSON G. Methodology to Estimate the Transportable Fraction (TF) of Fugitive Dust Emissions for Regional and Urban Scale Air Quality Analyses US EPA (8/3/2005 Revision).
- SENES CONSULTANTS (SENES). December 2014. *Roberts Bank Terminal 2 – Technical Report – Air Quality Study*.
- SNC-LAVALIN ENVIRONMENT (SNC). March 2012. *2010 National Marine Emissions Inventory for Canada*.
- SCIRE, J., F. R. ROBE, M. E. FERNAU, R. J. YAMARTINO. 2000a. A User's Guide for the CALMET Meteorological Model, Version 5, Earth Tech Inc.
- SCIRE, J.; STRIMAITIS, D. G.; YAMARTINO, R.J. 2000b. A User's Guide for the CALPUFF Dispersion Model. Version 5, Earth Tech Inc.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). 1995. *Compilation of Air Pollutant Emission Factors: AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources*.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). Avril 2004. Median life, annual activity, and load factor values for nonroad engine emissions modeling.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). 2005. *Guideline on Air Quality Models*, 40 CFR Part 51, Appendix W.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). 2008. *Technical Issues Related to CALPUFF Near-field Applications*.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). Avril 2009. *Emission Factors for Locomotives*. Office of Transportation and Air Quality.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 2009. *AERMOD Implementation Guide*.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). July 2010. *Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling - Compression-Ignition*.

- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). 2013. Aersurface User's Guide, EPA-454/B-08-001, 2008, Revised 01/16/2013. Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). 2015. *11th Modeling Conference*, Updates to EPA's AERMOD Modeling System. <http://www3.epa.gov/ttn/scram/11thmodconf.htm>.
- WATSON, JOHN G., Reconciling Urban Fugitive Dust Emissions Inventory and Ambient Source contribution Estimates: Summary of Current Knowledge and Needed Research. Desert Research Institute. May 2000
- WESTERN REGIONAL AIR PARTNERSHIP (WRAP). 2006. Fugitive Dust Handbook.
- WSP / GCNN. 2016. *Terminal maritime en rive nord du Saguenay. Étude d'impact environnemental*. Rapport produit pour l'Administration portuaire du Saguenay.

Annexe A

DESCRIPTION DES SOURCES D'ÉMISSIONS

Tableau A 1 : Description sommaire des camions de transport considérés dans la modélisation – Scénario de construction

Véhicule	Hauteur (m)	Largeur (m)	Poids du véhicule (tm)	Charge utile (tm)
Cat 772G	4,16	3,93	35,5	50

Tableau A 2 : Caractéristiques des trajets considérés pour l'évaluation des émissions liées aux activités de routage – Scénario de construction

Trajet	Type de camion	Quantité de matière déplacée par jour (tm/jour)	Nombre d'heures d'exploitation par jour (h/j)	Poids moyen sur le trajet (tm)	Nombre de transport par jour (aller + retour)
Du quai vers le concasseur	Cat 772G	7 200	9	60,5	288
Du concasseur vers la construction du chemin	Cat 772G	7 200	9	60,5	288

Tableau A 3 : Caractéristiques et taux d'émissions des segments considérés pour l'évaluation des activités de routage – Scénario de construction

Segment ID	Largeur (m)	Longueur (m)	Recouvrement	Limon ^[1] (% ou g/m ²)	Nombre de déplacement par jour	Temps d'opération par jour (h)	Poids moyen (ton)	Hauteur moyenne (m)	Facteur d'émissions (lb/VMT)			VKT	Taux d'émissions (g/s)			Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Atténuation (%)
									PMT	PM ₁₀	PM _{2.5}		PMT	PM ₁₀	PM _{2.5}				
P3_P1	6,0	1130	Non pavée	4,5	576	9,0	66,7	4,2	9,958	2,505	0,251	650,67	5,64E+01	1,42E+01	1,42E+00	3,54	11,16	3,29	75
P2_P3	6,0	1375	Non pavée	4,5	288	9,0	66,7	4,2	9,958	2,505	0,251	396,07	3,43E+01	8,63E+00	8,63E-01	3,54	11,16	3,29	75

^[1] L'unité de la quantité de limon présent sur les routes est le pourcentage (%) pour les routes non pavées et les grammes par mètre carré (g/m²) pour les routes pavées.

Tableau A 4 : Caractéristiques et taux d'émissions des sources volumiques alternées de routage – Scénario de construction

Source ID	Description	Coord. Géo. (UTM 19 NAD83)		Élévation (m)	Taux d'émissions (g/s)			Source ID	Description	Coord. Géo. (UTM 19 NAD83)		Élévation (m)	Taux d'émissions (g/s)		
		X (m)	Y (m)		PMT	PM ₁₀	PM _{2,5}			X (m)	Y (m)		PMT	PM ₁₀	PM _{2,5}
r001	P3_P1_01	372938	5362180	116,6	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r034	P3_P1_34	373129	5362774	176,8	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03
r002	P3_P1_02	372961	5362186	119,9	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r035	P3_P1_35	373148	5362789	177,5	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03
r003	P3_P1_03	372985	5362191	122,6	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r036	P3_P1_36	373167	5362804	178,2	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03
r004	P3_P1_04	373008	5362194	124,4	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r037	P3_P1_37	373182	5362822	177,2	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03
r005	P3_P1_05	373032	5362200	125,9	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r038	P3_P1_38	373197	5362841	176,0	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03
r006	P3_P1_06	373054	5362209	127,6	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r039	P3_P1_39	373212	5362860	174,8	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03
r007	P3_P1_07	373074	5362221	129,4	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r040	P3_P1_40	373226	5362879	174,1	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03
r008	P3_P1_08	373093	5362236	131,8	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r041	P3_P1_41	373239	5362900	174,1	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03
r009	P3_P1_09	373106	5362255	135,3	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r042	P3_P1_42	373252	5362920	174,2	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03
r010	P3_P1_10	373118	5362275	138,7	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r043	P3_P1_43	373265	5362940	174,3	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03
r011	P3_P1_11	373122	5362297	142,0	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r044	P3_P1_44	373275	5362961	175,6	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03
r012	P3_P1_12	373121	5362319	145,2	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r045	P3_P1_45	373284	5362983	177,2	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03
r013	P3_P1_13	373112	5362341	148,7	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r046	P3_P1_46	373293	5363006	179,0	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03
r014	P3_P1_14	373103	5362363	152,0	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r047	P3_P1_47	373301	5363028	181,2	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03
r015	P3_P1_15	373094	5362385	155,5	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r048	P2_P3_01	372503	5362342	24,9	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r016	P3_P1_16	373085	5362406	159,0	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r049	P2_P3_02	372511	5362319	26,1	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r017	P3_P1_17	373075	5362428	162,5	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r050	P2_P3_03	372519	5362297	27,3	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r018	P3_P1_18	373064	5362450	166,0	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r051	P2_P3_04	372527	5362274	28,5	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r019	P3_P1_19	373054	5362471	169,5	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r052	P2_P3_05	372534	5362251	29,6	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r020	P3_P1_20	373044	5362493	173,0	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r053	P2_P3_06	372544	5362229	30,5	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r021	P3_P1_21	373033	5362514	175,0	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r054	P2_P3_07	372556	5362209	30,7	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r022	P3_P1_22	373030	5362538	174,7	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r055	P2_P3_08	372569	5362188	30,9	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r023	P3_P1_23	373027	5362562	174,3	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r056	P2_P3_09	372582	5362168	31,1	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r024	P3_P1_24	373024	5362586	174,0	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r057	P2_P3_10	372594	5362148	31,3	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r025	P3_P1_25	373022	5362610	173,6	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r058	P2_P3_11	372607	5362127	31,5	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r026	P3_P1_26	373019	5362634	173,3	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r059	P2_P3_12	372620	5362107	31,8	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r027	P3_P1_27	373016	5362657	172,9	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r060	P2_P3_13	372632	5362087	32,0	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r028	P3_P1_28	373023	5362680	173,1	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r061	P2_P3_14	372645	5362066	32,2	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r029	P3_P1_29	373035	5362700	173,5	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r062	P2_P3_15	372658	5362046	32,4	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r030	P3_P1_30	373054	5362715	174,2	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r063	P2_P3_16	372670	5362025	32,6	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r031	P3_P1_31	373073	5362730	174,8	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r064	P2_P3_17	372683	5362005	32,8	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r032	P3_P1_32	373091	5362745	175,5	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r065	P2_P3_18	372696	5361985	33,2	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r033	P3_P1_33	373110	5362759	176,2	2,999E-01	7,545E-02	7,545E-03	r066	P2_P3_19	372712	5361967	35,5	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03

Tableau A 4 : Caractéristiques et taux d'émissions des sources volumiques alternées de routage – Scénario de construction (suite)

Source ID	Description	Coord. Géo. (UTM 19 NAD83)		Élévation (m)	Taux d'émissions (g/s)			Source ID	Description	Coord. Géo. (UTM 19 NAD83)		Élévation (m)	Taux d'émissions (g/s)		
		X (m)	Y (m)		PMT	PM ₁₀	PM _{2,5}			X (m)	Y (m)		PMT	PM ₁₀	PM _{2,5}
r067	P2_P3_20	372728	5361949	37,7	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03	r086	P2_P3_39	373024	5361783	73,5	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r068	P2_P3_21	372744	5361931	38,5	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03	r087	P2_P3_40	373018	5361806	77,0	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r069	P2_P3_22	372760	5361913	39,0	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03	r088	P2_P3_41	373010	5361828	80,5	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r070	P2_P3_23	372776	5361895	39,6	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03	r089	P2_P3_42	373000	5361849	84,0	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r071	P2_P3_24	372792	5361877	40,2	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03	r090	P2_P3_43	372990	5361871	87,5	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r072	P2_P3_25	372807	5361859	40,8	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03	r091	P2_P3_44	372982	5361894	91,0	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r073	P2_P3_26	372823	5361842	41,4	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03	r092	P2_P3_45	372977	5361917	90,5	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r074	P2_P3_27	372839	5361823	43,3	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03	r093	P2_P3_46	372971	5361940	87,9	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r075	P2_P3_28	372854	5361805	45,3	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03	r094	P2_P3_47	372965	5361963	84,6	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r076	P2_P3_29	372870	5361787	47,3	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03	r095	P2_P3_48	372956	5361985	83,5	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r077	P2_P3_30	372885	5361768	49,2	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03	r096	P2_P3_49	372945	5362007	83,9	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r078	P2_P3_31	372899	5361749	50,9	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03	r097	P2_P3_50	372934	5362028	84,8	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r079	P2_P3_32	372914	5361731	52,6	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03	r098	P2_P3_51	372922	5362048	88,4	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r080	P2_P3_33	372935	5361718	54,2	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03	r099	P2_P3_52	372910	5362069	91,9	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r081	P2_P3_34	372956	5361710	56,7	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03	r100	P2_P3_53	372899	5362090	95,3	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r082	P2_P3_35	372980	5361711	60,0	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03	r101	P2_P3_54	372888	5362111	98,7	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r083	P2_P3_36	373000	5361720	63,2	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03	r102	P2_P3_55	372886	5362134	103,5	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r084	P2_P3_37	373015	5361737	66,5	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03	r103	P2_P3_56	372894	5362156	109,1	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03
r085	P2_P3_38	373024	5361759	70,0	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03	r104	P2_P3_57	372912	5362171	112,8	1,505E-01	3,787E-02	3,787E-03

Tableau A 5 : Caractéristiques et taux d'émissions des sources volumiques liées aux opérations – Scénario de construction

Source ID	Description	Quantité manipulée (tm/jour)	Coord. Géo. (UTM 19 NAD83)		Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Atténuation (%)	Taux d'émissions ⁽¹⁾ (g/s)		
			X (m)	Y (m)						PMT	PM ₁₀	PM _{2,5}
LOADL1	Chargement à l'aire du quai	7200	372508	5362365	31,8	2,7	0,31	0,41	0	1,34E-01	6,33E-02	9,59E-03
DUMP1	Déchargement à la zone du concasseur	7200	373319	5363022	187,8	0,5	0,85	3,84	0	1,34E-01	6,33E-02	9,59E-03
LOADL2	Chargement à la zone du concasseur	7200	373312	5363061	185,0	2,7	0,31	0,41	0	1,34E-01	6,33E-02	9,59E-03
DUMP2	Déchargement à la zone de construction du chemin final	7200	372923	5362156	110,8	0,5	0,85	3,84	0	1,34E-01	6,33E-02	9,59E-03
DOZ1	Boulevard à l'aire de construction du chemin final	-	372910	5362139	106,2	1,0	0,63	0,93	50	2,71E-01	4,70E-02	2,84E-02
CRUSH1	Concasseur à mâchoire	7200	373326	5363029	190,3	2,2	1,87	2,04	0	1,33E-01	6,00E-02	1,11E-02
CRUSH2	Concasseur conique	7200	373332	5363045	192,1	1,7	1,65	1,58	0	1,33E-01	6,00E-02	1,11E-02
CRUSH3	Tamis	7200	373336	5363058	193,5	1,6	1,90	1,48	0	2,44E-01	8,22E-02	5,56E-03
CONV_SE1	Chute du concasseur mobile	7200	373338	5363067	194,0	3,1	0,21	0,51	0	1,34E-01	6,33E-02	9,59E-03

⁽¹⁾ Les taux d'émissions des sources utilisés dans la modélisation sont calculés à l'aide des vitesses de vents de chacune des heures modélisées. Les valeurs présentées dans ce tableau sont des estimations basées sur la vitesse horaire moyenne du vent.

Tableau A 6 : Caractéristiques des sautages et des forages considérés dans la modélisation – Scénario de construction

Paramètres de forage/sautage	Unité	Variable	Valeur	Référence
Tonnage extrait par année	tonne/an	T	4 368 000	Description des opérations
Densité du matériel	tonne/m ³	Rrho	2,73	Description des opérations
Facteur de poudre	kg/m ³	PWV	0,75	Dyno nobel, Blasting and Explosives Quick Reference Guide 2010
Facteur de poudre	kg/tonne	PWD	0,27	PWV / Rrho
Densité de l'explosif	tonne/m ³	Erho	0,647	Description des opérations
Quantité d'explosif requis par année	tonne/an	EQy	1 200	t · PWD / 1000
Volume d'explosif requis par année	m ³ /an	EVy	1855	EQy / Erho
Diamètre du trou foré	m	D	0,102	Description des opérations
Hauteur de banc	m	BH	10	Description des opérations
<i>Stem Height</i>	m	SL	0	Description des opérations
Sous forage	m	SD	0	Description des opérations
Hauteur de forage	m	HL	10	BH + SD
Hauteur de la colonne d'explosif	m	C	10	HL - SL
Volume d'explosif par forage	m ³ /trou	EVh	0,081	Pi · (D/2) ² · C
Quantité d'explosif par forage	tonne/trou	EQh	0,052	EVh · Erho
Nombre de forages par sautage	trous/saut.	NHb	183	Description des opérations
Nombre de forages requis par année	trous/an	NHy	22 875	EVy / EVh
Nombre de sautages par année	saut/an	NBy	125	Description des opérations
Quantité d'explosif par sautage	tonne/saut.	EQb	9,6	EQh · NHb
Jours d'opération de la foreuse par année	jours/an	d	125	Description des opérations
Heures d'opération de la foreuse par jour	jours/jour	h	9	Description des opérations
Nombre de forages par jour	trous/jour	NHd	183	NHy / d
Nombre de forages par heure	trous/heure	-	20,3	NHd / h
Burden	M	B	2,5	Description des opérations
Spacing	M	S	2,8	Description des opérations
Surface de sautage par forage	m ² /trou	BAh	7	B · S
Surface de sautage totale	m ² /saut.	BA	1 281	BAh · NHb
Ratio d'ANFO de l'explosif	%	Ra	0%	Description des opérations
Ratio d'émulsion de l'explosif	%	Re	100%	Description des opérations

Tableau A 7 : Caractéristiques et taux d'émission des sources d'émissions de sautage et de forage considérées dans la modélisation – Scénario de construction

ID	Description	Coord. géo. (UTM 19 NAD83)		Élévation (m)	Hauteur (m)	Sigma Y	Sigma Z	Atténuation (%)	Taux d'émissions (g/s)					
		X (m)	Y (m)						PMT	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	NO _x	SO ₂
S1_51_1	Sautage à l'aie du quai	372481	5362483	31	10,0	8,32	9,30	0	2,80E+00	1,46E+00	8,41E-02	4,53E+01	5,33E-01	1,60E-01
drill1	Foreuse #1	372453	5362454	8	1,8	0,84	1,67	99	1,11E-02	1,00E-02	5,55E-03	-	-	-
drill2	Foreuse #2	372486	5362468	31	1,8	0,84	1,67	99	1,11E-02	1,00E-02	5,55E-03	-	-	-
drill3	Foreuse #3	372515	5362477	48	1,8	0,84	1,67	99	1,11E-02	1,00E-02	5,55E-03	-	-	-

Tableau A 8 : Caractéristiques et taux d'émissions des véhicules considérés dans la modélisation – Scénario de construction

Véhicule	Type	Puissance (hp)	Tier	Facteur de chargement ^[1]	Taux d'émissions par véhicule (g/s)				
					PM ₁₀ ^[2]	PM _{2.5}	CO	NO _x	SO ₂
Caterpillar 772G	Camions de transport	550	T4N	0,59	1,22E-03	1,18E-03	8,71E-03	2,51E-02	3,15E-04
Caterpillar 390F-L	Excavatrice	524	T4N	0,59	1,16E-03	1,13E-03	8,30E-03	2,39E-02	3,00E-04
Caterpillar 986H	Chargeuse sur roue	409	T3	0,59	1,83E-02	1,77E-02	9,95E-02	1,76E-01	3,30E-04
Caterpillar D8T	Buteur	310	T3	0,59	1,38E-02	1,34E-02	7,54E-02	1,33E-01	2,50E-04
Sandvik DX800	Foreuse	225	T3	0,43	4,54E-03	4,40E-03	2,31E-02	6,77E-02	1,31E-04
Caterpillar CS76B	Compacteur	173,7	T4i	0,59	3,86E-04	3,74E-04	2,85E-03	7,17E-02	9,94E-05
Kenworth T370	Camions de transport (camion d'arrosage)	350	T3	0,59	1,56E-02	1,52E-02	8,51E-02	1,50E-01	2,83E-04
Sandvik QJ340	Unité de concassage/crblage	350	T3	0,43	7,06E-03	6,85E-03	4,05E-02	1,05E-01	2,04E-04
Metso LT200HP	Unité de concassage/crblage	415	T3	0,43	8,38E-03	8,12E-03	4,81E-02	1,25E-01	2,42E-04
Metso ST4,8	Unité de concassage/crblage	142	T3	0,43	4,61E-03	4,48E-03	1,69E-02	4,27E-02	8,27E-05

^[1] Appendix A, Median life, annual activity and load factor values for nonroad engine emissions modeling, US-EPA, Report No. NR-005c, April 2004

^[2] Toutes les émissions de particules sont considérées plus petites que 10 µm, et donc PMT = PM₁₀.

Tableau A 9 : Disponibilité mécanique des équipements rejetant des gaz d'échappement – Scénario de construction

Source	Disponibilité mécanique (%)	Nombre de source(s) considéré(s) sur le site simultanément	Catégorie
Caterpillar 772G	100	8	Transport
Caterpillar 390F-L	100	3	Local
Caterpillar 986H	100	1	Local
Caterpillar D8T	100	1	Local
Sandvik DX800	100	3	Local
Caterpillar CS76B	100	1	Local
Kenworth T370	100	1	Support
Sandvik QJ340	100	1	Local
Metso LT200HP	100	1	Local
Metso ST4,8	100	1	Local

Tableau A 10 : Caractéristiques et taux d'émissions des sources volumiques associées aux gaz d'échappement du transport routage – Scénario de construction

ID	Description	Coord. Géo. (UTM19 NAD83)		Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Taux d'émissions (g/s)				
		X (m)	Y (m)					PM ₁₀ ¹	PM _{2,5}	CO	NO _x	SO ₂
r001x	P3_P1_01	372938	5362180	116,63	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r002x	P3_P1_02	372961	5362186	119,87	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r003x	P3_P1_03	372985	5362191	122,56	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r004x	P3_P1_04	373008	5362194	124,37	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r005x	P3_P1_05	373032	5362200	125,94	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r006x	P3_P1_06	373054	5362209	127,60	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r007x	P3_P1_07	373074	5362221	129,42	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r008x	P3_P1_08	373093	5362236	131,81	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r009x	P3_P1_09	373106	5362255	135,30	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r010x	P3_P1_10	373118	5362275	138,70	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r011x	P3_P1_11	373122	5362297	142,00	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r012x	P3_P1_12	373121	5362319	145,20	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r013x	P3_P1_13	373112	5362341	148,70	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r014x	P3_P1_14	373103	5362363	152,00	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r015x	P3_P1_15	373094	5362385	155,50	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r016x	P3_P1_16	373085	5362406	159,00	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r017x	P3_P1_17	373075	5362428	162,50	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r018x	P3_P1_18	373064	5362450	166,00	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r019x	P3_P1_19	373054	5362471	169,50	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r020x	P3_P1_20	373044	5362493	173,00	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r021x	P3_P1_21	373033	5362514	174,97	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r022x	P3_P1_22	373030	5362538	174,65	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r023x	P3_P1_23	373027	5362562	174,31	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r024x	P3_P1_24	373024	5362586	173,96	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r025x	P3_P1_25	373022	5362610	173,62	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r026x	P3_P1_26	373019	5362634	173,27	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r027x	P3_P1_27	373016	5362657	172,93	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r028x	P3_P1_28	373023	5362680	173,06	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r029x	P3_P1_29	373035	5362700	173,50	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r030x	P3_P1_30	373054	5362715	174,16	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r031x	P3_P1_31	373073	5362730	174,83	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r032x	P3_P1_32	373091	5362745	175,49	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r033x	P3_P1_33	373110	5362759	176,16	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r034x	P3_P1_34	373129	5362774	176,83	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r035x	P3_P1_35	373148	5362789	177,49	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r036x	P3_P1_36	373167	5362804	178,16	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r037x	P3_P1_37	373182	5362822	177,22	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r038x	P3_P1_38	373197	5362841	175,99	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r039x	P3_P1_39	373212	5362860	174,77	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r040x	P3_P1_40	373226	5362879	174,06	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05

¹ Toutes les particules émises sont supposées être plus petites que 10 microns donc PM₁₀ = PM₁₀.

Tableau A 10 : Caractéristiques et taux d'émissions des sources volumiques associées aux gaz d'échappement du transport routage – Scénario de construction (suite)

ID	Description	Coord. Géo. (UTM19 NAD83)		Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Taux d'émissions (g/s)				
		X (m)	Y (m)					PM ₁₀ ¹	PM _{2.5}	CO	NO _x	SO ₂
r041x	P3_P1_41	373239	5362900	174,13	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r042x	P3_P1_42	373252	5362920	174,19	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r043x	P3_P1_43	373265	5362940	174,26	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r044x	P3_P1_44	373275	5362961	175,56	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r045x	P3_P1_45	373284	5362983	177,18	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r046x	P3_P1_46	373293	5363006	178,97	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r047x	P3_P1_47	373301	5363028	181,21	2,81	11,163	3,292	3,15E-04	3,05E-04	1,92E-03	4,35E-03	3,47E-05
r048x	P2_P3_01	372503	5362342	24,93	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r049x	P2_P3_02	372511	5362319	26,11	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r050x	P2_P3_03	372519	5362297	27,28	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r051x	P2_P3_04	372527	5362274	28,45	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r052x	P2_P3_05	372534	5362251	29,63	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r053x	P2_P3_06	372544	5362229	30,49	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r054x	P2_P3_07	372556	5362209	30,70	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r055x	P2_P3_08	372569	5362188	30,91	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r056x	P2_P3_09	372582	5362168	31,12	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r057x	P2_P3_10	372594	5362148	31,33	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r058x	P2_P3_11	372607	5362127	31,55	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r059x	P2_P3_12	372620	5362107	31,76	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r060x	P2_P3_13	372632	5362087	31,97	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r061x	P2_P3_14	372645	5362066	32,18	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r062x	P2_P3_15	372658	5362046	32,39	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r063x	P2_P3_16	372670	5362025	32,61	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r064x	P2_P3_17	372683	5362005	32,82	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r065x	P2_P3_18	372696	5361985	33,24	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r066x	P2_P3_19	372712	5361967	35,49	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r067x	P2_P3_20	372728	5361949	37,73	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r068x	P2_P3_21	372744	5361931	38,45	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r069x	P2_P3_22	372760	5361913	39,05	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r070x	P2_P3_23	372776	5361895	39,64	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r071x	P2_P3_24	372792	5361877	40,24	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r072x	P2_P3_25	372807	5361859	40,84	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05

⁽¹⁾ Toutes les particules émises sont supposées être plus petites que 10 microns donc PM₁₀ = PM₁₀.

Tableau A 10 : Caractéristiques et taux d'émissions des sources volumiques associées aux gaz d'échappement du transport routage – Scénario de construction (suite)

ID	Description	Coord. Géo. (UTM19 NAD83)		Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Taux d'émissions (g/s)				
		X (m)	Y (m)					PM ₁₀ ¹	PM _{2,5}	CO	NO _x	SO ₂
r073x	P2_P3_26	372823	5361842	41,43	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r074x	P2_P3_27	372839	5361823	43,32	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r075x	P2_P3_28	372854	5361805	45,31	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r076x	P2_P3_29	372870	5361787	47,30	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r077x	P2_P3_30	372885	5361768	49,23	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r078x	P2_P3_31	372899	5361749	50,92	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r079x	P2_P3_32	372914	5361731	52,60	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r080x	P2_P3_33	372935	5361718	54,20	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r081x	P2_P3_34	372956	5361710	56,71	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r082x	P2_P3_35	372980	5361711	60,00	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r083x	P2_P3_36	373000	5361720	63,20	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r084x	P2_P3_37	373015	5361737	66,50	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r085x	P2_P3_38	373024	5361759	70,00	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r086x	P2_P3_39	373024	5361783	73,50	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r087x	P2_P3_40	373018	5361806	77,00	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r088x	P2_P3_41	373010	5361828	80,50	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r089x	P2_P3_42	373000	5361849	84,00	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r090x	P2_P3_43	372990	5361871	87,50	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r091x	P2_P3_44	372982	5361894	91,00	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r092x	P2_P3_45	372977	5361917	90,49	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r093x	P2_P3_46	372971	5361940	87,85	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r094x	P2_P3_47	372965	5361963	84,55	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r095x	P2_P3_48	372956	5361985	83,54	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r096x	P2_P3_49	372945	5362007	83,88	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r097x	P2_P3_50	372934	5362028	84,85	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r098x	P2_P3_51	372922	5362048	88,40	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r099x	P2_P3_52	372910	5362069	91,95	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r100x	P2_P3_53	372899	5362090	95,35	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r101x	P2_P3_54	372888	5362111	98,72	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r102x	P2_P3_55	372886	5362134	103,52	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r103x	P2_P3_56	372894	5362156	109,14	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05
r104x	P2_P3_57	372912	5362171	112,77	2,81	11,163	3,292	1,86E-04	1,80E-04	1,13E-03	2,57E-03	2,05E-05

¹⁾ Toutes les particules émises sont supposées être plus petites que 10 microns donc PM₁₀ = PM₁₀.

Tableau A 11 : Caractéristiques et taux d'émission des sources ponctuelles localisées considérées dans la modélisation – Scénario de construction

ID	Description	Coord. Géo. (UTM19 NAD83)		Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Température (K)	Vitesse (m/s)	Diamètre équivalent (m)	Taux d'émissions (g/s)				
		X (m)	Y (m)						PM ₁₀ ¹	PM _{2.5}	CO	NO _x	SO ₂
LOADL1e	Chargement à l'aire du quai	372508	5362365	31,8	3,82	773	50,0	0,19	2,33E-03	2,26E-03	1,66E-02	4,78E-02	6,00E-04
LOADL2e	Chargement à l'aire du concasseur	373312	5363061	185,0	3,94	756	15,7	0,28	1,83E-02	1,77E-02	9,95E-02	1,76E-01	3,30E-04
LOADL3e	Excavatrice pour la construction de la route	372933	5362167	113,5	3,82	773	50,0	0,13	1,16E-03	1,13E-03	8,30E-03	2,39E-02	3,00E-04
DOZ1e	Bouleur à l'aire de construction du chemin final	372910	5362139	106,2	3,45	679	45,9	0,15	1,38E-02	1,34E-02	7,54E-02	1,33E-01	2,50E-04
COMP1e	Compacteur à l'aire de construction du chemin final	372995	5362208	125,4	3,00	722	12,2	0,10	3,86E-04	3,74E-04	2,85E-03	7,17E-02	9,94E-05
CRUSH1e	Concasseur à mâchoire	373326	5363029	190,3	3,13	770	0,0	0,20	7,06E-03	6,85E-03	4,05E-02	1,05E-01	2,04E-04
CRUSH2e	Concasseur conique	373332	5363045	192,1	2,55	845	0,0	0,20	8,38E-03	8,12E-03	4,81E-02	1,25E-01	2,42E-04
CRUSH3e	Tamis	373336	5363058	193,5	2,39	743	0,0	0,20	4,61E-03	4,48E-03	1,69E-02	4,27E-02	8,27E-05
drill1e	Foreuse #1	372453	5362454	7,8	2,22	790	40,4	0,13	4,54E-03	4,40E-03	2,31E-02	6,77E-02	1,31E-04
drill2e	Foreuse #2	372486	5362468	31,2	2,22	790	40,4	0,13	4,54E-03	4,40E-03	2,31E-02	6,77E-02	1,31E-04
drill3e	Foreuse #3	372515	5362477	48,5	2,22	790	40,4	0,13	4,54E-03	4,40E-03	2,31E-02	6,77E-02	1,31E-04

¹⁾ Toutes les particules émises sont supposées être plus petites que 10 microns donc PMT = PM₁₀.

Tableau A 12 : Caractéristiques et taux d'émission des sources surfaciques liées à l'érosion éolienne considérées dans la modélisation – Scénario de construction

ID	Description	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Z	Surface considérée (m ²)	Taux d'émissions ¹ (g/s•m ²)		
						PMT	PM ₁₀	PM _{2.5}
PBRUT	Pile de matériaux bruts	193,9	3,00	1,395	640	6,846E-05	3,423E-05	1,369E-05
PCONC	Pile de matériaux granulaires	188,0	3,75	1,744	1 000	6,846E-05	3,423E-05	1,369E-05
MT1	Pile de mort-terrain #1	187,6	1,25	0,581	111	7,606E-05	3,803E-05	1,521E-05
MT2	Pile de mort-terrain #2	173,7	1,25	0,581	111	7,606E-05	3,803E-05	1,521E-05
MT3	Pile de mort-terrain #3	170,6	1,25	0,581	111	7,606E-05	3,803E-05	1,521E-05
MT4	Pile de mort-terrain #4	131,4	1,25	0,581	111	7,606E-05	3,803E-05	1,521E-05
MT5	Pile de mort-terrain #5	42,2	1,25	0,581	111	7,606E-05	3,803E-05	1,521E-05

¹⁾ Le taux d'émission est égal à zéro lorsque la vitesse du vent est inférieure à 5,36 m/s (19,3 km/h).

Tableau A 13 : Description sommaire des camions de transport considérés dans la modélisation – Scénario d'exploitation

Véhicule	Hauteur (m)	Largeur (m)	Poids du véhicule (t)	Charge utile (t)
Camion sur mesure	4,56	3,66	45	120

Ref : Cegertec -Ref Bankable Feasibility Study Report for the 3 Mtpy Apatite Concentrate Production of the Lac-à-Paul Project – Volume 5 : Infrastructures, Figure 5.16 page 87. Rev. 0, sept. 2014.

Tableau A 14 : Caractéristiques des trajets considérés pour l'évaluation des émissions liées aux activités de routage – Scénario d'exploitation

Trajet	Type de camion	Quantité de matière déplacée par année (ktm/an)	Nombre de jours d'exploitation par année (j/an)	Nombre d'heures d'exploitation par jour (h/j)	Poids moyen sur le trajet (t)	Nombre de transport par jour (aller + retour)
Guérite au déchargement 1	Camion sur mesure	1500,0	230,0	24	105,0	109
Guérite au déchargement 2	Camion sur mesure	1500,0	230,0	24	105,0	109

Tableau A 15 : Caractéristiques et taux d'émissions des segments considérés pour l'évaluation des activités de routage – Période de mai à novembre – Scénario d'exploitation

Segment ID	Largeur (m)	Longueur (m)	Recouvrement	Limon ⁽¹⁾ (% ou g/m ²)	Nombre de déplacement par jour	Temps d'opération par jour (h)	Poids moyen (t)	Hauteur moyenne (m)	Facteur d'émissions (lb/VMT)			VKT	Taux d'émissions (g/s)			Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Atténuation (%)
									PMT	PM ₁₀	PM _{2.5}		PMT	PM ₁₀	PM _{2.5}				
P1_P5	10,0	600	Pavée	0,6	218	24,0	115,7	4,6	0,880	0,176	0,043	130,89	3,76E-01	7,51E-02	1,84E-02	3,88	14,88	3,61	0
P5_P2	4,6	96	Pavée	0,6	109	24,0	115,7	4,6	0,880	0,176	0,043	10,48	3,01E-02	6,01E-03	1,48E-03	3,88	9,86	3,61	0
P2_P3	4,6	91	Pavée	0,6	55	24,0	115,7	4,6	0,880	0,176	0,043	4,96	1,42E-02	2,85E-03	6,99E-04	3,88	9,86	3,61	0
P2_P4	4,6	69	Pavée	0,6	55	24,0	115,7	4,6	0,880	0,176	0,043	3,77	1,08E-02	2,16E-03	5,31E-04	3,88	9,86	3,61	0
P3_P5	4,6	72	Pavée	0,6	55	24,0	115,7	4,6	0,880	0,176	0,043	3,91	1,12E-02	2,24E-03	5,50E-04	3,88	9,86	3,61	0
P4_P5	4,6	74	Pavée	0,6	55	24,0	115,7	4,6	0,880	0,176	0,043	4,05	1,16E-02	2,32E-03	5,70E-04	3,88	9,86	3,61	0

⁽¹⁾ L'unité de la quantité de limon présent sur les routes est le pourcentage (%) pour les routes non pavées et les grammes par mètre carré (g/m²) pour les routes pavées.

Tableau A 16 : Caractéristiques et taux d'émissions des segments considérés pour l'évaluation des activités de routage – Période de décembre à avril – Scénario d'exploitation

Segment ID	Largeur (m)	Longueur (m)	Recouvrement	Limon ⁽¹⁾ (% ou g/m ²)	Nombre de déplacement par jour	Temps d'opération par jour (h)	Poids moyen (t)	Hauteur moyenne (m)	Facteur d'émissions (lb/VMT)			VKT	Taux d'émissions (g/s)			Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Atténuation (%)
									PMT	PM ₁₀	PM _{2.5}		PMT	PM ₁₀	PM _{2.5}				
P1_P5	10,0	600	Pavée	2,4	218	24,0	115,7	4,6	3,106	0,621	0,152	130,89	1,33E+00	2,65E-01	6,51E-02	3,88	14,88	3,61	0
P5_P2	4,6	96	Pavée	2,4	109	24,0	115,7	4,6	3,106	0,621	0,152	10,48	1,06E-01	2,12E-02	5,21E-03	3,88	9,86	3,61	0
P2_P3	4,6	91	Pavée	2,4	55	24,0	115,7	4,6	3,106	0,621	0,152	4,96	5,03E-02	1,01E-02	2,47E-03	3,88	9,86	3,61	0
P2_P4	4,6	69	Pavée	2,4	55	24,0	115,7	4,6	3,106	0,621	0,152	3,77	3,82E-02	7,63E-03	1,87E-03	3,88	9,86	3,61	0
P3_P5	4,6	72	Pavée	2,4	55	24,0	115,7	4,6	3,106	0,621	0,152	3,91	3,96E-02	7,92E-03	1,94E-03	3,88	9,86	3,61	0
P4_P5	4,6	74	Pavée	2,4	55	24,0	115,7	4,6	3,106	0,621	0,152	4,05	4,10E-02	8,20E-03	2,01E-03	3,88	9,86	3,61	0

⁽¹⁾ L'unité de la quantité de limon présent sur les routes est le pourcentage (%) pour les routes non pavées et les grammes par mètre carré (g/m²) pour les routes pavées.

Tableau A 17 : Caractéristiques et taux d'émissions des sources volumiques alternées de routage – Période mai à novembre – Scénario d'exploitation

Source ID	Description	Coord. Géo. (UTM 19 NAD83)		Élévation (m)	Taux d'émissions (g/s)			Source ID	Description	Coord. Géo. (UTM 19 NAD83)		Élévation (m)	Taux d'émissions (g/s)		
		X (m)	Y (m)		PMT	PM ₁₀	PM _{2,5}			X (m)	Y (m)		PMT	PM ₁₀	PM _{2,5}
R001E	P1_P5_01 - été	373394	5363159	203,0	1,977E-02	3,954E-03	9,706E-04	R020E	P5_P2_1 - été	373167	5362628	188,4	6,013E-03	1,203E-03	2,952E-04
R002E	P1_P5_02 - été	373385	5363129	202,0	1,977E-02	3,954E-03	9,706E-04	R021E	P5_P2_2 - été	373147	5362622	186,6	6,013E-03	1,203E-03	2,952E-04
R003E	P1_P5_03 - été	373375	5363098	201,1	1,977E-02	3,954E-03	9,706E-04	R022E	P5_P2_3 - été	373126	5362618	184,5	6,013E-03	1,203E-03	2,952E-04
R004E	P1_P5_04 - été	373366	5363068	200,2	1,977E-02	3,954E-03	9,706E-04	R023E	P5_P2_4 - été	373106	5362613	182,6	6,013E-03	1,203E-03	2,952E-04
R005E	P1_P5_05 - été	373356	5363037	199,2	1,977E-02	3,954E-03	9,706E-04	R024E	P5_P2_5 - été	373088	5362603	180,6	6,013E-03	1,203E-03	2,952E-04
R006E	P1_P5_06 - été	373346	5363006	198,3	1,977E-02	3,954E-03	9,706E-04	R025E	P2_P3_1 - été	373077	5362587	177,8	3,561E-03	7,123E-04	1,748E-04
R007E	P1_P5_07 - été	373337	5362976	197,4	1,977E-02	3,954E-03	9,706E-04	R026E	P2_P3_2 - été	373082	5362567	179,9	3,561E-03	7,123E-04	1,748E-04
R008E	P1_P5_08 - été	373327	5362945	196,4	1,977E-02	3,954E-03	9,706E-04	R027E	P2_P3_3 - été	373100	5362558	181,9	3,561E-03	7,123E-04	1,748E-04
R009E	P1_P5_09 - été	373318	5362915	195,5	1,977E-02	3,954E-03	9,706E-04	R028E	P2_P3_4 - été	373118	5362565	183,9	3,561E-03	7,123E-04	1,748E-04
R010E	P1_P5_10 - été	373308	5362884	194,6	1,977E-02	3,954E-03	9,706E-04	R029E	P2_P4_1 - été	373080	5362586	178,4	3,603E-03	7,206E-04	1,769E-04
R011E	P1_P5_11 - été	373299	5362854	193,6	1,977E-02	3,954E-03	9,706E-04	R030E	P2_P4_2 - été	373091	5362569	180,4	3,603E-03	7,206E-04	1,769E-04
R012E	P1_P5_12 - été	373289	5362823	192,7	1,977E-02	3,954E-03	9,706E-04	R031E	P2_P4_3 - été	373111	5362570	182,3	3,603E-03	7,206E-04	1,769E-04
R013E	P1_P5_13 - été	373279	5362793	191,8	1,977E-02	3,954E-03	9,706E-04	R032E	P3_P5_1 - été	373133	5362589	188,3	3,736E-03	7,473E-04	1,834E-04
R014E	P1_P5_14 - été	373270	5362762	190,8	1,977E-02	3,954E-03	9,706E-04	R033E	P3_P5_2 - été	373145	5362606	188,6	3,736E-03	7,473E-04	1,834E-04
R015E	P1_P5_15 - été	373260	5362732	189,9	1,977E-02	3,954E-03	9,706E-04	R034E	P3_P5_3 - été	373162	5362620	188,5	3,736E-03	7,473E-04	1,834E-04
R016E	P1_P5_16 - été	373251	5362701	189,0	1,977E-02	3,954E-03	9,706E-04	R035E	P4_P5_1 - été	373122	5362584	186,8	2,904E-03	5,809E-04	1,426E-04
R017E	P1_P5_17 - été	373234	5362675	188,4	1,977E-02	3,954E-03	9,706E-04	R036E	P4_P5_2 - été	373134	5362601	188,2	2,904E-03	5,809E-04	1,426E-04
R018E	P1_P5_18 - été	373208	5362656	188,4	1,977E-02	3,954E-03	9,706E-04	R037E	P4_P5_3 - été	373151	5362615	188,4	2,904E-03	5,809E-04	1,426E-04
R019E	P1_P5_19 - été	373182	5362637	188,5	1,977E-02	3,954E-03	9,706E-04	R038E	P4_P5_4 - été	373168	5362627	188,5	2,904E-03	5,809E-04	1,426E-04

Tableau A 18 : Caractéristiques et taux d'émissions des sources volumiques alternées de routage – Période décembre à avril – Scénario d'exploitation

Source ID	Description	Coord. Géo. (UTM 19 NAD83)		Élévation (m)	Taux d'émissions (g/s)			Source ID	Description	Coord. Géo. (UTM 19 NAD83)		Élévation (m)	Taux d'émissions (g/s)		
		X (m)	Y (m)		PM _{tot}	PM ₁₀	PM _{2,5}			X (m)	Y (m)		PM _{tot}	PM ₁₀	PM _{2,5}
R001H	P1_P5_01 - hiver	373394	5363159	203,0	6,981E-02	1,396E-02	3,427E-03	R020H	P5_P2_1 - hiver	373167	5362628	188,4	2,123E-02	4,246E-03	1,042E-03
R002H	P1_P5_02 - hiver	373385	5363129	202,0	6,981E-02	1,396E-02	3,427E-03	R021H	P5_P2_2 - hiver	373147	5362622	186,6	2,123E-02	4,246E-03	1,042E-03
R003H	P1_P5_03 - hiver	373375	5363098	201,1	6,981E-02	1,396E-02	3,427E-03	R022H	P5_P2_3 - hiver	373126	5362618	184,5	2,123E-02	4,246E-03	1,042E-03
R004H	P1_P5_04 - hiver	373366	5363068	200,2	6,981E-02	1,396E-02	3,427E-03	R023H	P5_P2_4 - hiver	373106	5362613	182,6	2,123E-02	4,246E-03	1,042E-03
R005H	P1_P5_05 - hiver	373356	5363037	199,2	6,981E-02	1,396E-02	3,427E-03	R024H	P5_P2_5 - hiver	373088	5362603	180,6	2,123E-02	4,246E-03	1,042E-03
R006H	P1_P5_06 - hiver	373346	5363006	198,3	6,981E-02	1,396E-02	3,427E-03	R025H	P2_P3_1 - hiver	373077	5362587	177,8	1,257E-02	2,515E-03	6,173E-04
R007H	P1_P5_07 - hiver	373337	5362976	197,4	6,981E-02	1,396E-02	3,427E-03	R026H	P2_P3_2 - hiver	373082	5362567	179,9	1,257E-02	2,515E-03	6,173E-04
R008H	P1_P5_08 - hiver	373327	5362945	196,4	6,981E-02	1,396E-02	3,427E-03	R027H	P2_P3_3 - hiver	373100	5362558	181,9	1,257E-02	2,515E-03	6,173E-04
R009H	P1_P5_09 - hiver	373318	5362915	195,5	6,981E-02	1,396E-02	3,427E-03	R028H	P2_P3_4 - hiver	373118	5362565	183,9	1,257E-02	2,515E-03	6,173E-04
R010H	P1_P5_10 - hiver	373308	5362884	194,6	6,981E-02	1,396E-02	3,427E-03	R029H	P2_P4_1 - hiver	373080	5362586	178,4	1,272E-02	2,544E-03	6,245E-04
R011H	P1_P5_11 - hiver	373299	5362854	193,6	6,981E-02	1,396E-02	3,427E-03	R030H	P2_P4_2 - hiver	373091	5362569	180,4	1,272E-02	2,544E-03	6,245E-04
R012H	P1_P5_12 - hiver	373289	5362823	192,7	6,981E-02	1,396E-02	3,427E-03	R031H	P2_P4_3 - hiver	373111	5362570	182,3	1,272E-02	2,544E-03	6,245E-04
R013H	P1_P5_13 - hiver	373279	5362793	191,8	6,981E-02	1,396E-02	3,427E-03	R032H	P3_P5_1 - hiver	373133	5362589	188,3	1,319E-02	2,639E-03	6,476E-04
R014H	P1_P5_14 - hiver	373270	5362762	190,8	6,981E-02	1,396E-02	3,427E-03	R033H	P3_P5_2 - hiver	373145	5362606	188,6	1,319E-02	2,639E-03	6,476E-04
R015H	P1_P5_15 - hiver	373260	5362732	189,9	6,981E-02	1,396E-02	3,427E-03	R034H	P3_P5_3 - hiver	373162	5362620	188,5	1,319E-02	2,639E-03	6,476E-04
R016H	P1_P5_16 - hiver	373251	5362701	189,0	6,981E-02	1,396E-02	3,427E-03	R035H	P4_P5_1 - hiver	373122	5362584	186,8	1,025E-02	2,051E-03	5,034E-04
R017H	P1_P5_17 - hiver	373234	5362675	188,4	6,981E-02	1,396E-02	3,427E-03	R036H	P4_P5_2 - hiver	373134	5362601	188,2	1,025E-02	2,051E-03	5,034E-04
R018H	P1_P5_18 - hiver	373208	5362656	188,4	6,981E-02	1,396E-02	3,427E-03	R037H	P4_P5_3 - hiver	373151	5362615	188,4	1,025E-02	2,051E-03	5,034E-04
R019H	P1_P5_19 - hiver	373182	5362637	188,5	6,981E-02	1,396E-02	3,427E-03	R038H	P4_P5_4 - hiver	373168	5362627	188,5	1,025E-02	2,051E-03	5,034E-04

Tableau A 19 : Caractéristiques des sources ponctuelles considérées dans la modélisation – Scénario d'exploitation

ID	Description	Coord. géo. (UTM 19 NAD83)		Élévation (m)	Hauteur (m)	Température (K)	Vitesse (m/s)	Diamètre (m)
		X (m)	Y (m)					
FBC_001	Dépoussiéreur - Déchargement des camions	373081	5362525	182,0	8,0	amb.	18,0	1,13
FBC_002	Dépoussiéreur - Silos d'entreposage 1	373026	5362490	158,6	8,4	amb.	18,0	1,00
FBC_003	Dépoussiéreur - Silos d'entreposage 2	373010	5362483	157,5	8,4	amb.	18,0	1,00
FBC_007	Dépoussiéreur - Convoyeur vers le quai	372566	5362254	30,3	13,3	amb.	18,0	0,93
TPDC	Dépoussiéreur - Quai	372439	5362329	5,6	19,6	amb.	18,0	0,46
DCF	Dépoussiéreur - Système de chargement des navires 1	372353	5362548	5,6	23,7	amb.	18,0	0,34
TRIP	Dépoussiéreur - Système de chargement des navires 2	372366	5362552	5,6	22,0	amb.	18,0	0,43

Tableau A 20 : Taux d'émissions des sources ponctuelles considérées dans la modélisation – Scénario d'exploitation

ID	Débit normalisé ¹ (Nm ³ /s)	Concentrations ²		Taux d'émissions (g/s)		
		mg/Nm ³	mg/Am ³	PMT	PM ₁₀	PM _{2,5}
FBC_001	19,81	-	10	Les taux d'émissions varient heure par heure. De plus, l'hypothèse suivante a été considérée : PMT = PM ₁₀ = PM _{2,5}		
FBC_002	15,46	-	10			
FBC_003	15,46	-	10			
FBC_007	13,38	-	10			
TPDC	3,27	10	-			
DCF	1,82	10	-			
TRIP	2,91	10	-			

¹ La température de normalisation est 25 C (298.15 K)

² Intrants fournis par Port de Saguenay d'après la garantie d'émissions du fournisseur des dépoussiéreurs.

Tableau A 21 : Exemple de la variation des taux d'émissions de quelques dépoussiéreurs considérés – Scénario d'exploitation

Source	Stat	Taux d'émissions (g/s)				
		2010	2011	2012	2013	2014
FBC_001	Minimum	1,63E-01	1,64E-01	1,63E-01	1,64E-01	1,62E-01
	Maximum	2,07E-01	2,09E-01	2,06E-01	2,10E-01	2,14E-01
FBC_002	Minimum	1,27E-01	1,28E-01	1,27E-01	1,28E-01	1,27E-01
	Maximum	1,62E-01	1,63E-01	1,61E-01	1,64E-01	1,67E-01
FBC_003	Minimum	1,27E-01	1,28E-01	1,27E-01	1,28E-01	1,27E-01
	Maximum	1,62E-01	1,63E-01	1,61E-01	1,64E-01	1,67E-01

Tableau A 22 : Calcul du taux d'émissions surfacique de l'ouverture de la cale du navire – Scénario d'exploitation

Description	Valeur	Unité	Référence
Capacité du convoyeur	2700,00	t/h	REEL ALESA; Ariane Phosphate – Air Quality – Export Terminal – Lot A; Technical document; Janvier 2016; section 4.1
Densité	1,50	t/m ³	REEL ALESA; Ariane Phosphate – Air Quality – Export Terminal – Lot A; Technical document; Janvier 2016; Section 2.3
Concentration des poussières	10,00	mg/m ³	REEL ALESA; Ariane Phosphate – Air Quality – Export Terminal – Lot A; Technical document; Janvier 2016; Section 8.2.3
Débit	1800	m ³ /h	-
Taux d'émissions	18000	mg/h	-
	0,005	g/s	-
Ouverture de la cale	230	m ²	Plan 17149-00-000-MC-00001_R2.dwg
Taux d'émissions surfacique	2,174E-05	g/s.m ²	-

Tableau A 23 : Caractéristiques et taux d'émissions de la source surfacique modélisée – Scénario d'exploitation

ID	Description	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Z (m)	Surface considérée (m ²)	Taux d'émissions (g/s.m ²)		
						PMT	PM ₁₀	PM _{2,5}
cale	Ouverture de la cale du navire	10,50	0,10	0,047	230	2,174E-05	2,174E-05	2,174E-05

Tableau A 24 : Caractéristiques et taux d'émissions des véhicules considérés dans la modélisation – Scénario d'exploitation

Véhicule	Type	Puissance (hp)	Tier	Facteur de chargement ^[1]	Taux d'émissions par véhicule (g/s)				
					PM ₁₀ ^[2]	PM _{2,5}	CO	NO _x	SO ₂
Western Star 6900XD	Camions de transport	500	T3	0,59	2,23E-02	2,16E-02	1,22E-01	2,15E-01	4,04E-04

^[1] Appendix A, Median life, annual activity and load factor values for nonroad engine emissions modeling, US-EPA, Report No. NR-005c, April 2004

^[2] Toutes les émissions de particules sont considérées plus petites que 10 µm, et donc PMT = PM₁₀.

Tableau A 25 : Disponibilité mécanique des équipements rejetant des gaz d'échappement – Scénario d'exploitation

Source	Disponibilité mécanique (%)	Nombre de source(s) considéré(s) sur le site simultanément	Catégorie
Western Star 6900XD	100	2	Transport

Tableau A 26 : Caractéristiques et taux d'émissions des sources volumiques associées aux gaz d'échappement du transport routage – Scénario d'exploitation

ID	Description	Coord. Géo. (UTM19 NAD83)		Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)	Taux d'émissions (g/s)				
		X (m)	Y (m)					PM ₁₀ ¹	PM _{2,5}	CO	NO _x	SO ₂
R001X	P1_P5_01	373394	5363159	202,97	3,02	14,884	3,606	1,30E-03	1,27E-03	7,11E-03	1,26E-02	2,36E-05
R002X	P1_P5_02	373385	5363129	202,04	3,02	14,884	3,606	1,30E-03	1,27E-03	7,11E-03	1,26E-02	2,36E-05
R003X	P1_P5_03	373375	5363098	201,10	3,02	14,884	3,606	1,30E-03	1,27E-03	7,11E-03	1,26E-02	2,36E-05
R004X	P1_P5_04	373366	5363068	200,17	3,02	14,884	3,606	1,30E-03	1,27E-03	7,11E-03	1,26E-02	2,36E-05
R005X	P1_P5_05	373356	5363037	199,24	3,02	14,884	3,606	1,30E-03	1,27E-03	7,11E-03	1,26E-02	2,36E-05
R006X	P1_P5_06	373346	5363006	198,31	3,02	14,884	3,606	1,30E-03	1,27E-03	7,11E-03	1,26E-02	2,36E-05
R007X	P1_P5_07	373337	5362976	197,37	3,02	14,884	3,606	1,30E-03	1,27E-03	7,11E-03	1,26E-02	2,36E-05
R008X	P1_P5_08	373327	5362945	196,44	3,02	14,884	3,606	1,30E-03	1,27E-03	7,11E-03	1,26E-02	2,36E-05
R009X	P1_P5_09	373318	5362915	195,51	3,02	14,884	3,606	1,30E-03	1,27E-03	7,11E-03	1,26E-02	2,36E-05
R010X	P1_P5_10	373308	5362884	194,58	3,02	14,884	3,606	1,30E-03	1,27E-03	7,11E-03	1,26E-02	2,36E-05
R011X	P1_P5_11	373299	5362854	193,65	3,02	14,884	3,606	1,30E-03	1,27E-03	7,11E-03	1,26E-02	2,36E-05
R012X	P1_P5_12	373289	5362823	192,71	3,02	14,884	3,606	1,30E-03	1,27E-03	7,11E-03	1,26E-02	2,36E-05
R013X	P1_P5_13	373279	5362793	191,78	3,02	14,884	3,606	1,30E-03	1,27E-03	7,11E-03	1,26E-02	2,36E-05
R014X	P1_P5_14	373270	5362762	190,85	3,02	14,884	3,606	1,30E-03	1,27E-03	7,11E-03	1,26E-02	2,36E-05
R015X	P1_P5_15	373260	5362732	189,92	3,02	14,884	3,606	1,30E-03	1,27E-03	7,11E-03	1,26E-02	2,36E-05
R016X	P1_P5_16	373251	5362701	188,98	3,02	14,884	3,606	1,30E-03	1,27E-03	7,11E-03	1,26E-02	2,36E-05
R017X	P1_P5_17	373234	5362675	188,39	3,02	14,884	3,606	1,30E-03	1,27E-03	7,11E-03	1,26E-02	2,36E-05
R018X	P1_P5_18	373208	5362656	188,45	3,02	14,884	3,606	1,30E-03	1,27E-03	7,11E-03	1,26E-02	2,36E-05
R019X	P1_P5_19	373182	5362637	188,51	3,02	14,884	3,606	1,30E-03	1,27E-03	7,11E-03	1,26E-02	2,36E-05
R020X	P5_P2_1	373167	5362628	188,41	3,02	9,860	3,606	3,97E-04	3,85E-04	2,16E-03	3,82E-03	7,18E-06
R021X	P5_P2_2	373147	5362622	186,60	3,02	9,860	3,606	3,97E-04	3,85E-04	2,16E-03	3,82E-03	7,18E-06
R022X	P5_P2_3	373126	5362618	184,50	3,02	9,860	3,606	3,97E-04	3,85E-04	2,16E-03	3,82E-03	7,18E-06
R023X	P5_P2_4	373106	5362613	182,61	3,02	9,860	3,606	3,97E-04	3,85E-04	2,16E-03	3,82E-03	7,18E-06
R024X	P5_P2_5	373088	5362603	180,60	3,02	9,860	3,606	3,97E-04	3,85E-04	2,16E-03	3,82E-03	7,18E-06
R025X	P2_P3_1	373077	5362587	177,83	3,02	9,860	3,606	2,10E-03	2,04E-03	1,15E-02	2,02E-02	3,80E-05
R026X	P2_P3_2	373082	5362567	179,88	3,02	9,860	3,606	2,10E-03	2,04E-03	1,15E-02	2,02E-02	3,80E-05
R027X	P2_P3_3	373100	5362558	181,91	3,02	9,860	3,606	2,10E-03	2,04E-03	1,15E-02	2,02E-02	3,80E-05
R028X	P2_P3_4	373118	5362565	183,90	3,02	9,860	3,606	2,10E-03	2,04E-03	1,15E-02	2,02E-02	3,80E-05
R029X	P2_P4_1	373080	5362586	178,44	3,02	9,860	3,606	2,65E-03	2,57E-03	1,44E-02	2,55E-02	4,79E-05
R030X	P2_P4_2	373091	5362569	180,40	3,02	9,860	3,606	2,65E-03	2,57E-03	1,44E-02	2,55E-02	4,79E-05
R031X	P2_P4_3	373111	5362570	182,30	3,02	9,860	3,606	2,65E-03	2,57E-03	1,44E-02	2,55E-02	4,79E-05
R032X	P3_P5_1	373133	5362589	188,31	3,02	9,860	3,606	2,47E-04	2,39E-04	1,34E-03	2,37E-03	4,46E-06
R033X	P3_P5_2	373145	5362606	188,58	3,02	9,860	3,606	2,47E-04	2,39E-04	1,34E-03	2,37E-03	4,46E-06
R034X	P3_P5_3	373162	5362620	188,48	3,02	9,860	3,606	2,47E-04	2,39E-04	1,34E-03	2,37E-03	4,46E-06
R035X	P4_P5_1	373122	5362584	186,81	3,02	9,860	3,606	1,92E-04	1,86E-04	1,04E-03	1,84E-03	3,47E-06
R036X	P4_P5_2	373134	5362601	188,16	3,02	9,860	3,606	1,92E-04	1,86E-04	1,04E-03	1,84E-03	3,47E-06
R037X	P4_P5_3	373151	5362615	188,42	3,02	9,860	3,606	1,92E-04	1,86E-04	1,04E-03	1,84E-03	3,47E-06
R038X	P4_P5_4	373168	5362627	188,48	3,02	9,860	3,606	1,92E-04	1,86E-04	1,04E-03	1,84E-03	3,47E-06

⁽¹⁾ Toutes les particules émises sont supposées être plus petites que 10 microns donc PM₁₀ = PM₁₀.

Tableau A 27 : Puissance considérée des moteurs des navires et consommation de carburant des bouilloires selon le type de manœuvre – Scénario d'exploitation

Type de navire	Moteur	Puissance nominale (kW)	Manœuvre	Facteur de chargement	Puissance effective (kW)	Consommation de carburant (tonne/heure)
Navire de transport (>100 kt)	Moteur principal	12500	Accostage/appareillage	0,1	1250	-
			À quai	0	0	
	Génératrice auxiliaire	-	Accostage/appareillage	-	520	
			À quai		405	
	Bouilloires	-	Accostage/appareillage	-	-	0,08
			À quai		-	0,08
Remorqueur	Moteur principal	3729	Accostage/appareillage	0,32	1193	-
			À quai	0	0	

Tableau A 28 : Facteur d'émission considéré pour estimer les taux d'émission des moteurs des navires – Scénario d'exploitation

Substance	Acronyme	Facteur d'émission (g/kWh)	Référence
Particules totales	PMT	$0,4653(S) + 0,25$	où S est le taux de soufre en % (SNC, 2012; section 3.3.1)
Particules < 10 µm	PM ₁₀	$0,96(PMT)$	où PMT est le taux d'émissions des particules totales (SNC, 2012; section 3.3.1)
Particules fines < 2,5 µm	PM _{2,5}	$0,92(PM_{10})$	où PM ₁₀ est le taux d'émissions des particules <10µm (SNC, 2012; section 3.3.1)
Monoxyde de carbone	CO	1,4	Moteur principal, HFO [pire cas] (SNC, 2012; tableau 3.3)
		1,1	Moteur auxiliaire (SNC, 2012; tableau 3.3)
Oxyde d'azote	NO _x	3,4	Norme tier 3, IMO [moteurs < 130 rpm] (SNC, 2012; tableau 3.6)
		$9 \times n^{0,2}$	où n est la révolution du moteur (en rpm). Norme tier 3, IMO [moteurs de 130 à 2000 rpm] (SNC, 2012; tableau 3.6)
Dioxyde de soufre	SO ₂	$4,2(S)$	où S est le taux de soufre en % (SNC, 2012; section 3.3.1)

Tableau A 29 : Coefficient d'ajustement pour les faibles facteurs de chargement (0,1 et moins) – Scénario d'exploitation

PMT, PM ₁₀ et PM _{2,5}	CO	NO _x	Référence
1,38	2	1,22	(SNC, 2012; tableau 3.5)

Tableau A 30 : Facteur d'émission considéré pour estimer les taux d'émission des bouilloires des navires – Scénario d'exploitation

Substance	Acronyme	Facteur d'émission (kg/tonne de carburant)	Référence
Particules totales	PMT	1,17(S) + 0.41	où S est le taux de soufre en % (SNC, 2012; section 3.3.1)
Particules < 10 µm	PM ₁₀	0,96(PMT)	où PMT est le taux d'émissions des particules totales (SNC, 2012; section 3.3.1)
Particules fines < 2,5 µm	PM _{2,5}	0,92(PM ₁₀)	où PM ₁₀ est le taux d'émissions des particules <10µm (SNC, 2012; section 3.3.1)
Monoxyde de carbone	CO	4,6	(SNC, 2012; tableau 3.4)
Oxyde d'azote	NO _x	12,3	(SNC, 2012; tableau 3.4)
Dioxyde de soufre	SO ₂	20(S)	où S est le taux de soufre en % (SNC, 2012; section 3.3.1)

Tableau A 31 : Taux d'émission (en g/kWh) des moteurs des navires selon le type de manœuvre – Scénario d'exploitation

Type de navire	Moteur	Manœuvre	Taux d'émission (g/kWh)					
			PMT	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	NO _x	SO ₂
Navire de transport (>100 kt)	Moteur principal	Accostage/appareillage	4,09E-01	3,93E-01	3,61E-01	2,80E+00	4,15E+00	4,20E-01
		À quai	-	-	-	-	-	-
	Génératrice auxiliaire	Accostage/appareillage	2,97E-01	2,85E-01	2,62E-01	1,10E+00	2,50E+00	4,20E-01
		À quai	2,97E-01	2,85E-01	2,62E-01	1,10E+00	2,50E+00	4,20E-01
Remorqueur	Moteur principal	Accostage/appareillage	2,73E-01	2,62E-01	2,41E-01	1,40E+00	3,40E+00	2,10E-01
		À quai	-	-	-	-	-	-

Tableau A 32 : Taux d'émission (en kg/tonne) des bouilloires du navire – Scénario d'exploitation

Type de navire	Manœuvre	Taux d'émission (kg/tonne de carburant)					
		PMT	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	NO _x	SO ₂
Navire de transport (>100 kt)	Accostage/appareillage/à quai	5,27E-01	5,06E-01	4,65E-01	4,60E+00	1,23E+01	2,00E+00

Tableau A 33 : Taux d'émission total (en g/s) des moteurs des navires selon le type de manœuvre – Scénario d'exploitation

Manœuvre	Type de navire	Moteur	Taux d'émission ¹ (g/s)					
			PMT	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	NO _x	SO ₂
Accostage/appareillage	Navire de transport (>100 kt)	Moteur principal	1,42E-01	1,36E-01	1,25E-01	9,72E-01	1,44E+00	1,46E-01
		Génératrice auxiliaire	5,45E-02	5,24E-02	4,82E-02	2,61E-01	6,35E-01	1,05E-01
	Remorqueur	Moteur principal	9,06E-02	8,69E-02	8,00E-02	4,64E-01	1,13E+00	6,96E-02
À quai	Navire de transport (>100 kt)	Moteur principal	-	-	-	-	-	-
		Génératrice auxiliaire	4,51E-02	4,33E-02	3,98E-02	2,26E-01	5,55E-01	9,17E-02
	Remorqueur	Moteur principal	-	-	-	-	-	-

¹⁾ Les émissions des bouilloires sont incluses dans les émissions de la génératrice auxiliaire.

Tableau A 34 : Caractéristiques physiques des sources d'émission des moteurs des navires – Scénario d'exploitation

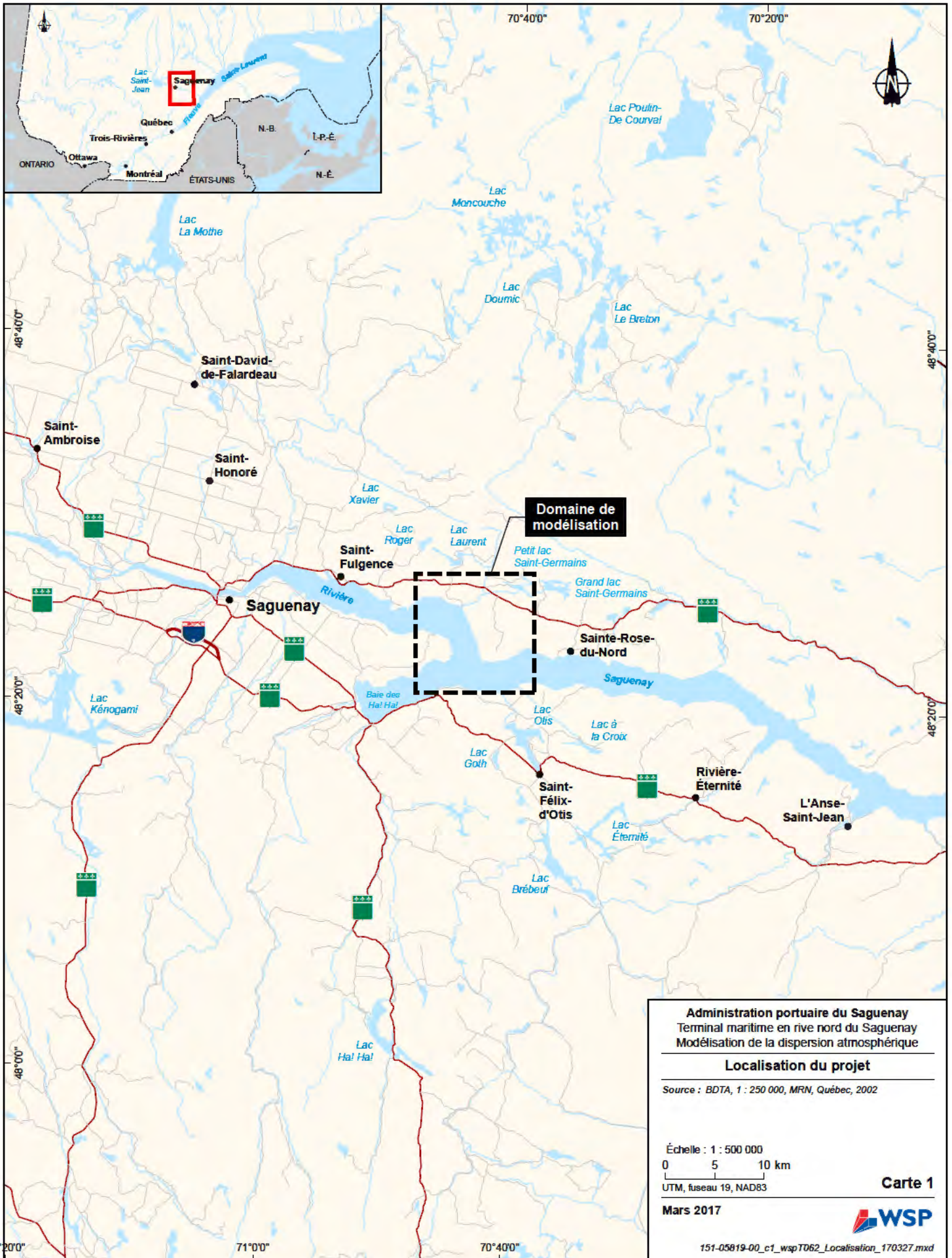
Type de navire	Moteur	Élévation (m)	Hauteur (m)	Température (K)	Vitesse (m/s)	Diamètre (m)
Navire de transport >100 kt	Moteur principal	4	30,5	573,0	25	1,9
	Génératrice auxiliaire	4	30,5	625,5	16	0,5
Remorqueur	Moteur principal	4	6	589,0	16	0,9

Tableau A 35 : Position des sources d'émission considérées pour les émissions des navires – Scénario d'exploitation

ID	Manœuvre	Coord. Géo. (UTM19 NAD83)		ID	Manœuvre	Coord. Géo. (UTM19 NAD83)	
		X (m)	Y (m)			X (m)	Y (m)
shipex	À quai	372394	5362340	c09	Appareillage	371748	5362773
b01	Accostage	371878	5359841	c10	Appareillage	371649	5362763
b02	Accostage	371891	5359940	c11	Appareillage	371557	5362725
b03	Accostage	371904	5360040	c12	Appareillage	371473	5362674
b04	Accostage	371918	5360139	c13	Appareillage	371400	5362605
b05	Accostage	371931	5360238	c14	Appareillage	371342	5362525
b06	Accostage	371944	5360337	c15	Appareillage	371296	5362437
b07	Accostage	371957	5360436	c16	Appareillage	371260	5362344
b08	Accostage	371979	5360534	c17	Appareillage	371234	5362247
b09	Accostage	372001	5360631	c18	Appareillage	371217	5362149
b10	Accostage	372024	5360728	c19	Appareillage	371203	5362050
b11	Accostage	372046	5360826	c20	Appareillage	371211	5361951
b12	Accostage	372069	5360923	c21	Appareillage	371225	5361852
b13	Accostage	372091	5361021	c22	Appareillage	371256	5361757
b14	Accostage	372114	5361118	c23	Appareillage	371287	5361662
b15	Accostage	372137	5361215	c24	Appareillage	371318	5361567
b16	Accostage	372161	5361313	c25	Appareillage	371349	5361472
b17	Accostage	372184	5361410	c26	Appareillage	371380	5361376
b18	Accostage	372207	5361507	c27	Appareillage	371410	5361281
b19	Accostage	372230	5361604	c28	Appareillage	371441	5361186
b20	Accostage	372247	5361703	c29	Appareillage	371472	5361091
b21	Accostage	372264	5361802	c30	Appareillage	371503	5360996
b22	Accostage	372281	5361900	c31	Appareillage	371534	5360901
b23	Accostage	372298	5361999	c32	Appareillage	371565	5360806
b24	Accostage	372315	5362097	c33	Appareillage	371596	5360711
b25	Accostage	372326	5362197	c34	Appareillage	371627	5360616
b26	Accostage	372336	5362296	c35	Appareillage	371658	5360520
c01	Appareillage	372345	5362384	c36	Appareillage	371688	5360425
c02	Appareillage	372309	5362477	c37	Appareillage	371719	5360330
c03	Appareillage	372274	5362571	c38	Appareillage	371750	5360235
c04	Appareillage	372211	5362646	c39	Appareillage	371781	5360140
c05	Appareillage	372139	5362715	c40	Appareillage	371812	5360045
c06	Appareillage	372045	5362747	c41	Appareillage	371843	5359950
c07	Appareillage	371948	5362769	c42	Appareillage	371874	5359855
c08	Appareillage	371848	5362775				

Annexe B

CARTES



Administration portuaire du Saguenay
 Terminal maritime en rive nord du Saguenay
 Modélisation de la dispersion atmosphérique

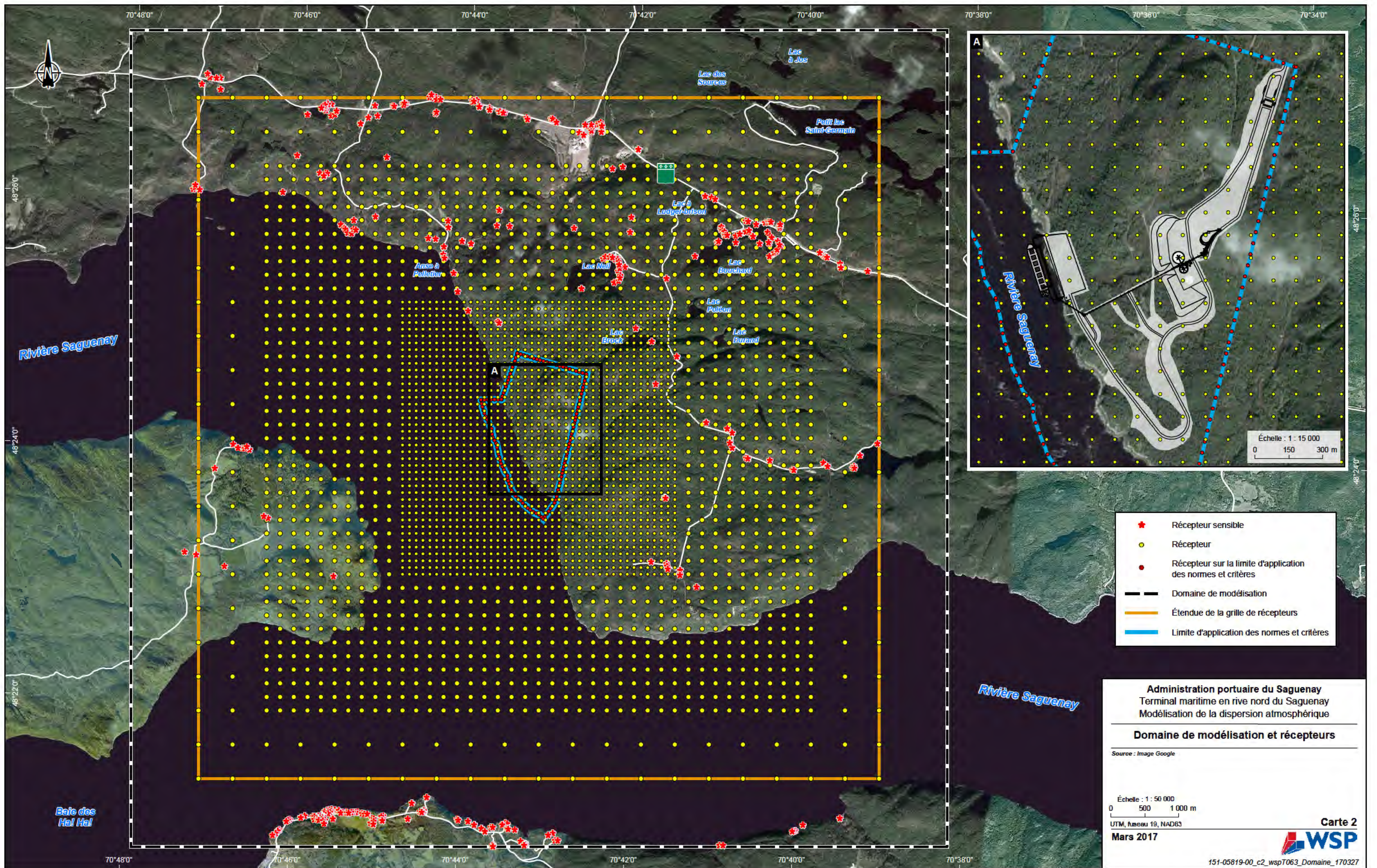
Localisation du projet

Source : BDTA, 1 : 250 000, MRN, Québec, 2002

Échelle : 1 : 500 000
 0 5 10 km
 UTM, fuseau 19, NAD83

Carte 1
 Mars 2017





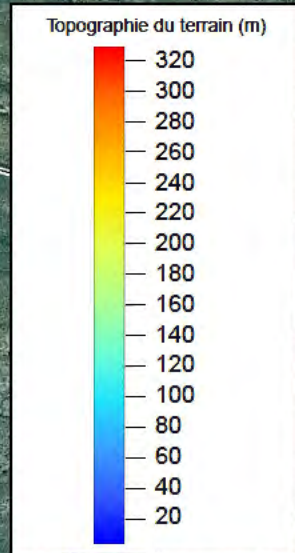
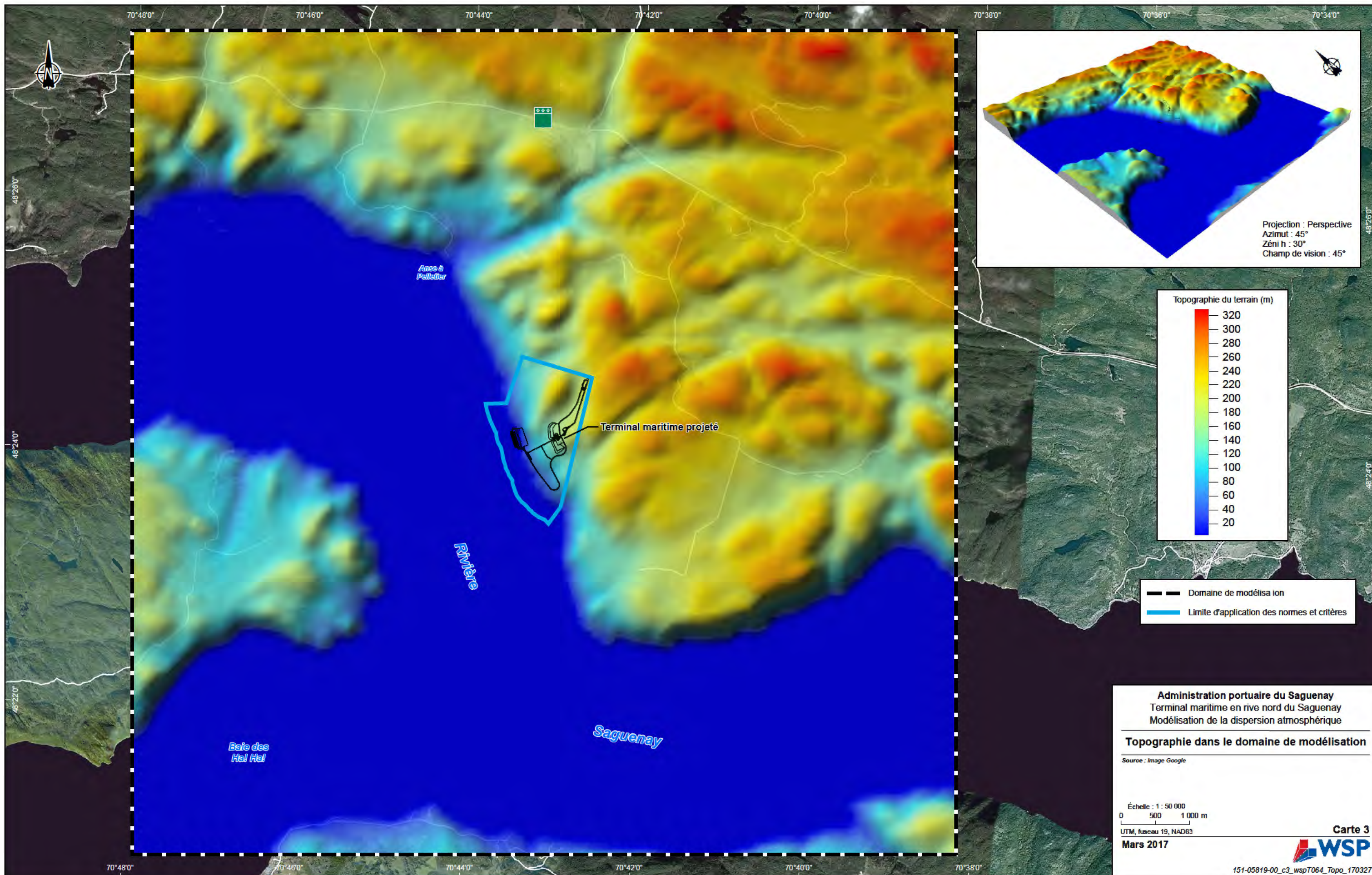
- ★ Récepteur sensible
- Récepteur
- Récepteur sur la limite d'application des normes et critères
- Domaine de modélisation
- Étendue de la grille de récepteurs
- Limite d'application des normes et critères



Administration portuaire du Saguenay
 Terminal maritime en rive nord du Saguenay
 Modélisation de la dispersion atmosphérique

Domaine de modélisation et récepteurs

Source : Image Google

Échelle : 1 : 50 000
 0 500 1 000 m
 UTM, fuseau 19, NAD83
 Mars 2017



 Domaine de modélisation
 Limite d'application des normes et critères

Administration portuaire du Saguenay
 Terminal maritime en rive nord du Saguenay
 Modélisation de la dispersion atmosphérique

Topographie dans le domaine de modélisation

Source : Image Google

Échelle : 1 : 50 000
 0 500 1 000 m
 UTM, fuseau 19, NAD83
 Mars 2017

Carte 3




Milieu bâti	
11	Résidentiel
12	Commercial et services
13	Industriel
14	Transport, communications and services publics
15	Complexes industriels et commerciaux
16	Milieu bâti mixte
17	Autre milieu bâti
Milieu agricole	
21	Terres cultivées et pâturages
22	Vergers, zones horticoles ornementales, vignobles, pépinières
23	Agro alimentation en milieu clos
24	Autre milieu agricole
Milieu ouvert / Prairies	
31	Milieu ouvert herbacé
32	Milieu ouvert avec arbustes
33	Milieu ouvert mixte
Milieu forestier	
41	Forêt de feuillus
42	Forêt de conifères
43	Milieu forestier mixte
Milieu aquatique	
51	Cours d'eau et rivières
52	Lacs
53	Réservoirs
54	Baies et estuaires
55	Mers et océans
Milieu humide	
61	Milieu humide forestier
62	Milieu humide non forestier
Milieu aride	
71	Désert de sel
72	Plages
73	Zones sableuses autres que des plages
74	Roches exposées
75	Zones minières, carrières et gravières
76	Zones transitionnelles
77	Milieu aride mixte
Toundra	
81	Toundra avec arbustes
82	Toundra herbacée
83	Sol nu
84	Toundra humide
85	Toundra mixte
Neiges éternelles et glaciers	
91	Neiges éternelles
92	Glaciers
Autre	
	Non défini

— — — — — Domaine de modélisation

Administration portuaire du Saguenay
Terminal maritime en rive nord du Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

**Catégories d'utilisation du sol
dans le domaine de modélisation
Scénario de construction**

Source : Image Google

Échelle : 1 : 50 000
0 500 1 000 m

UTM, fuseau 19, NAD83

Mars 2017

Carte 4
WSP

151-05819-00_c4_wspT065_Utili_Sc_cons_170327



Milieu bâti	
11	Résidentiel
12	Commercial et services
13	Industriel
14	Transport, communications and services publics
15	Complexes industriels et commerciaux
16	Milieu bâti mixte
17	Autre milieu bâti
Milieu agricole	
21	Terres cultivées et pâturages
22	Vergers, zones horticoles ornementales, vignobles, pépinières
23	Agro-alimentation en milieu clos
24	Autre milieu agricole
Milieu ouvert / Prairies	
31	Milieu ouvert herbacé
32	Milieu ouvert avec arbustes
33	Milieu ouvert mixte
Milieu forestier	
41	Forêt de feuillus
42	Forêt de conifères
43	Milieu forestier mixte
Milieu aquatique	
51	Cours d'eau et rivières
52	Lacs
53	Réservoirs
54	Baies et estuaires
55	Mers et océans
Milieu humide	
61	Milieu humide forestier
62	Milieu humide non forestier
Milieu aride	
71	Désert de sel
72	Plages
73	Zones sableuses autres que des plages
74	Roches exposées
75	Zones minières, carrières et gravières
76	Zones transitionnelles
77	Milieu aride mixte
Toundra	
81	Toundra avec arbustes
82	Toundra herbacée
83	Sol nu
84	Toundra humide
85	Toundra mixte
Neiges éternelles et glaciers	
91	Neiges éternelles
92	Glaciers
Autre	
	Non défini

— — — — — Domaine de modélisation

Administration portuaire du Saguenay
Terminal maritime en rive nord du Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

**Catégories d'utilisation du sol
dans le domaine de modélisation
Scénario d'exploitation**

Source : Image Google

Échelle : 1 : 50 000
0 500 1 000 m

UTM, fuseau 19, NAD83

Mars 2017

Carte 5
WSP

151-05819-00_c5_wspT066_Utili_Sc_expl_170327

Nom	Sources ponctuelles (gaz d'échappement)
load1e	Chargement à l'aire du quai
load2e	Chargement à la zone du concasseur
load3e	Excavatrice pour la construction de la route
doz1e	Buteur à la zone de construction du chemin final
comp1e	Compacteur à la zone de construction du chemin final
crush1e	Concasseur à machoir
crush2e	Concasseur conique
crush3e	Tamis
drill1e	Foreuse #1
drill2e	Foreuse #2
drill3e	Foreuse #3
Nom	Source surfacique
pbrut	Pile de matériaux bruts
pconc	Pile de matériaux granulaires
mt1	Pile de mort-terrain #1
mt2	Pile de mort-terrain #2
mt3	Pile de mort-terrain #3
mt4	Pile de mort-terrain #4
mt5	Pile de mort-terrain #5
Nom	Sources volumiques
s1_51_1	Sautage
drill1	Foreuse #1
drill2	Foreuse #2
drill3	Foreuse #3
load1	Chargement à l'aire du quai
dump1	Déchargement à la zone du concasseur
load2	Chargement à la zone du concasseur
dump2	Déchargement à la zone de construction du chemin final
doz1	Buteur à la zone de construction du chemin final
crush1	Concasseur à machoir
crush2	Concasseur conique
crush3	Tamis
conv_se1	Chute du concasseur mobile
P3_P1	Segment de routage - Sources r001 à r047
P2_P3	Segment de routage - Sources r048 à r104
P3_P1	Gaz d'échappement du routage - Sources r001 à r047
P2_P3	Gaz d'échappement du routage - Sources r048 à r104

— Limite d'application des normes et critères

● Extrémité de segment de routage

Source ponctuelle

- Gaz d'échappement des opération

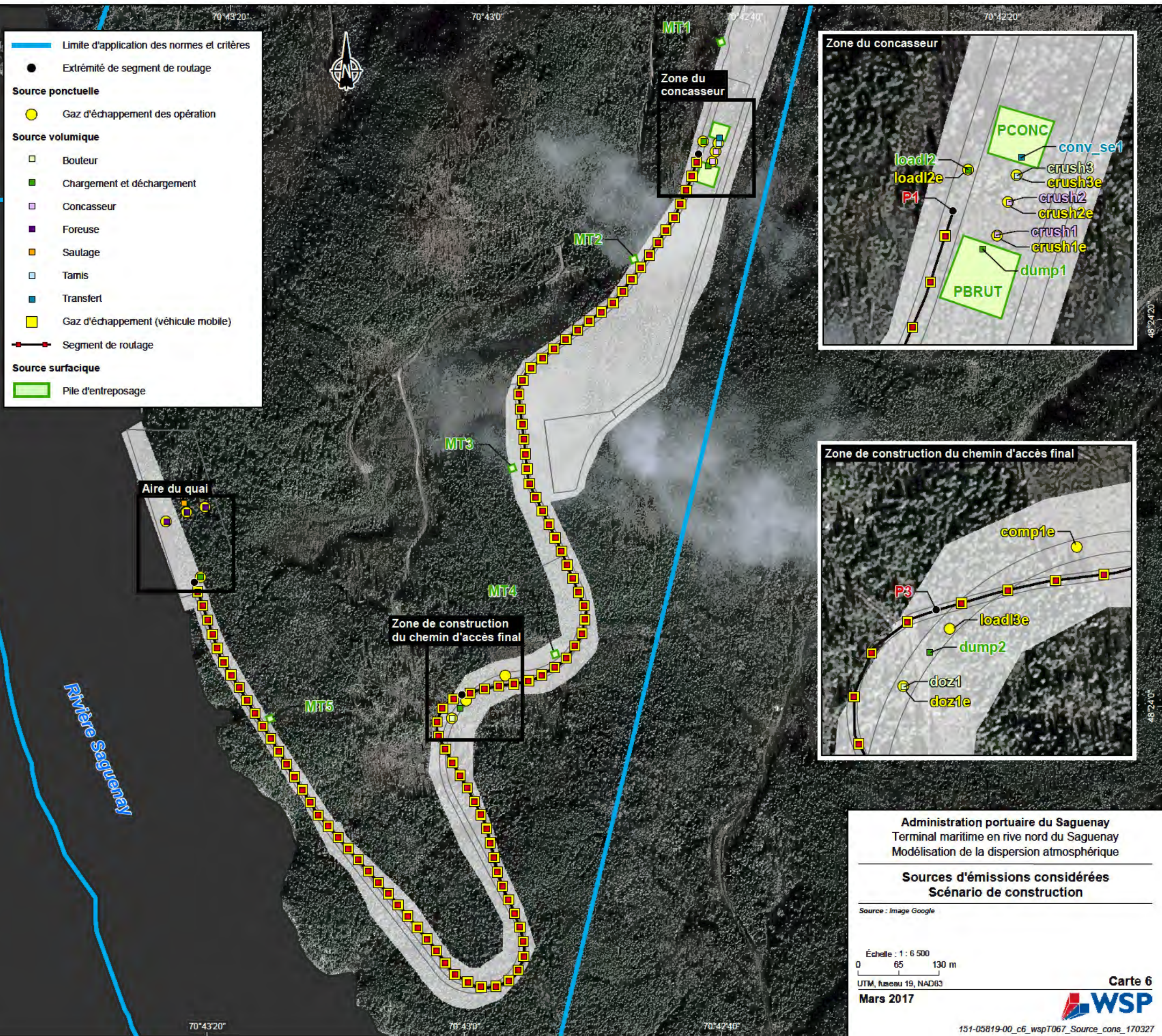
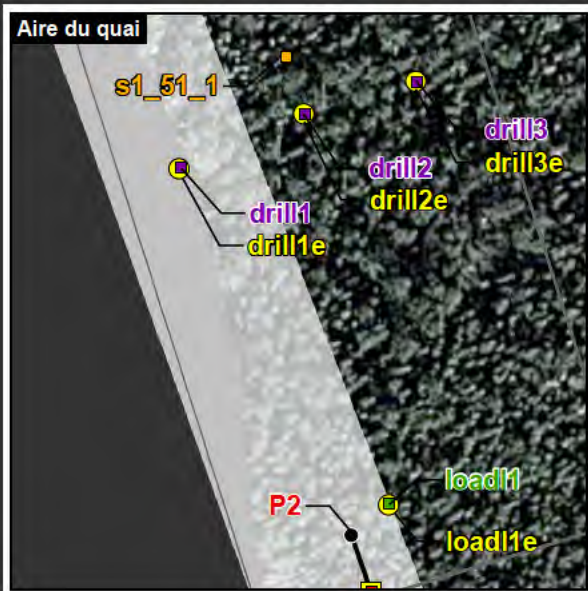
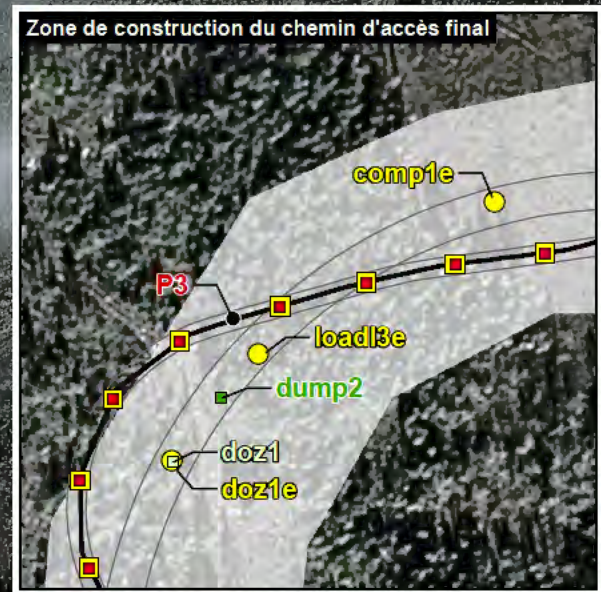
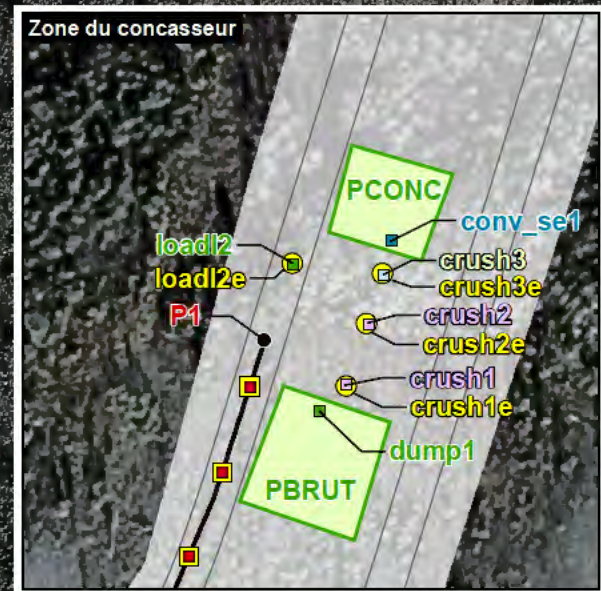
Source volumique

- Buteur
- Chargement et déchargement
- Concasseur
- Foreuse
- Sautage
- Tamis
- Transfert
- Gaz d'échappement (véhicule mobile)

— Segment de routage

Source surfacique

- Pile d'entreposage



Administration portuaire du Saguenay
Terminal maritime en rive nord du Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

Sources d'émissions considérées
Scénario de construction

Source : Image Google

Échelle : 1 : 6 500
0 65 130 m
UTM, fuseau 19, NAD83
Mars 2017



Nom	Sources ponctuelles
fbc_001	Dépoussiéreur - Déchargement des camions
fbc_002	Dépoussiéreur - Silos d'entreposage 1
fbc_003	Dépoussiéreur - Silos d'entreposage 2
fbc_007	Dépoussiéreur - Convoyeur vers le quai
tpdc	Dépoussiéreur - Quai
dcf	Dépoussiéreur - Système de chargement des navires 1
trip	Dépoussiéreur - Système de chargement des navires 2
shipex	Génératrice du navire (gaz d'échappement)
Nom	Source surfacique
cale	Ouverture de la cale du navire
Segment	Sources volumiques
P1_P5	Segment de routage - sources r001 à r019
P5_P2	Segment de routage - sources r020 à r024
P2_P3	Segment de routage - sources r025 à r028
P2_P4	Segment de routage - sources r029 à r031
P3_P5	Segment de routage - sources r032 à r034
P4_P5	Segment de routage - sources r035 à r038
P1_P5	Gaz d'échappement du routage - sources r001x à r019x
P5_P2	Gaz d'échappement du routage - sources r020x à r024x
P2_P3	Gaz d'échappement du routage - sources r025x à r028x
P2_P4	Gaz d'échappement du routage - sources r029x à r031x
P3_P5	Gaz d'échappement du routage - sources r032x à r034x
P4_P5	Gaz d'échappement du routage - sources r035x à r038x

— Limite d'application des normes et critères

● Extrémité de segment de routage

Sources ponctuelles

● Dépoussiéreur

● Génératrice

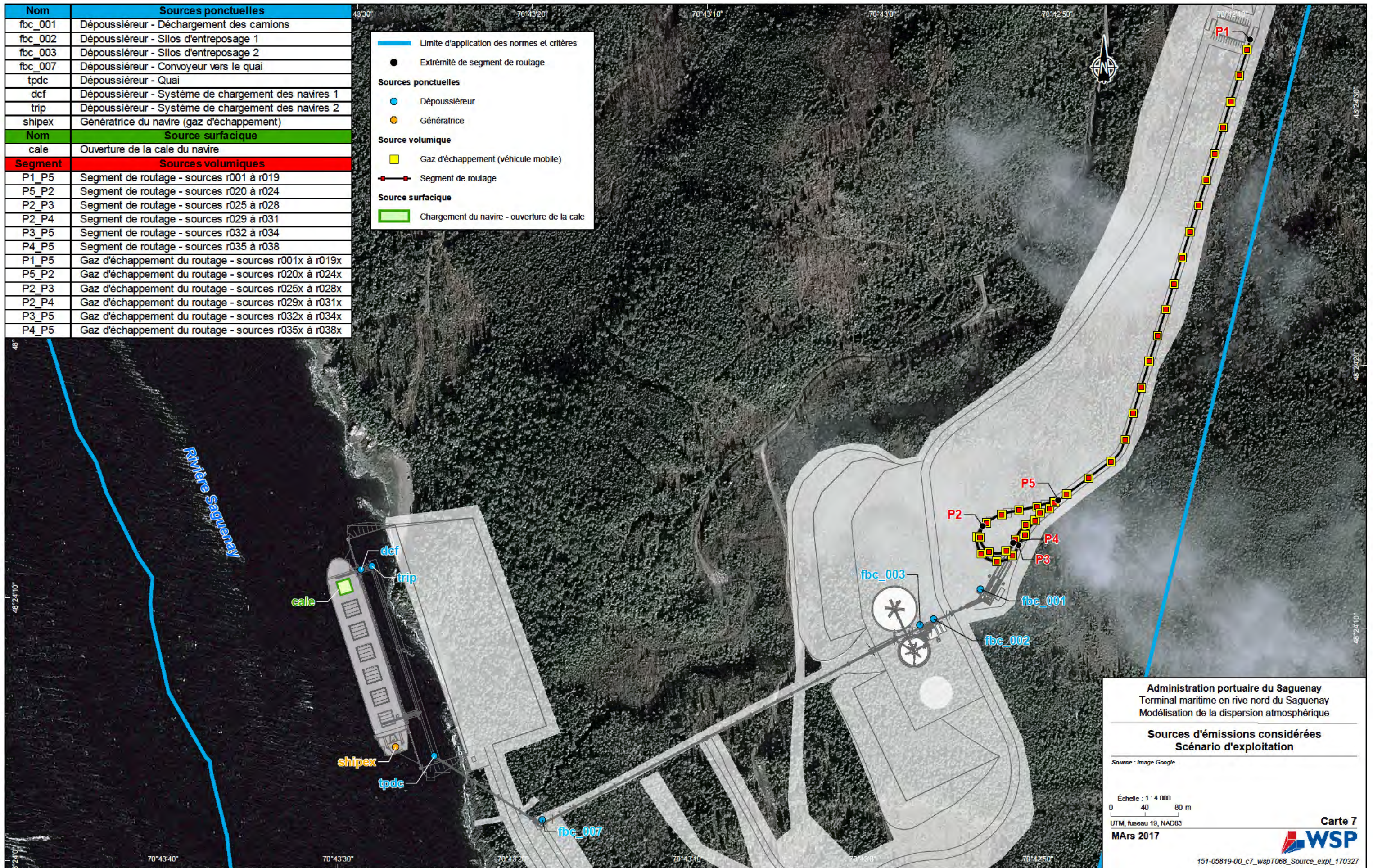
Source volumique

■ Gaz d'échappement (véhicule mobile)

— Segment de routage

Source surfacique

■ Chargement du navire - ouverture de la cale



Administration portuaire du Saguenay
Terminal maritime en rive nord du Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique





Sources d'émissions considérées
Scénario d'exploitation

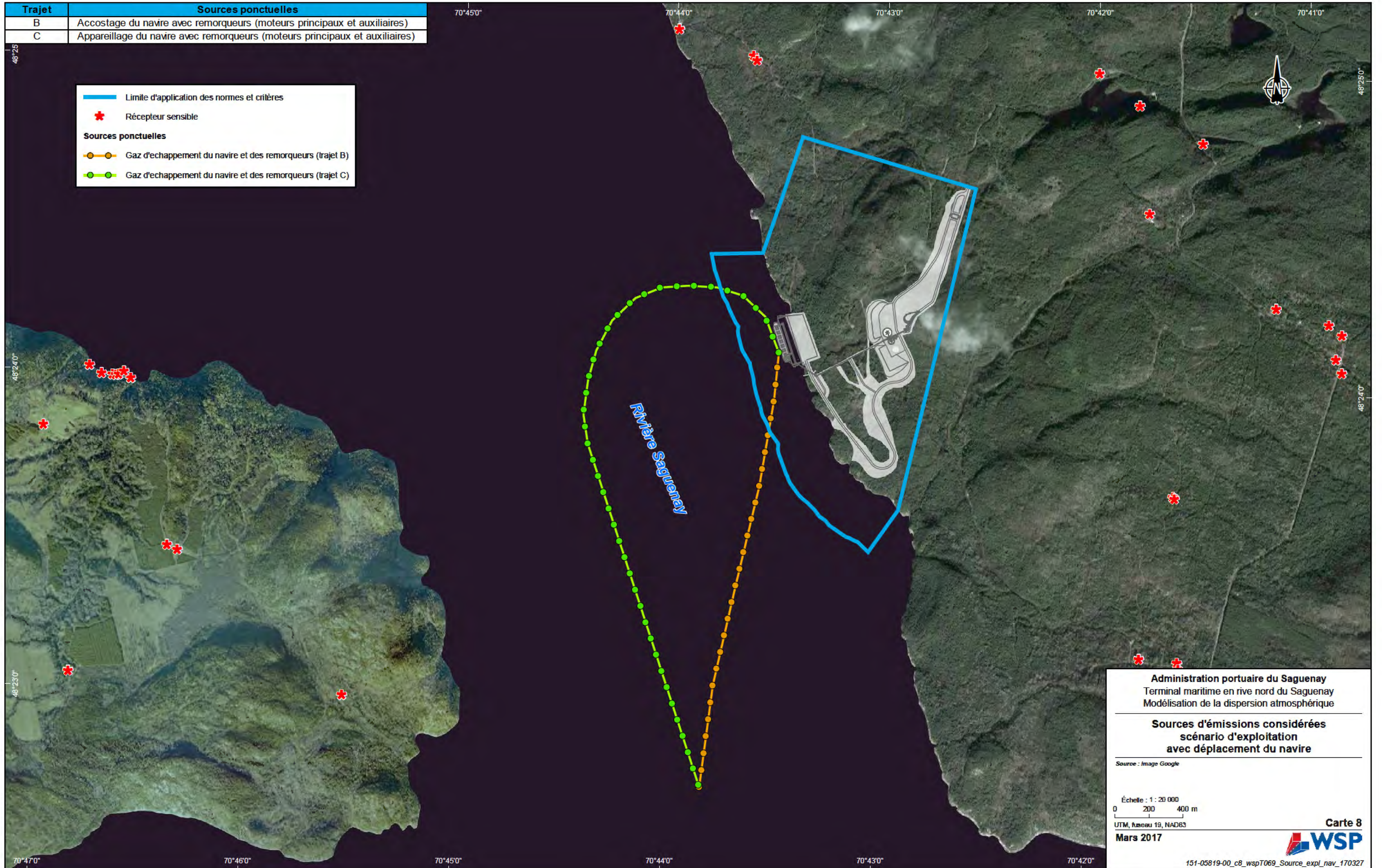
Source : Image Google

Échelle : 1 : 4 000
0 40 80 m
UTM, fuseau 19, NAD83
MARS 2017

Carte 7
WSP
151-05819-00_c7_wspT068_Source_expl_170327

Trajet	Sources ponctuelles
B	Accostage du navire avec remorqueurs (moteurs principaux et auxiliaires)
C	Appareillage du navire avec remorqueurs (moteurs principaux et auxiliaires)

-  Limite d'application des normes et critères
-  Récepteur sensible
- Sources ponctuelles**
-  Gaz d'échappement du navire et des remorqueurs (trajet B)
-  Gaz d'échappement du navire et des remorqueurs (trajet C)



Administration portuaire du Saguenay
Terminal maritime en rive nord du Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

**Sources d'émissions considérées
scénario d'exploitation
avec déplacement du navire**

Source : Image Google

Échelle : 1 : 20 000
0 200 400 m

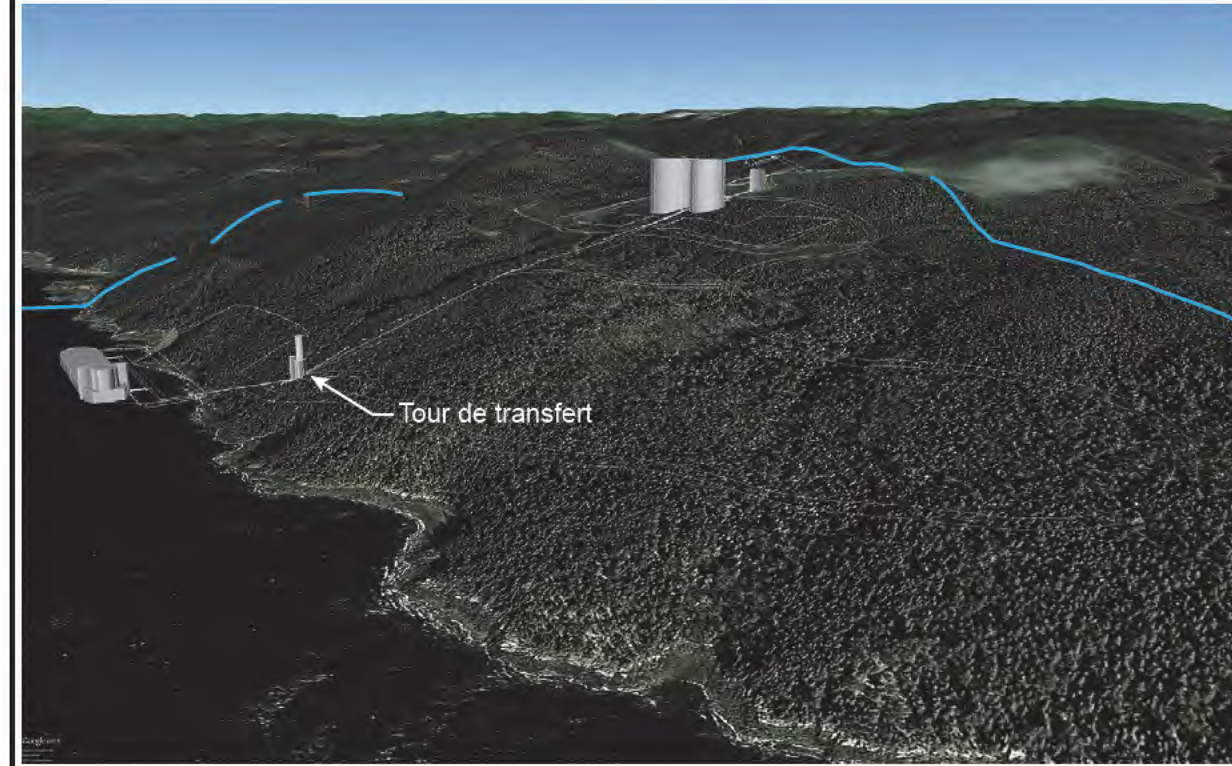
UTM, fuseau 19, NAD83

Mars 2017

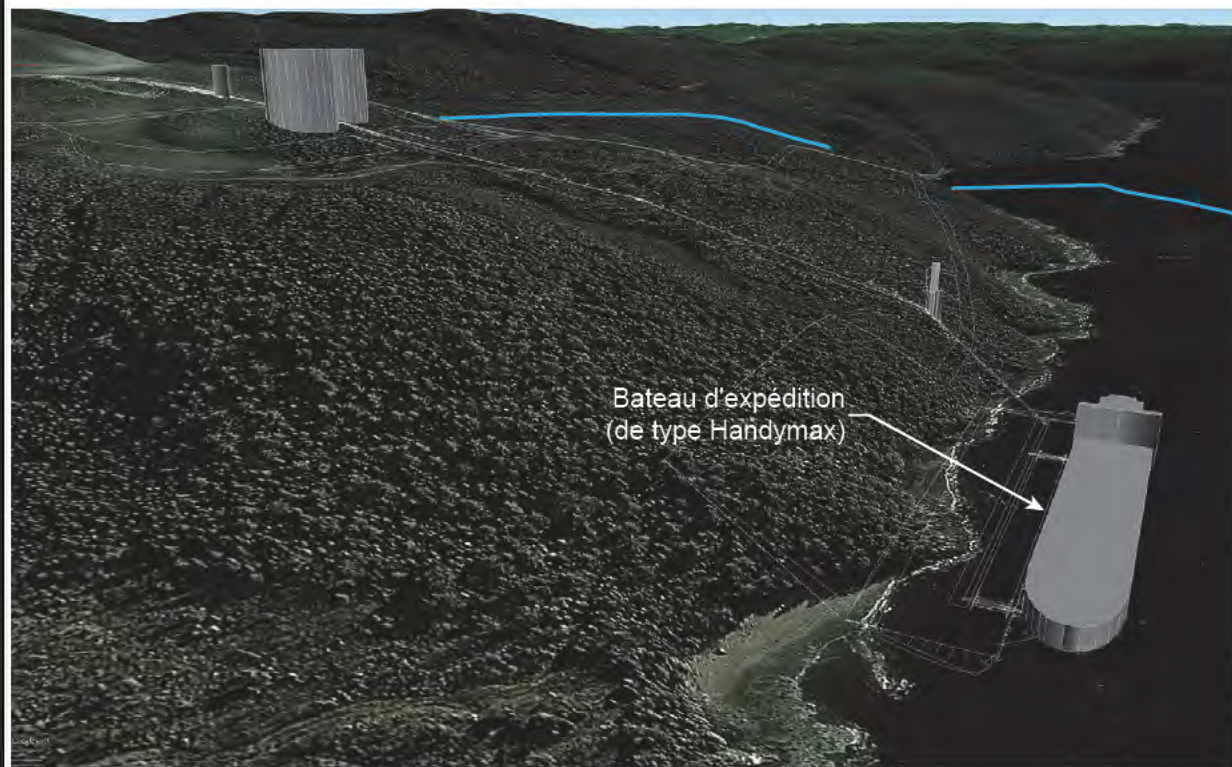
Vue vers l'ouest



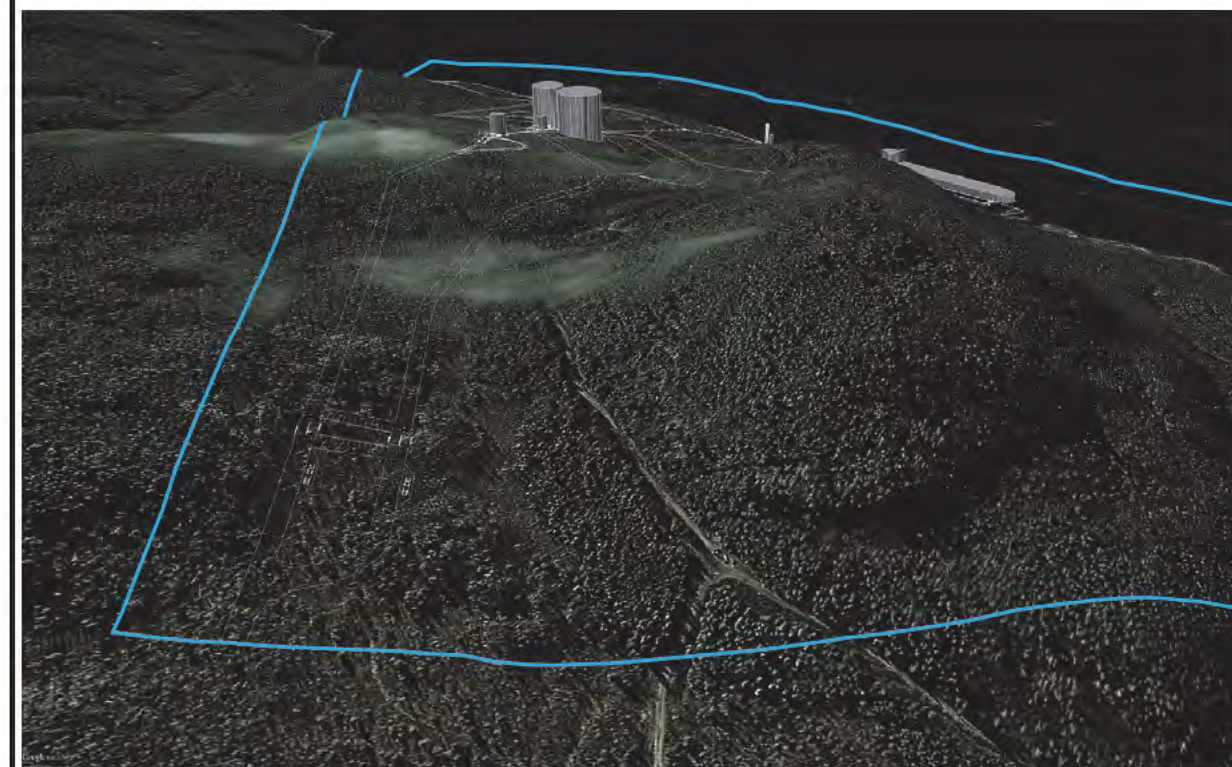
Vue vers le nord



Vue vers le sud



Vue vers le sud est



— Limite d'application
des normes et critères

Administration portuaire du Saguenay
Terminal maritime en rive nord du Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

Vue en 3D des bâtiments
Scénario d'exploitation

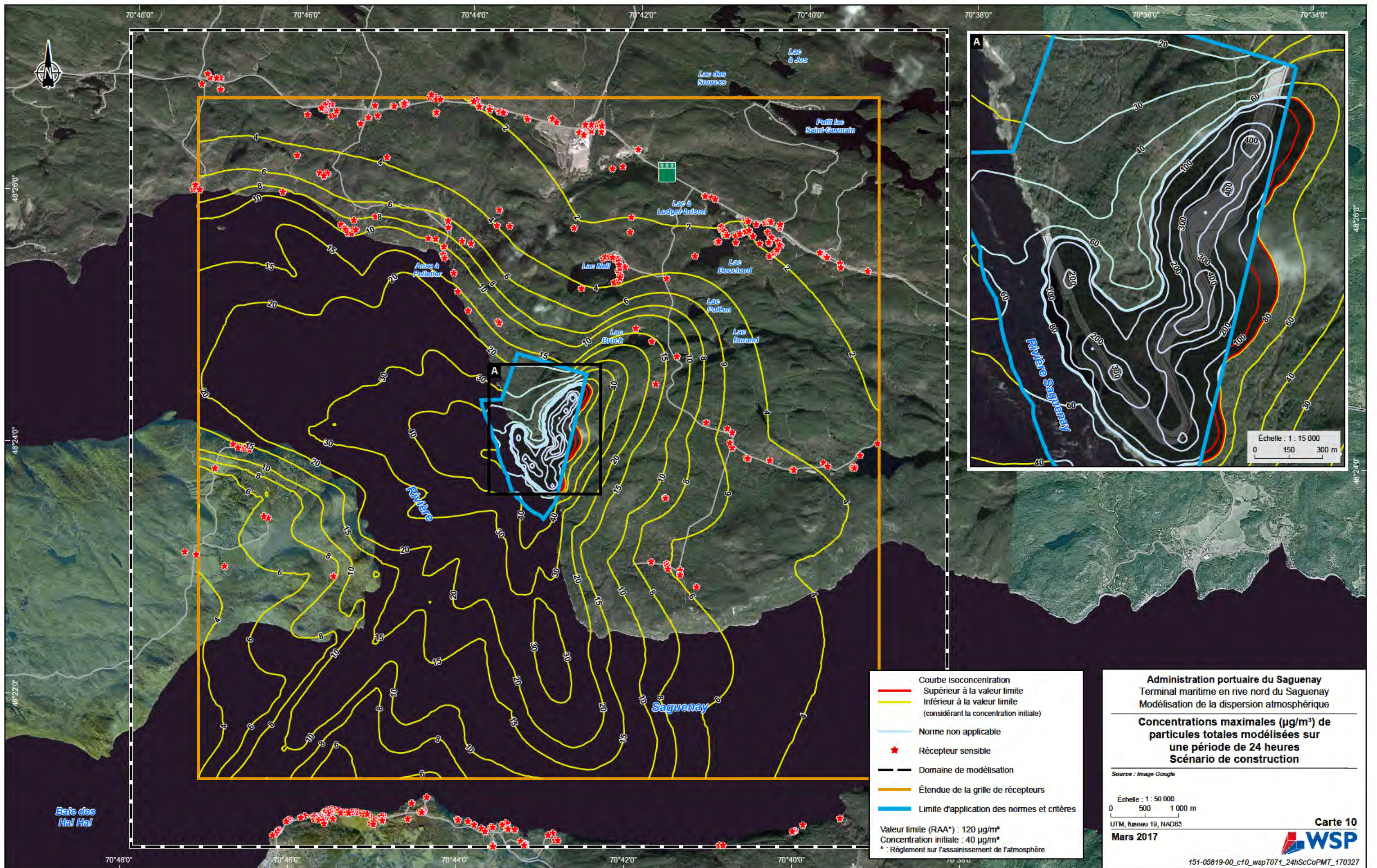
Source : Bâiment 3D, WSP

Mars 2017

Carte 9



151-05819-00_c8_wspT070_Batiments_170327.ai



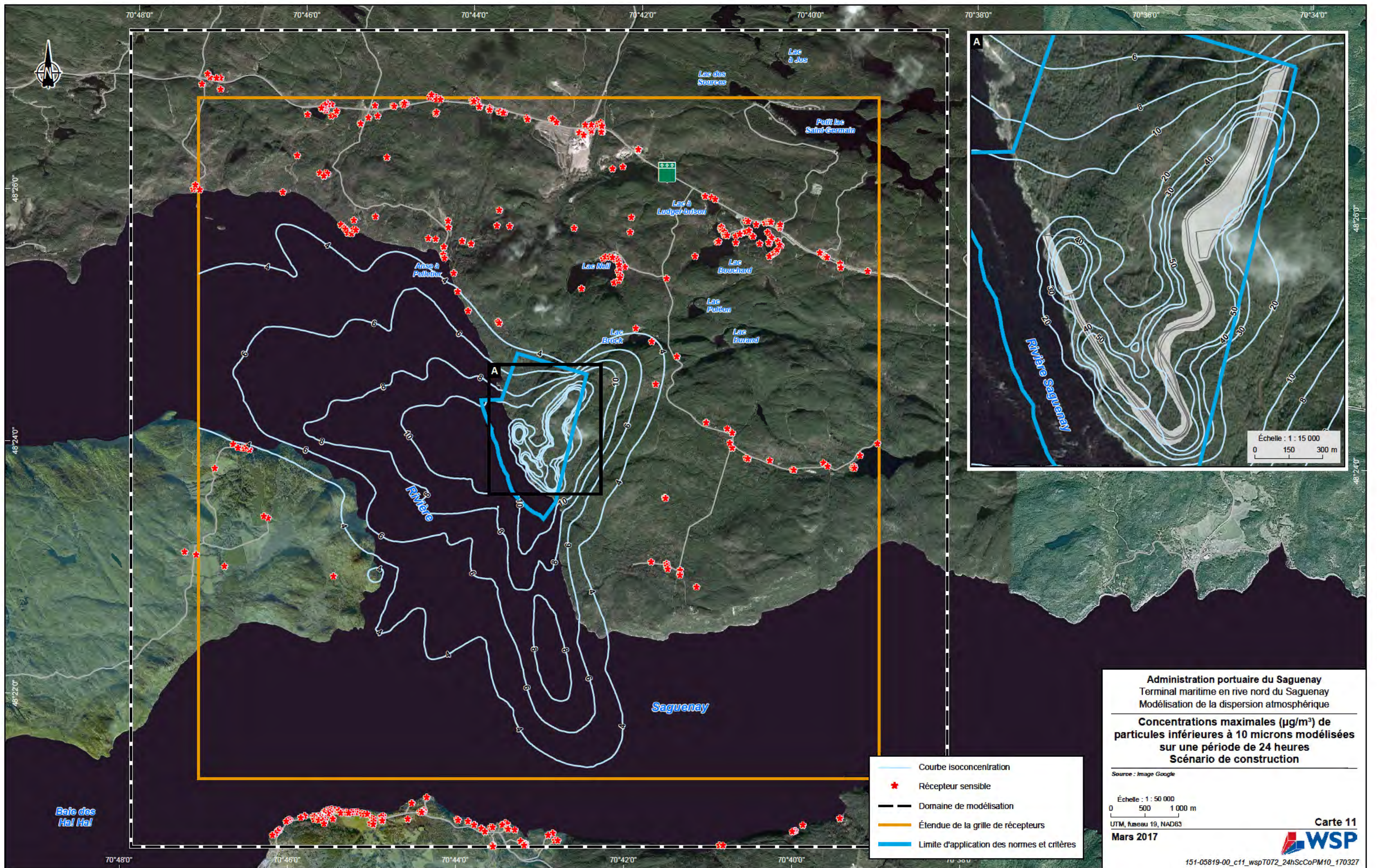
Courbe isoconcentration
 Supérieur à la valeur limite
 Inférieur à la valeur limite (considérant la concentration initiale)
 Norme non applicable
 Récepteur sensible
 Domaine de modélisation
 Étendue de la grille de récepteurs
 Limite d'application des normes et critères

Valeur limite (RAA*) : 120 µg/m³
 Concentration initiale : 40 µg/m³
 * : Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère

Administration portuaire du Saguenay
 Terminal maritime en rive nord du Saguenay
 Modélisation de la dispersion atmosphérique
Concentrations maximales (µg/m³) de particules totales modélisées sur une période de 24 heures
Scénario de construction

Source : Image Google
 Échelle : 1 : 50 000
 0 500 1 000 m
 UTM, fuseau 19, NAD83
Mars 2017

Carte 10
WSP
 151-05819-00_c10_wspT071_24hScCoPMT_170327



- Courbe isoconcentration
- ★ Récepteur sensible
- - - - - Domaine de modélisation
- Étendue de la grille de récepteurs
- Limite d'application des normes et critères

Administration portuaire du Saguenay
Terminal maritime en rive nord du Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

Concentrations maximales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de particules inférieures à 10 microns modélisées sur une période de 24 heures
Scénario de construction

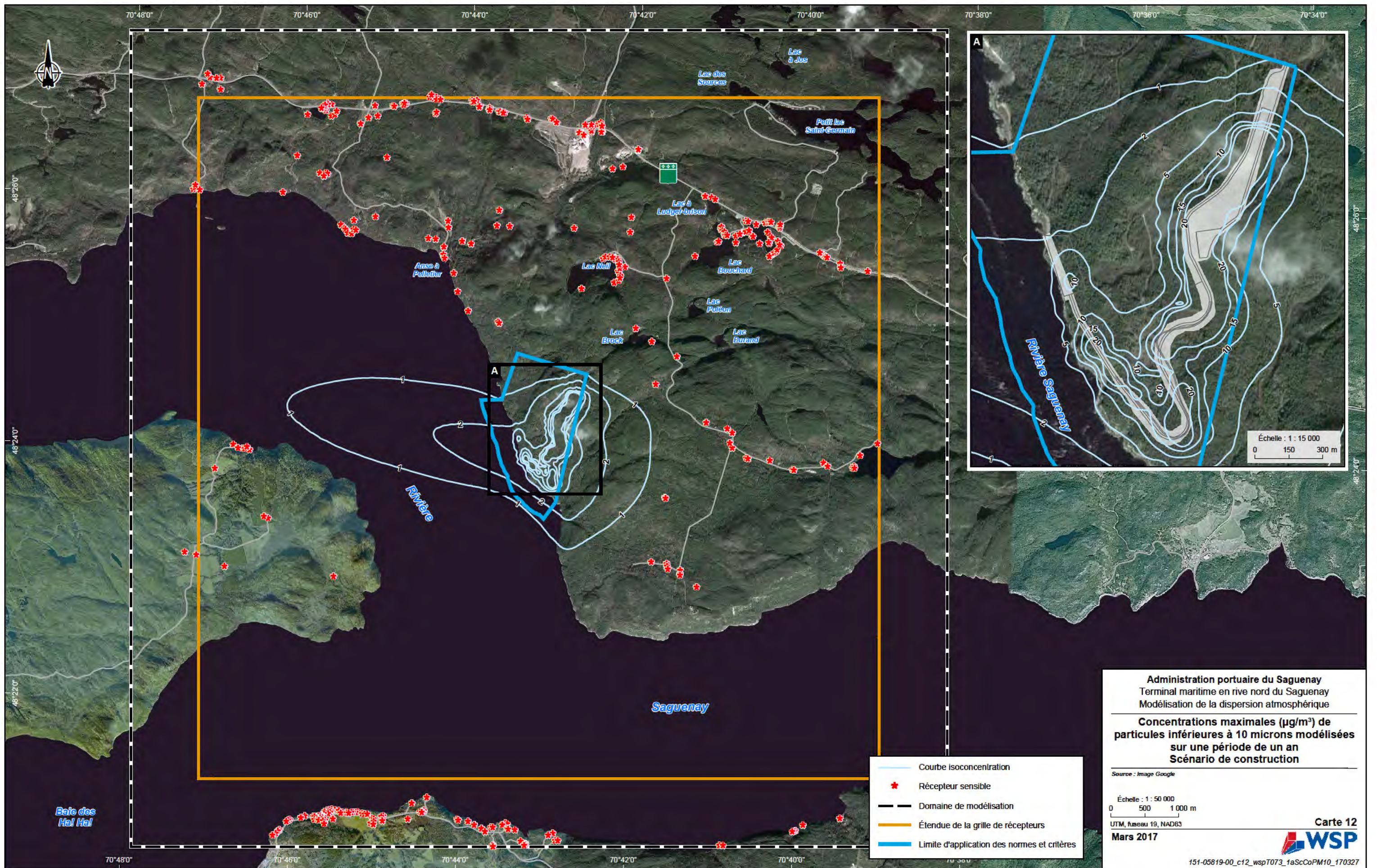
Source : Image Google

Échelle : 1 : 50 000
0 500 1 000 m
UTM, fuseau 19, NAD83

Mars 2017

Carte 11
WSP

151-05819-00_c11_wspT072_24hScCoPM10_170327



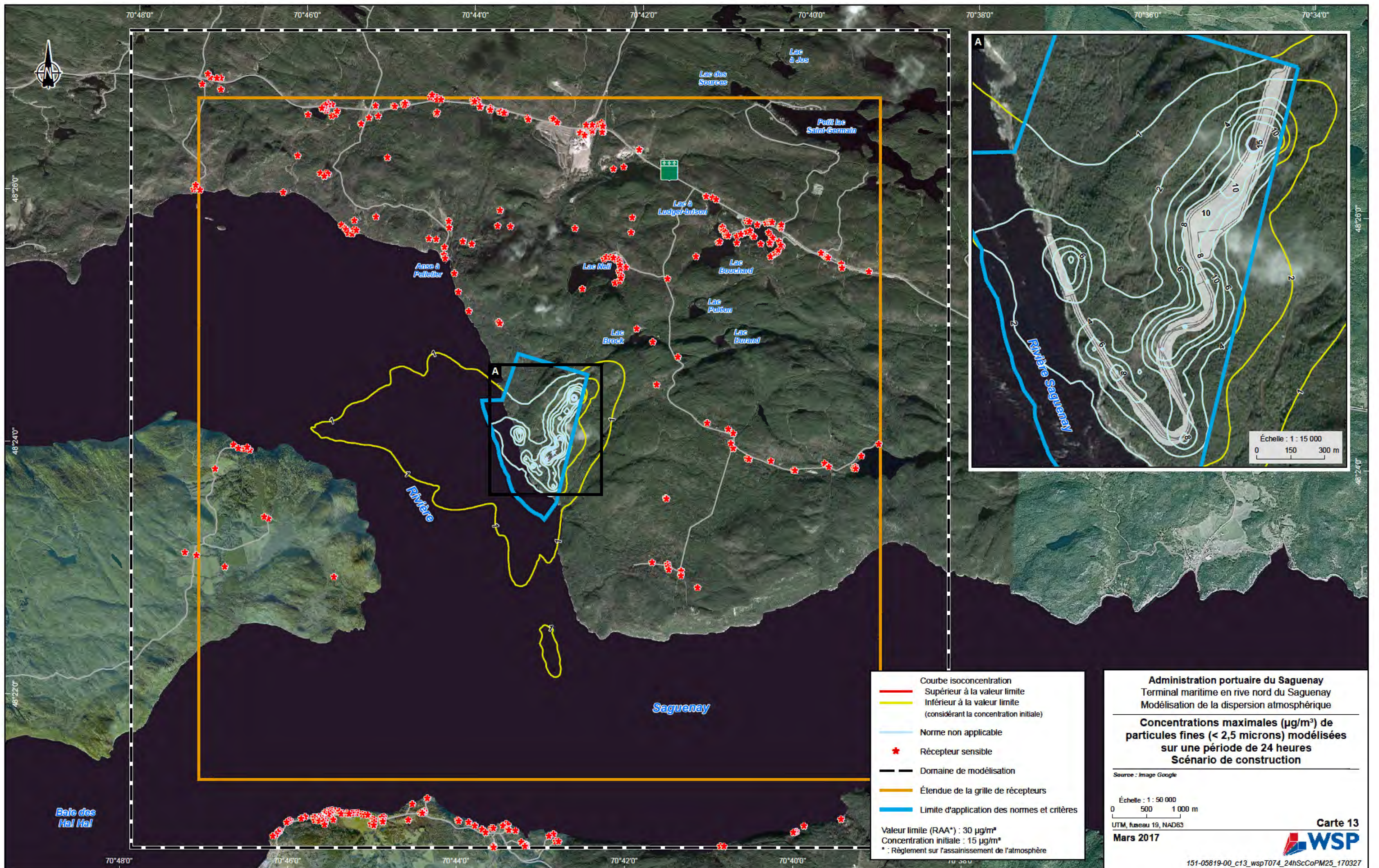
- Courbe isoconcentration
- ★ Récepteur sensible
- Domaine de modélisation
- Étendue de la grille de récepteurs
- Limite d'application des normes et critères

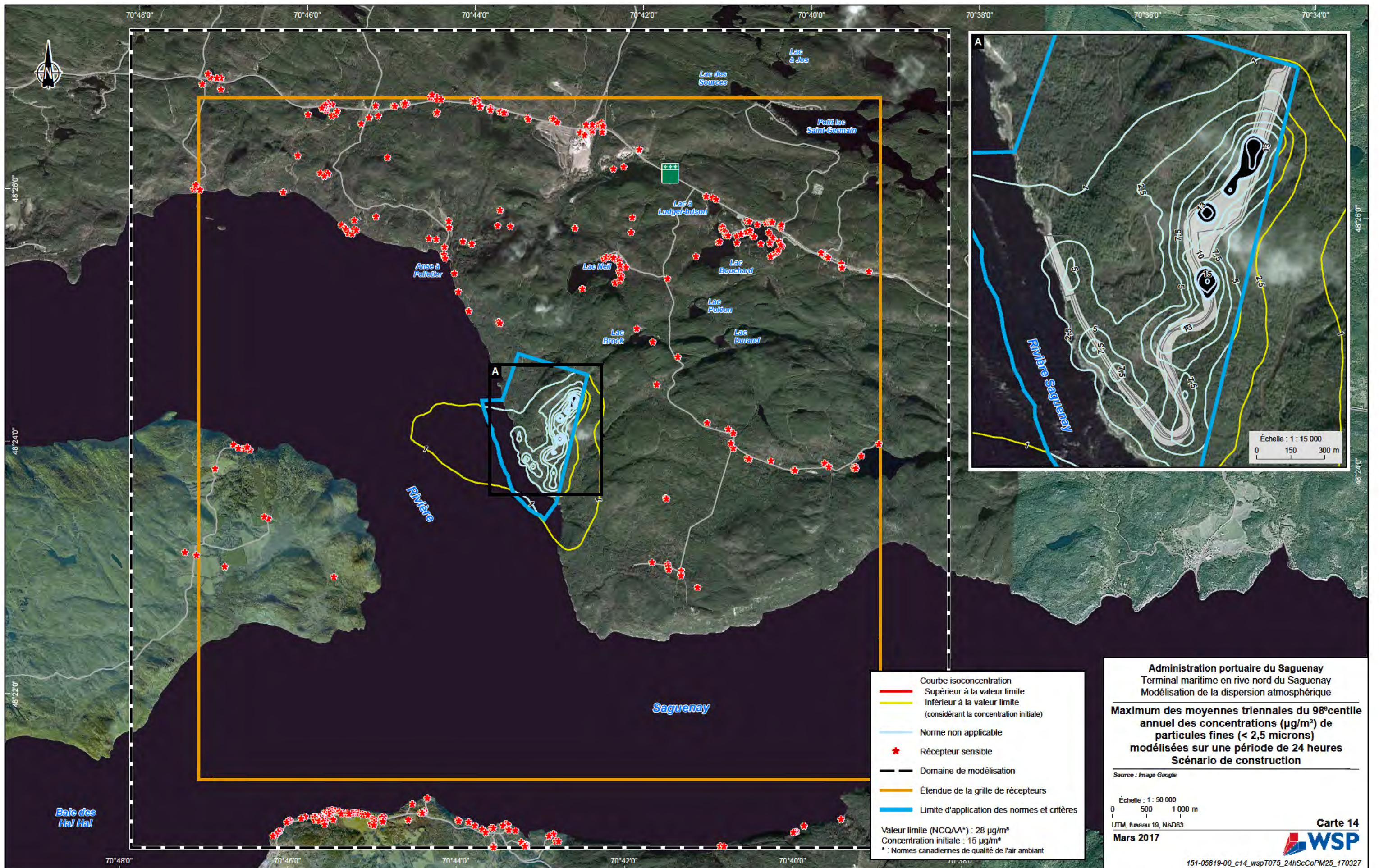
Administration portuaire du Saguenay
 Terminal maritime en rive nord du Saguenay
 Modélisation de la dispersion atmosphérique
Concentrations maximales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de
particules inférieures à 10 microns modélisées
sur une période de un an
Scénario de construction

Source : Image Google
 Échelle : 1 : 50 000
 0 500 1 000 m
 UTM, fuseau 19, NAD83
Mars 2017

Carte 12

151-05819-00_c12_wspT073_1aScCoPM10_170327





Courbe isoconcentration
 Supérieur à la valeur limite
 Inférieur à la valeur limite
 (considérant la concentration initiale)
 Norme non applicable
 Récepteur sensible
 Domaine de modélisation
 Étendue de la grille de récepteurs
 Limite d'application des normes et critères

Valeur limite (NCQAA*) : 28 µg/m³
 Concentration initiale : 15 µg/m³
 * : Normes canadiennes de qualité de l'air ambiant

Administration portuaire du Saguenay
 Terminal maritime en rive nord du Saguenay
 Modélisation de la dispersion atmosphérique

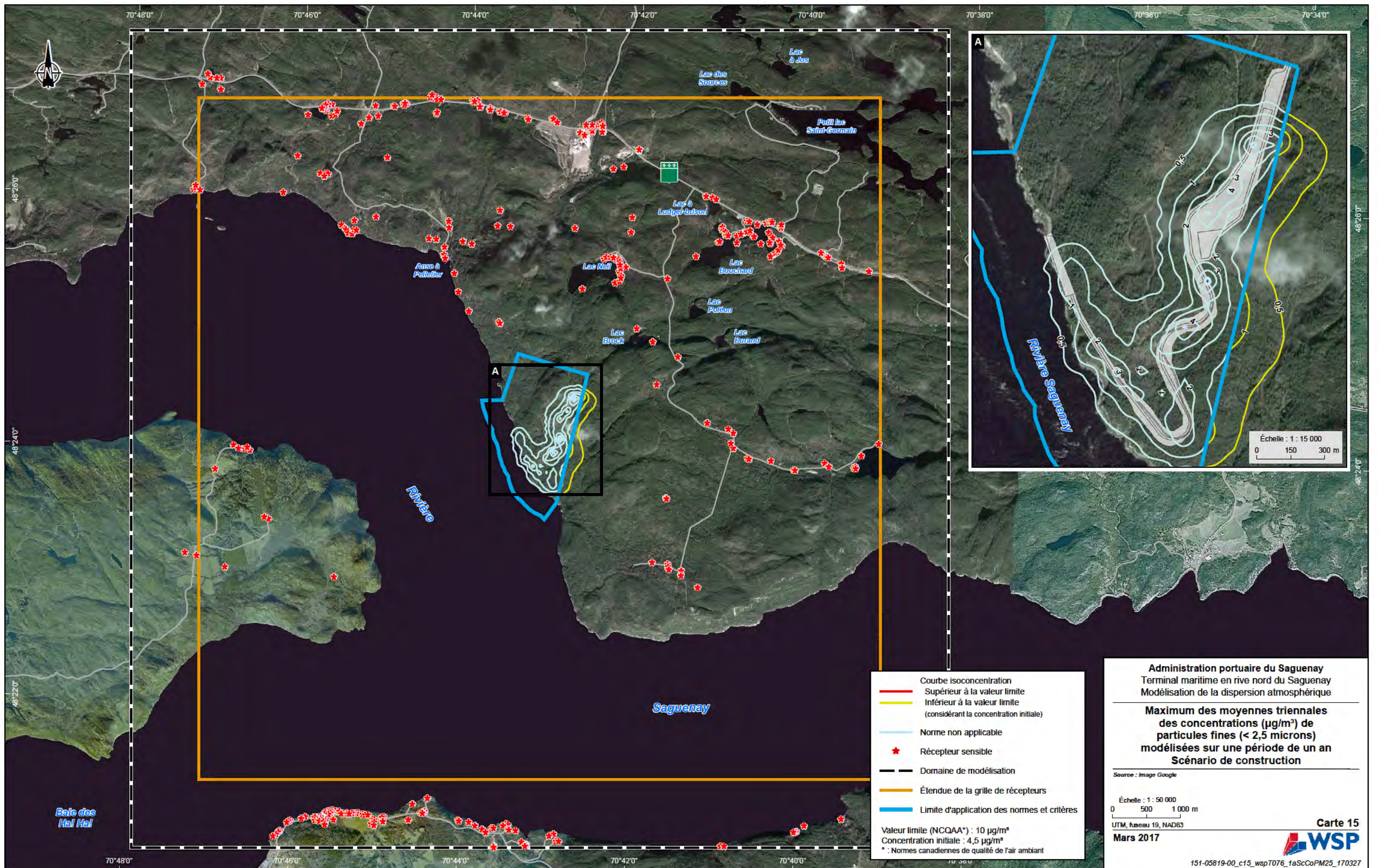
**Maximum des moyennes triennales du 98^e centile
 annuel des concentrations (µg/m³) de
 particules fines (< 2,5 microns)
 modélisées sur une période de 24 heures
 Scénario de construction**

Source : Image Google

Échelle : 1 : 50 000
 0 500 1 000 m
 UTM, fuseau 19, NAD83

Mars 2017

Carte 14
WSP
 151-05819-00_c14_wspT075_24hScCoPM25_170327



Courbe isoconcentration
 Supérieur à la valeur limite
 Inférieur à la valeur limite
 (considérant la concentration initiale)
 Norme non applicable
 Récepteur sensible
 Domaine de modélisation
 Étendue de la grille de récepteurs
 Limite d'application des normes et critères

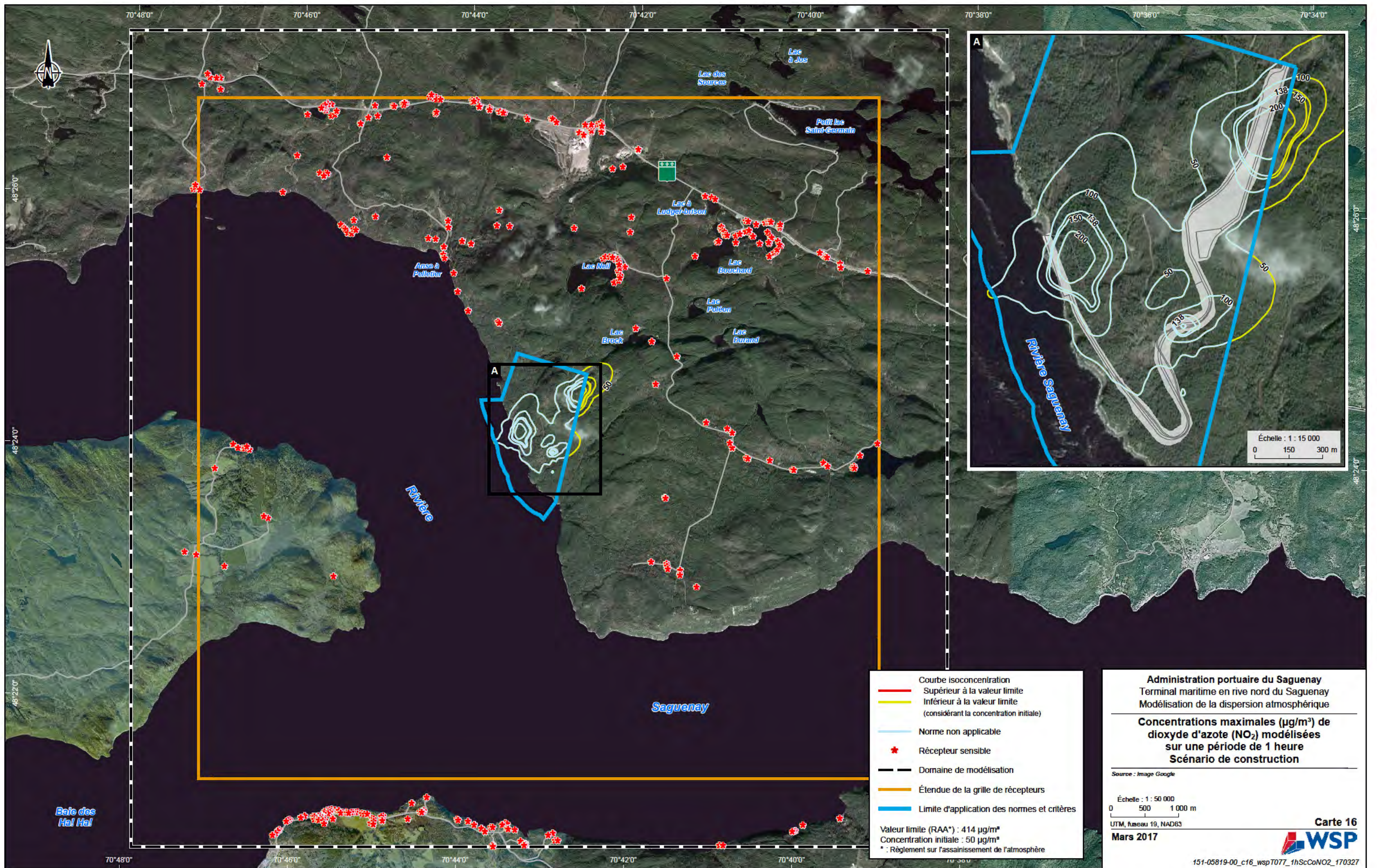
Valeur limite (NCQAA*) : 10 µg/m³
 Concentration initiale : 4,5 µg/m³
 * : Normes canadiennes de qualité de l'air ambiant

Administration portuaire du Saguenay
 Terminal maritime en rive nord du Saguenay
 Modélisation de la dispersion atmosphérique

**Maximum des moyennes triennales
 des concentrations (µg/m³) de
 particules fines (< 2,5 microns)
 modélisées sur une période de un an
 Scénario de construction**

Source : Image Google
 Échelle : 1 : 50 000
 0 500 1 000 m
 UTM, fuseau 19, NAD83
Mars 2017

Carte 15
WSP
 151-05819-00_c15_wspT076_1aScCoPM25_170327



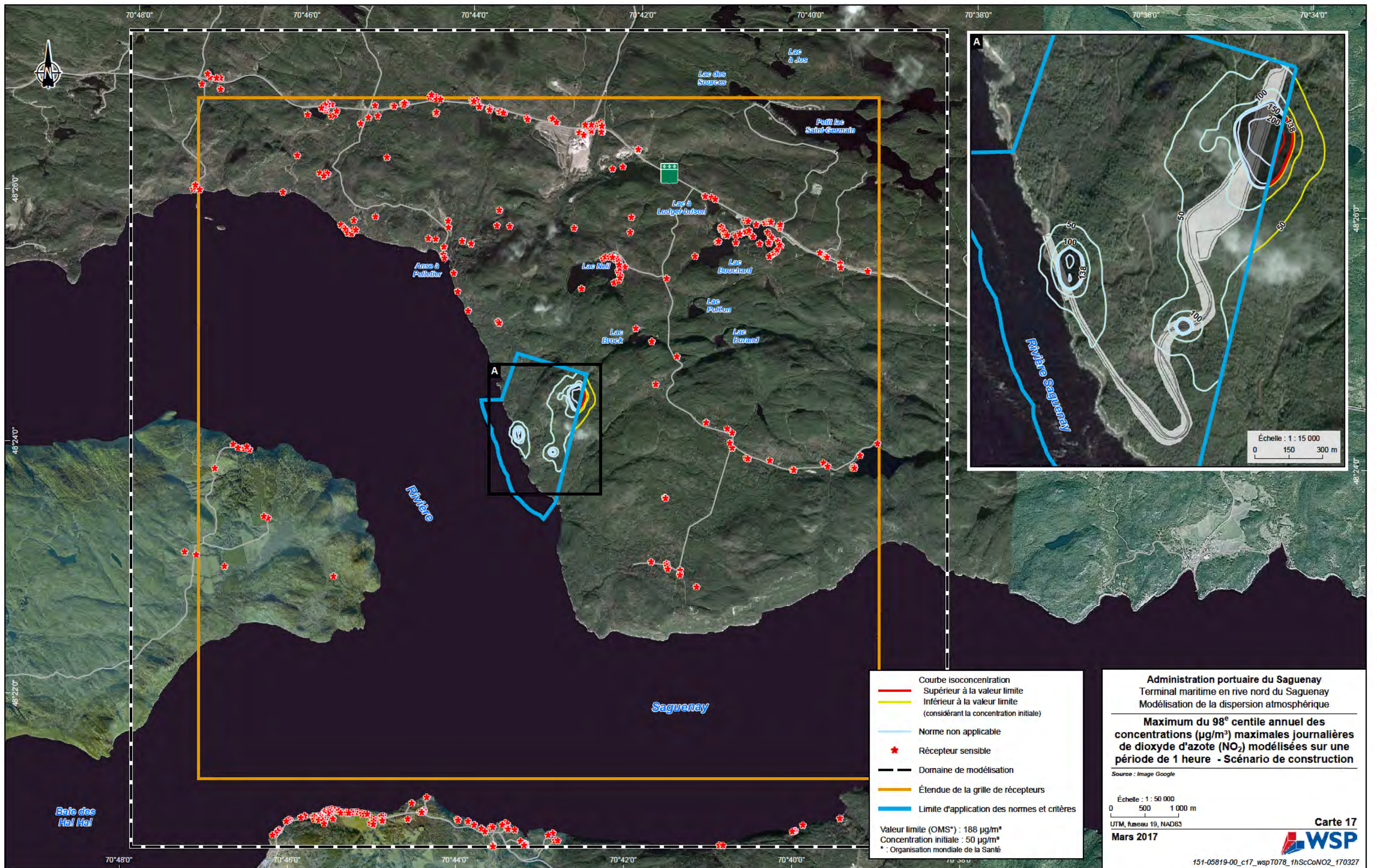
Courbe isoconcentration
 Supérieur à la valeur limite
 Inférieur à la valeur limite
 (considérant la concentration initiale)
 Norme non applicable
 Récepteur sensible
 Domaine de modélisation
 Étendue de la grille de récepteurs
 Limite d'application des normes et critères

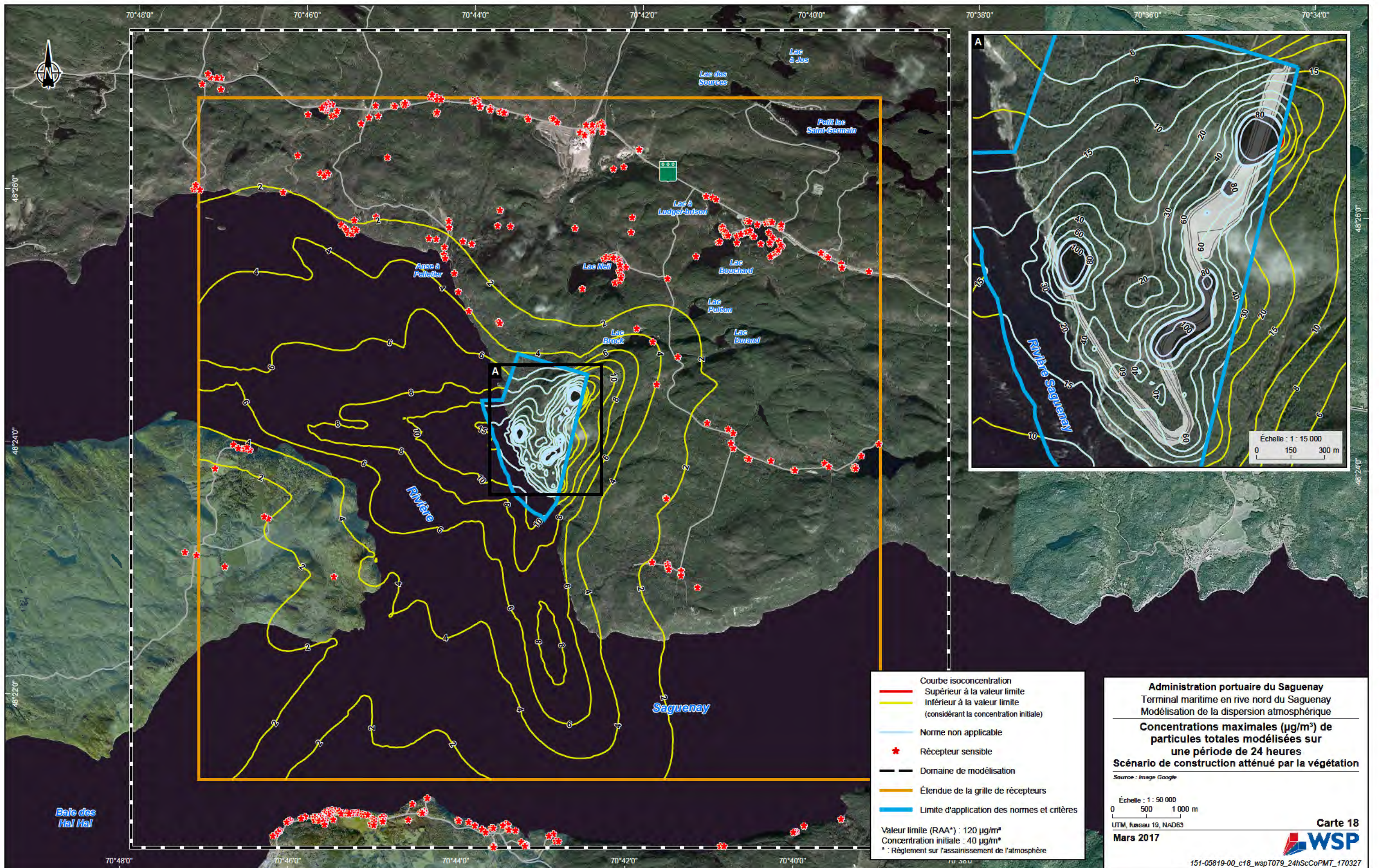
Valeur limite (RAA*) : 414 µg/m³
 Concentration initiale : 50 µg/m³
 * : Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère

Administration portuaire du Saguenay
 Terminal maritime en rive nord du Saguenay
 Modélisation de la dispersion atmosphérique
Concentrations maximales (µg/m³) de dioxyde d'azote (NO₂) modélisées sur une période de 1 heure
Scénario de construction

Source : Image Google
 Échelle : 1 : 50 000
 0 500 1 000 m
 UTM, fuseau 19, NAD83
Mars 2017

Carte 16
WSP
 151-05819-00_c16_wspT077_1hScCoNO2_170327





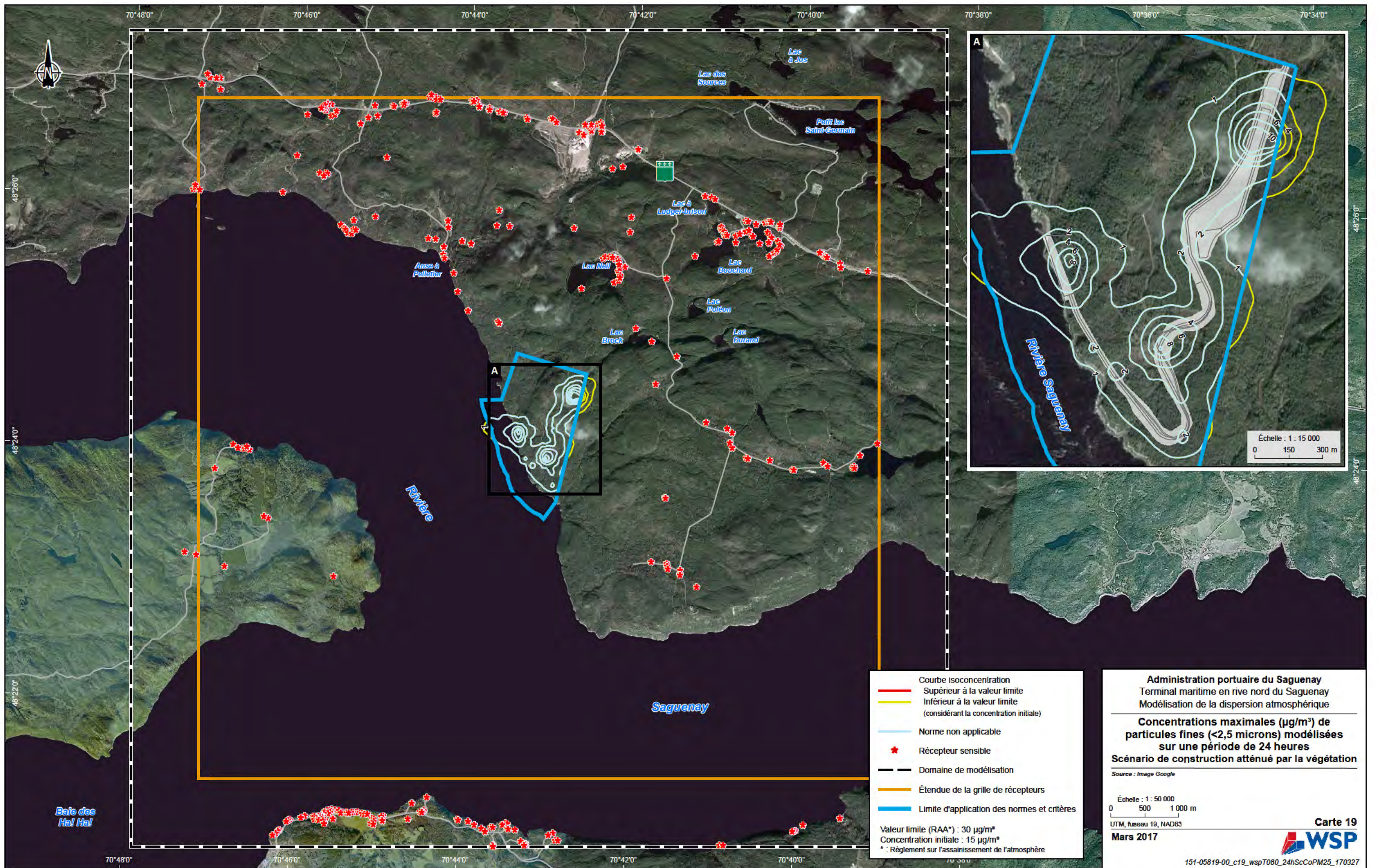
Courbe isoconcentration
 Supérieur à la valeur limite
 Inférieur à la valeur limite
 (considérant la concentration initiale)
 Norme non applicable
 Récepteur sensible
 Domaine de modélisation
 Étendue de la grille de récepteurs
 Limite d'application des normes et critères

Valeur limite (RAA*) : 120 µg/m³
 Concentration initiale : 40 µg/m³
 * : Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère

Administration portuaire du Saguenay
 Terminal maritime en rive nord du Saguenay
 Modélisation de la dispersion atmosphérique
**Concentrations maximales (µg/m³) de
 particules totales modélisées sur
 une période de 24 heures**
Scénario de construction atténué par la végétation
 Source : Image Google

Échelle : 1 : 50 000
 0 500 1 000 m
 UTM, fuseau 19, NAD83
Mars 2017

Carte 18
WSP
 151-05819-00_c18_wspT079_24hScCoPMT_170327



Courbe isoconcentration
 Supérieur à la valeur limite
 Inférieur à la valeur limite
 (considérant la concentration initiale)
 Norme non applicable
 Récepteur sensible
 Domaine de modélisation
 Étendue de la grille de récepteurs
 Limite d'application des normes et critères

Valeur limite (RAA*) : $30\ \mu\text{g}/\text{m}^3$
 Concentration initiale : $15\ \mu\text{g}/\text{m}^3$
 * : Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère

Administration portuaire du Saguenay
 Terminal maritime en rive nord du Saguenay
 Modélisation de la dispersion atmosphérique

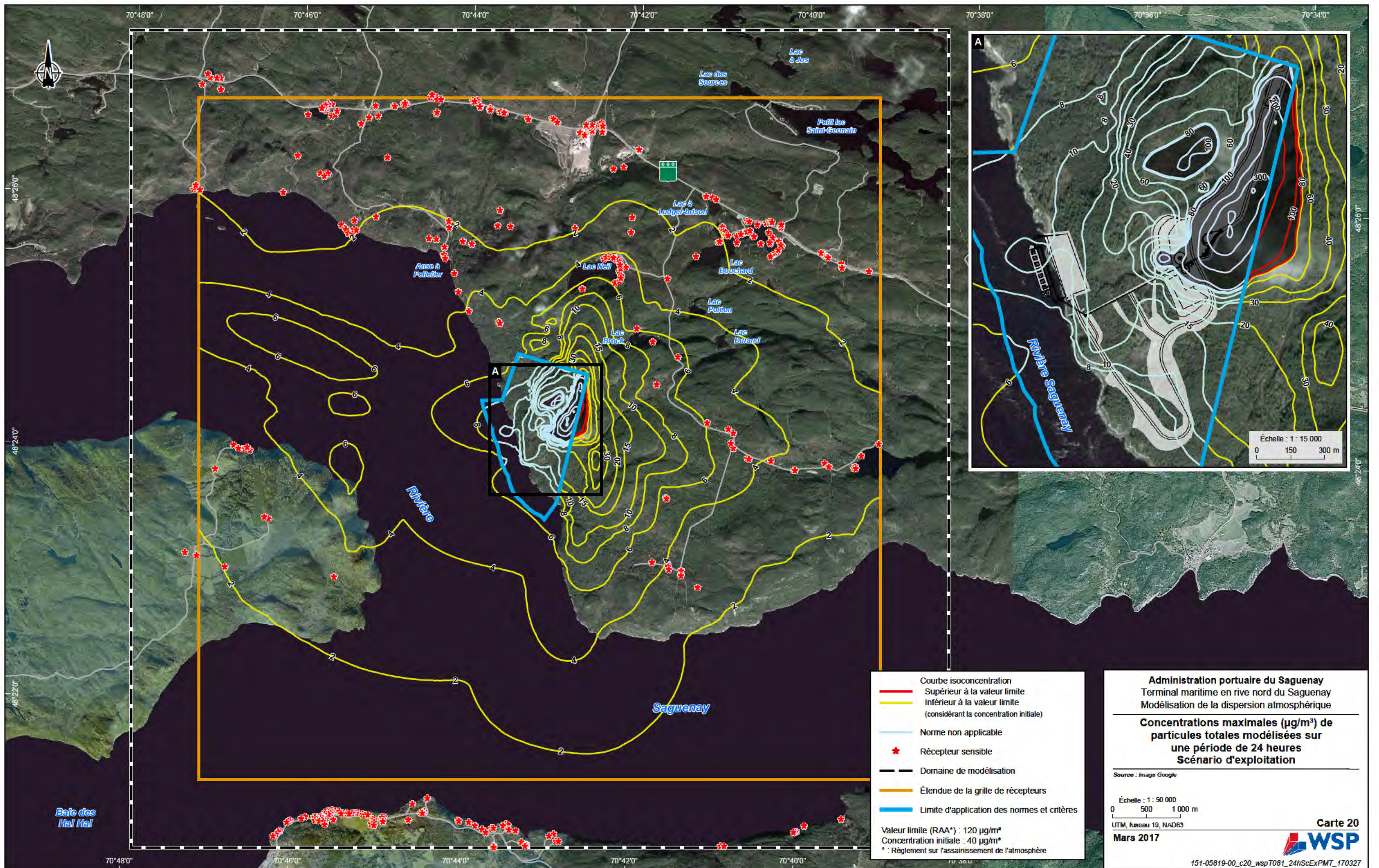
**Concentrations maximales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de
 particules fines ($<2,5$ microns) modélisées
 sur une période de 24 heures**
Scénario de construction atténué par la végétation

Source : Image Google

Échelle : 1 : 50 000
 0 500 1 000 m
 UTM, fuseau 19, NAD83
Mars 2017

Carte 19
WSP

151-05819-00_c19_wspT080_24hScCoPM25_170327



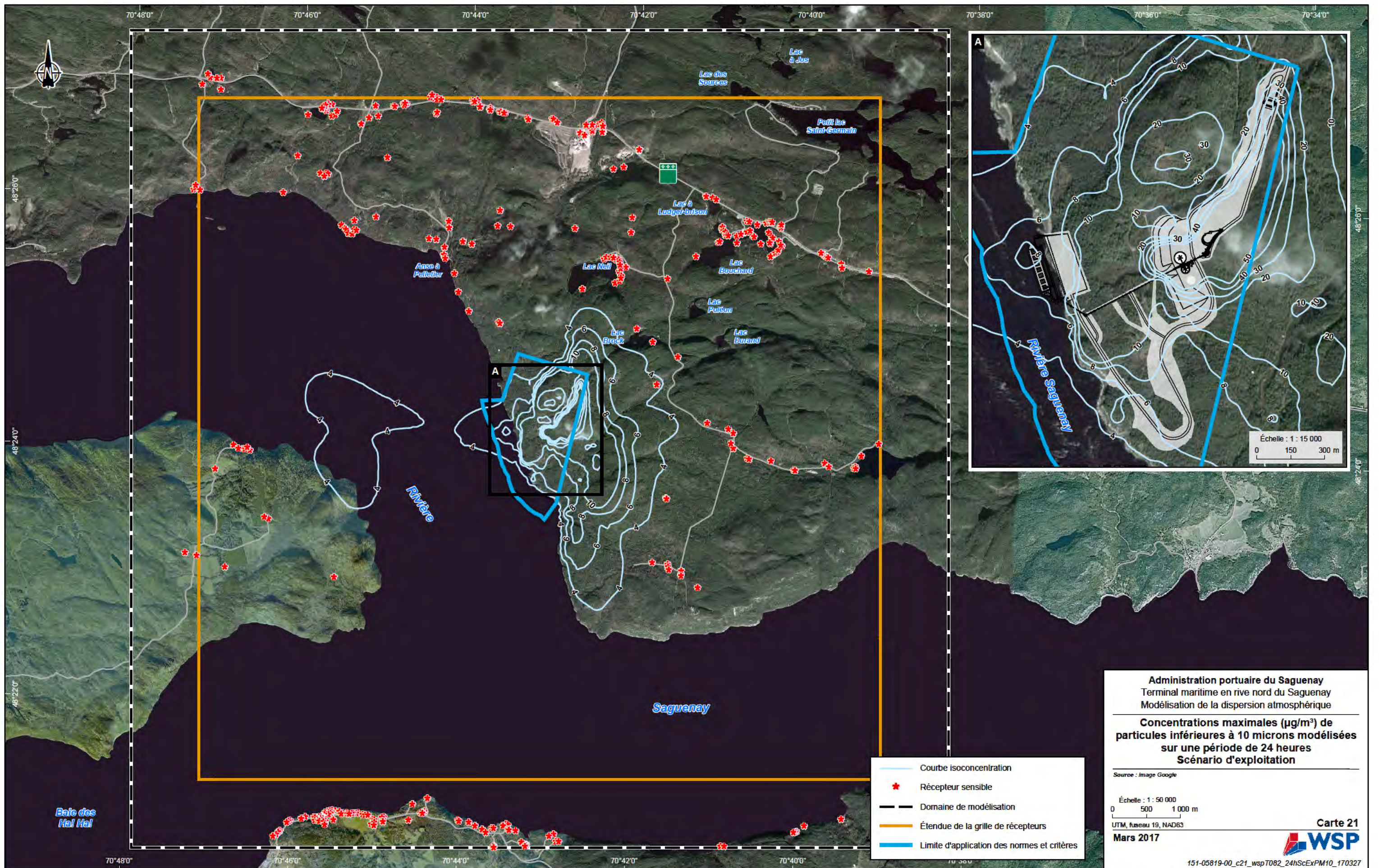
Courbe isoconcentration
 Supérieur à la valeur limite
 Inférieur à la valeur limite (considérant la concentration initiale)
 Norme non applicable
 Récepteur sensible
 Domaine de modélisation
 Étendue de la grille de récepteurs
 Limite d'application des normes et critères

Valeur limite (RAA*) : 120 µg/m³
 Concentration initiale : 40 µg/m³
 * : Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère

Administration portuaire du Saguenay
 Terminal maritime en rive nord du Saguenay
 Modélisation de la dispersion atmosphérique
Concentrations maximales (µg/m³) de particules totales modélisées sur une période de 24 heures
Scénario d'exploitation

Source : Image Google
 Échelle : 1 : 50 000
 0 500 1 000 m
 UTM, fuseau 19, NAD83
Mars 2017

Carte 20
WSP
 151-05819-00_c20_wspT081_24hScExPMT_170327








70°48'0" 70°46'0" 70°44'0" 70°42'0" 70°40'0" 70°38'0" 70°36'0" 70°34'0"

48°26'0" 48°24'0" 48°22'0"

48°26'0" 48°24'0"

70°48'0" 70°46'0" 70°44'0" 70°42'0" 70°40'0" 70°38'0"

-  Courbe isoconcentration
-  Récepteur sensible
-  Domaine de modélisation
-  Étendue de la grille de récepteurs
-  Limite d'application des normes et critères

Administration portuaire du Saguenay
 Terminal maritime en rive nord du Saguenay
 Modélisation de la dispersion atmosphérique

**Concentrations maximales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de
 particules inférieures à 10 microns modélisées
 sur une période de 24 heures
 Scénario d'exploitation**

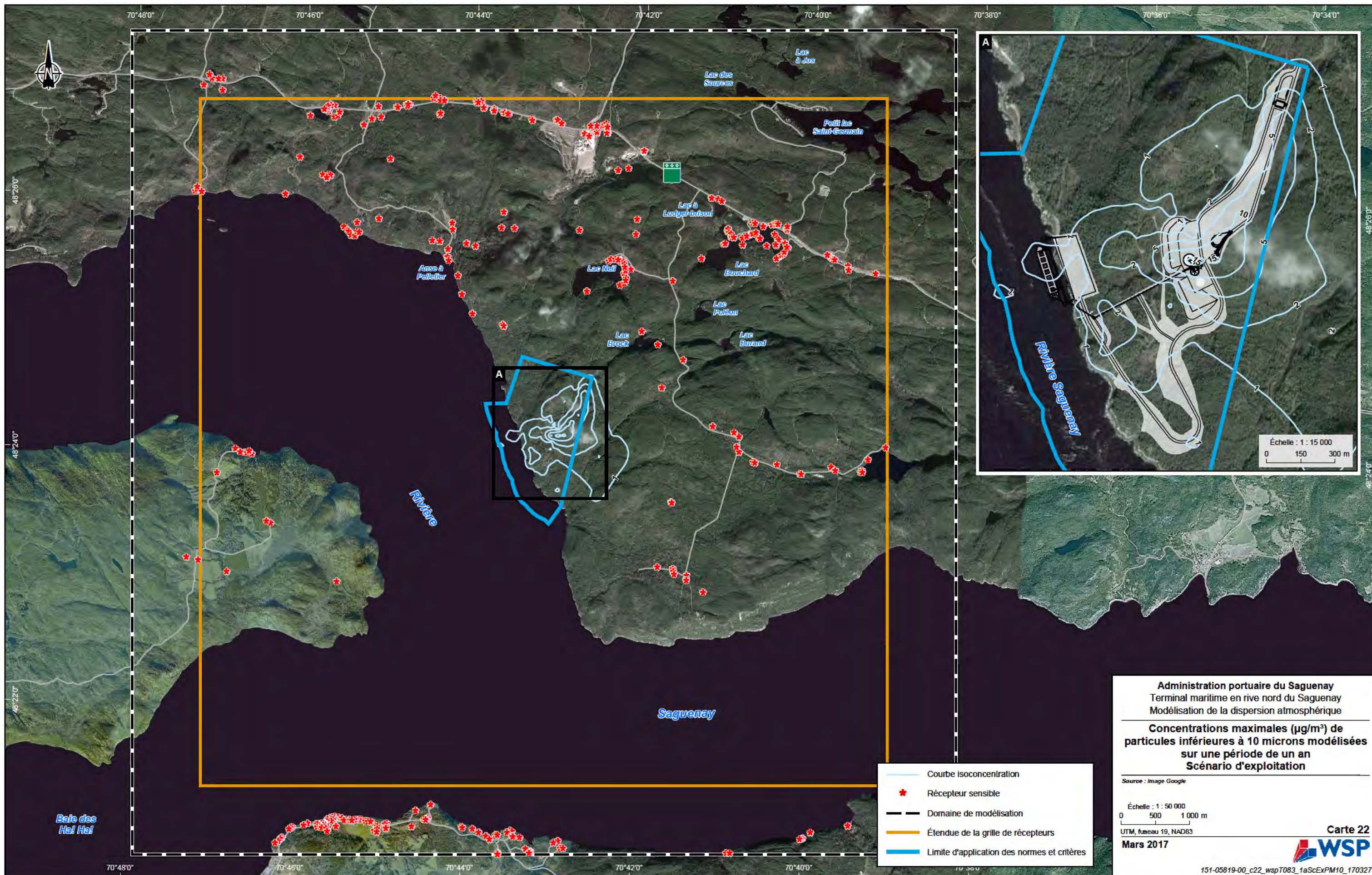
Source : Image Google

Échelle : 1 : 50 000
 0 500 1 000 m
 UTM, fuseau 19, NAD83

Mars 2017

Carte 21


151-05819-00_c21_wspT082_24hScExPM10_170327



- Courbe isoconcentration
- ★ Récepteur sensible
- Domaine de modélisation
- Étendue de la grille de récepteurs
- Limite d'application des normes et critères

Administration portuaire du Saguenay
Terminal maritime en rive nord du Saguenay
Modélisation de la dispersion atmosphérique

Concentrations maximales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de particules inférieures à 10 microns modélisées sur une période de un an Scénario d'exploitation

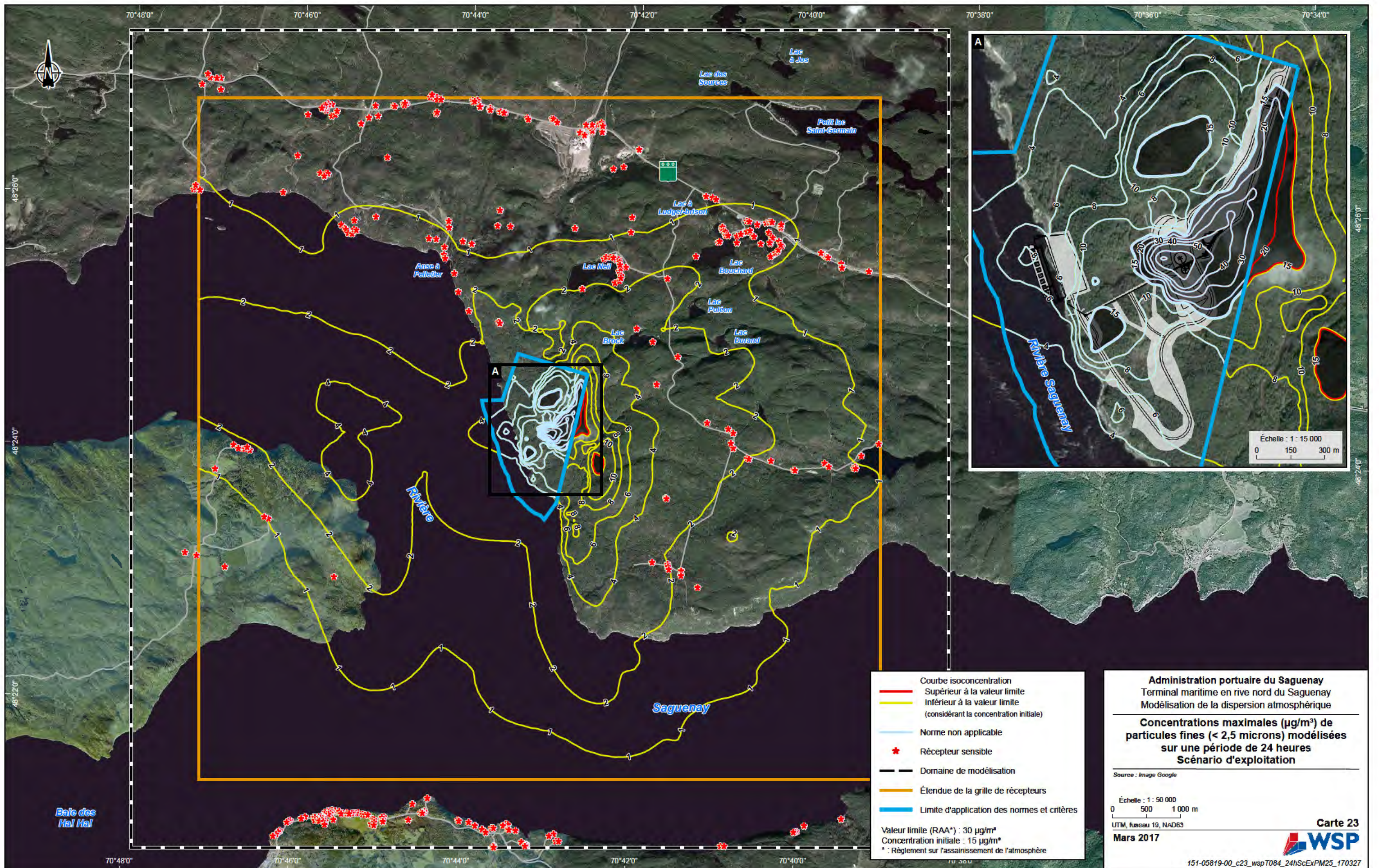
Source : Image Google

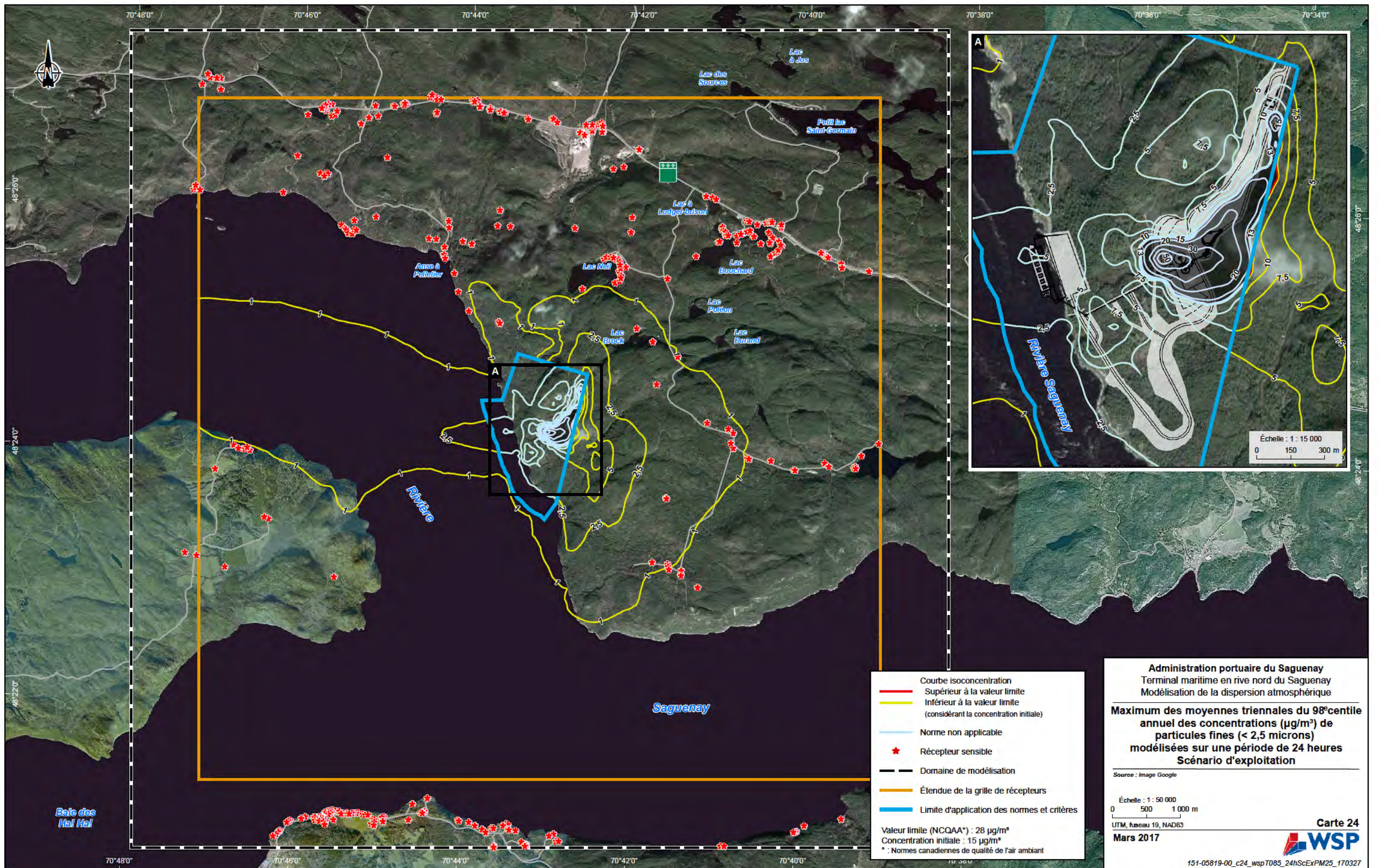
Échelle : 1 : 50 000
0 500 1 000 m
UTM, fuseau 19, NAD83

Mars 2017

Carte 22
WSP

151-05819-00_c22_wspT083_1aScExPM10_170327





- Courbe isoconcentration Supérieur à la valeur limite
 - Inférieur à la valeur limite (considérant la concentration initiale)
 - Norme non applicable
 - ★ Récepteur sensible
 - Domaine de modélisation
 - Étendue de la grille de récepteurs
 - Limite d'application des normes et critères
- Valeur limite (NCQAA*) : 28 µg/m³
 Concentration initiale : 15 µg/m³
 * : Normes canadiennes de qualité de l'air ambiant

Administration portuaire du Saguenay
 Terminal maritime en rive nord du Saguenay
 Modélisation de la dispersion atmosphérique

Maximum des moyennes triennales du 98^e centile annuel des concentrations (µg/m³) de particules fines (< 2,5 microns) modélisées sur une période de 24 heures Scénario d'exploitation

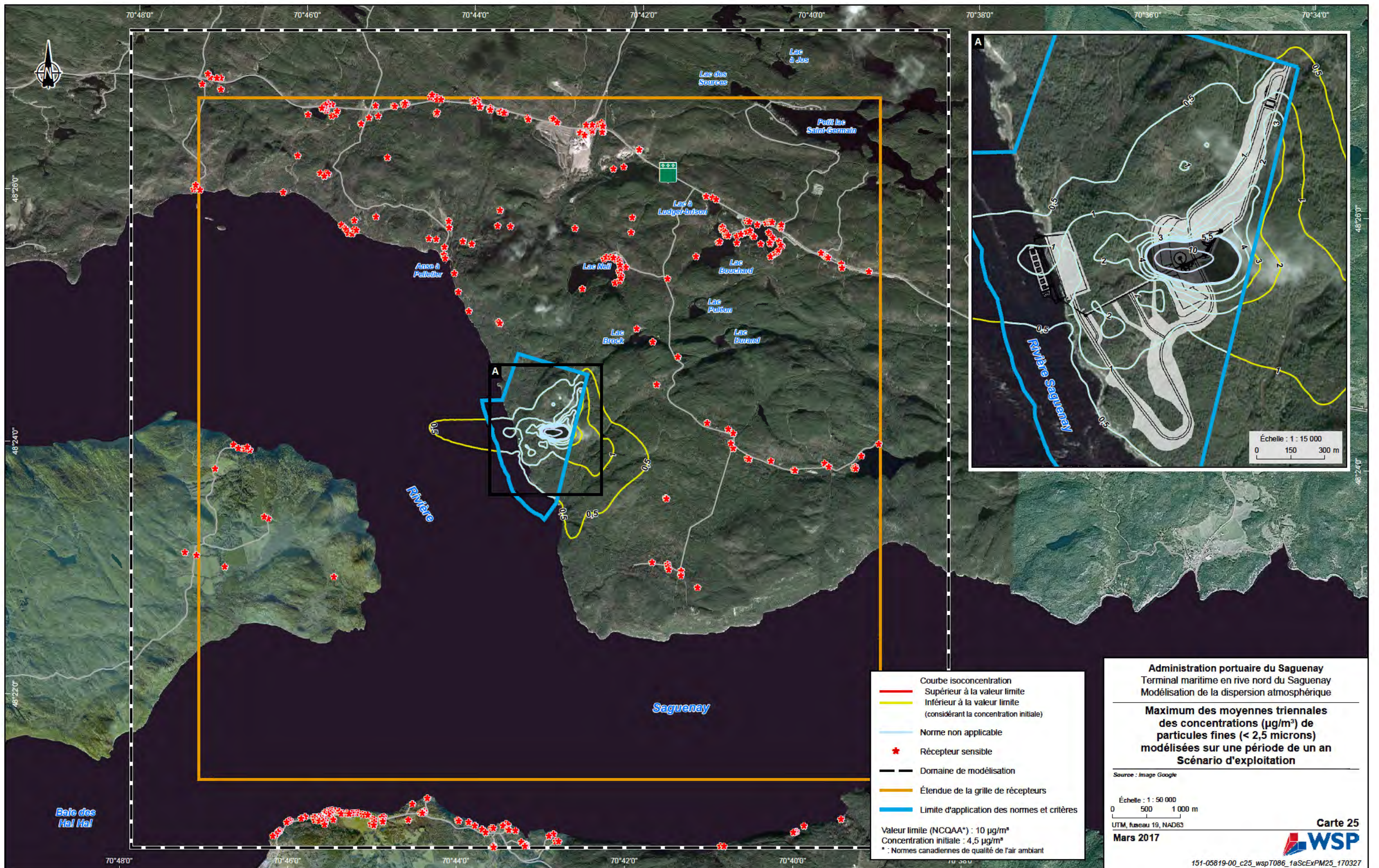
Source : Image Google

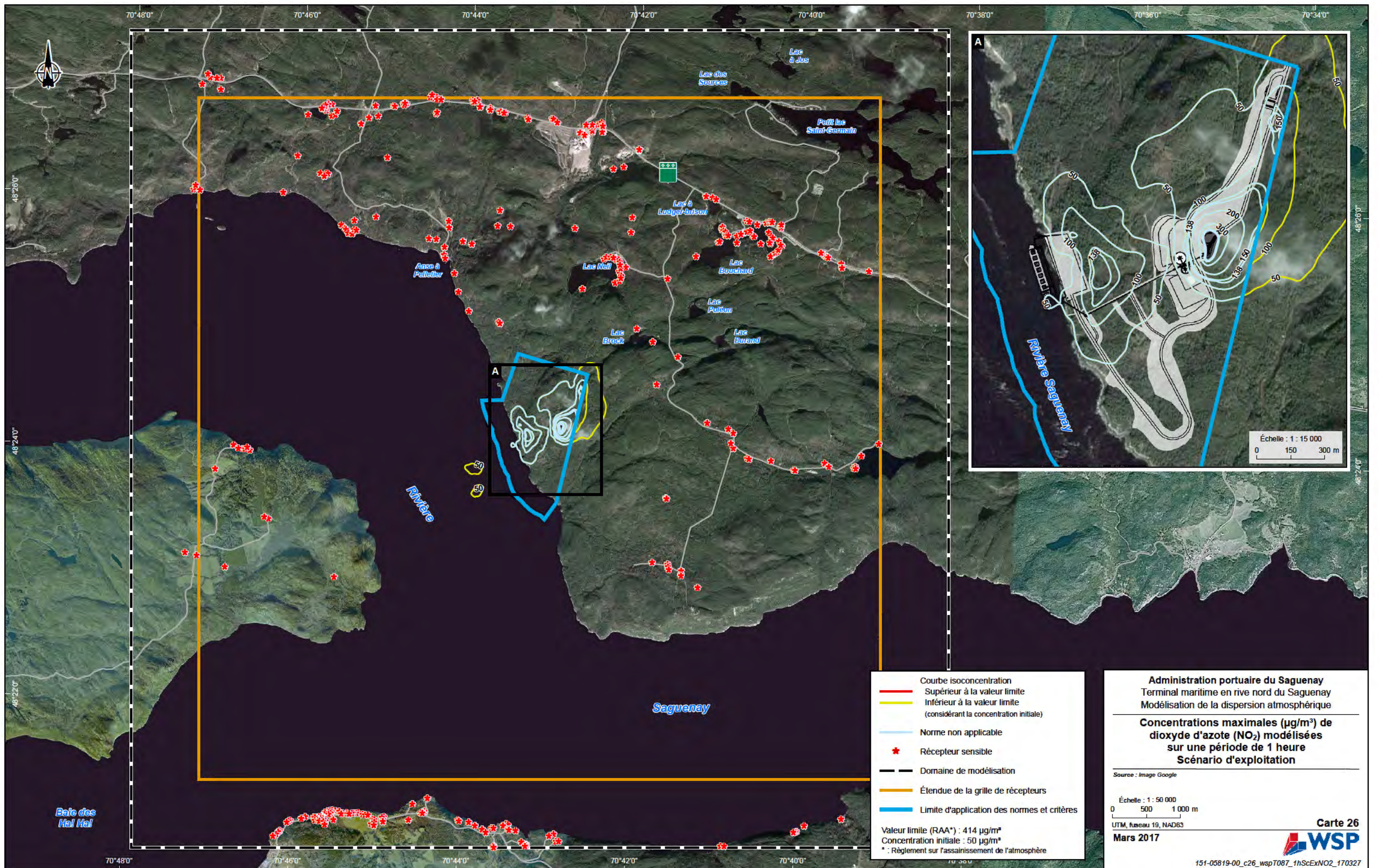
Échelle : 1 : 50 000
 0 500 1 000 m
 UTM, fuseau 19, NAD83

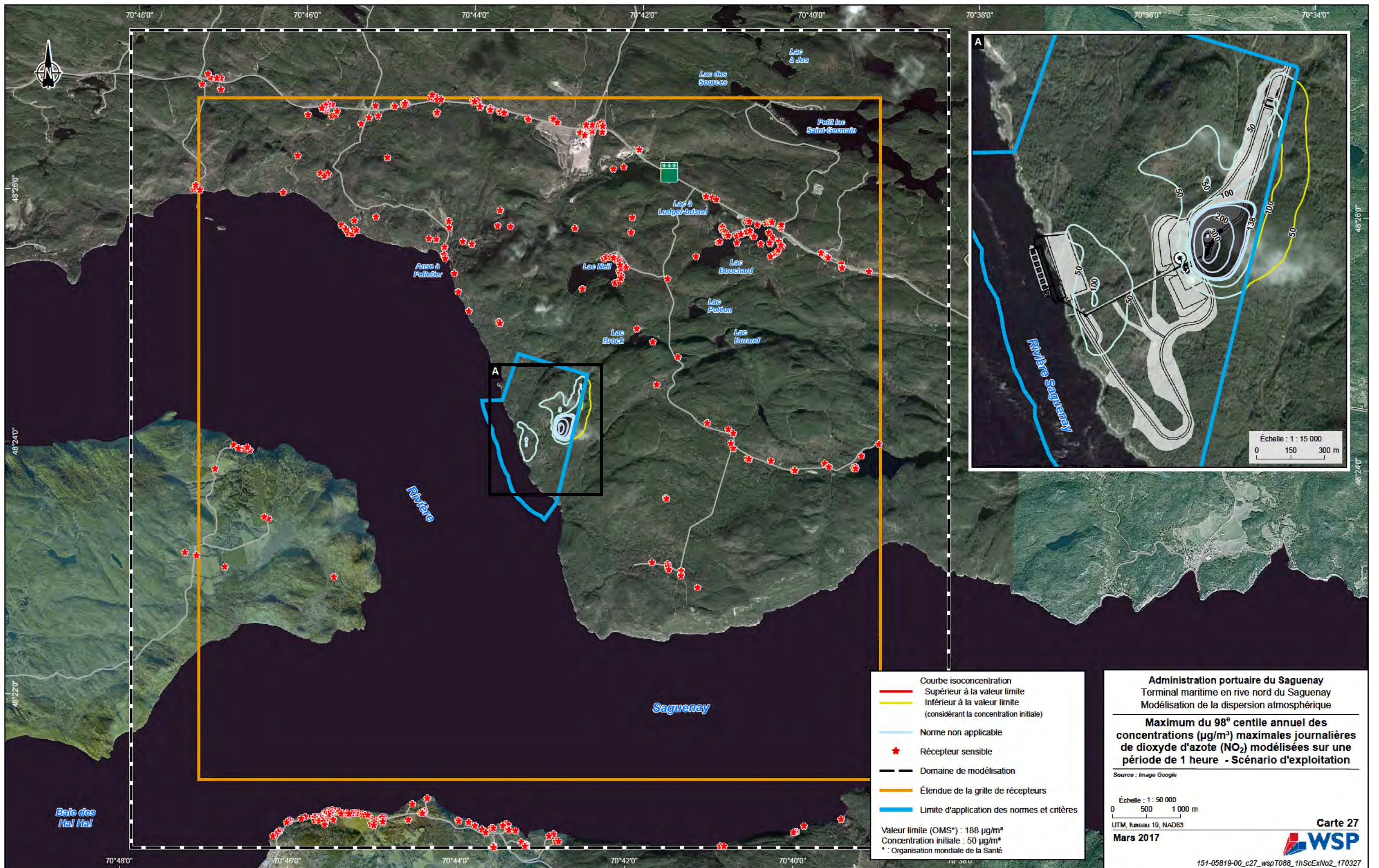
Mars 2017

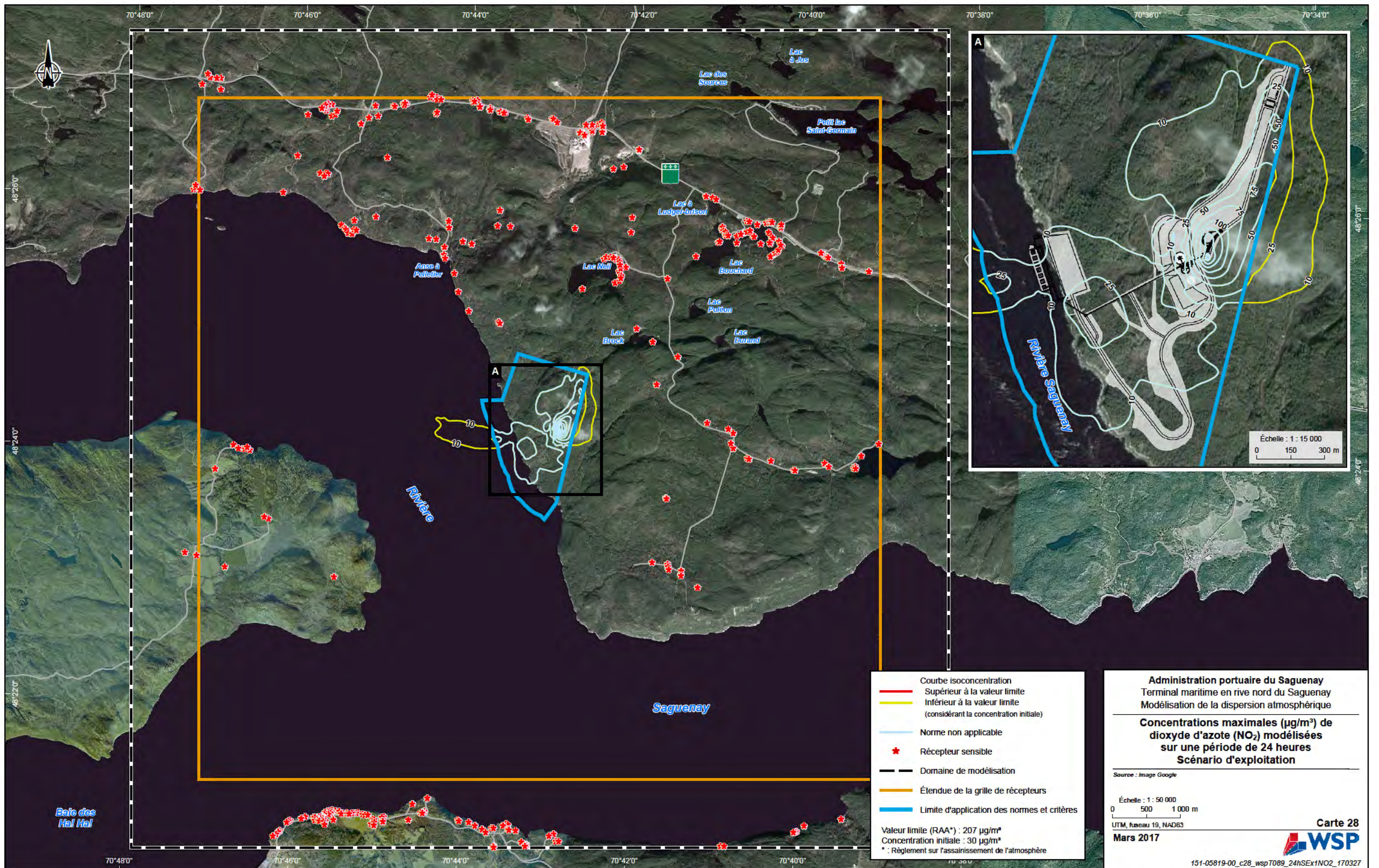
Carte 24
WSP

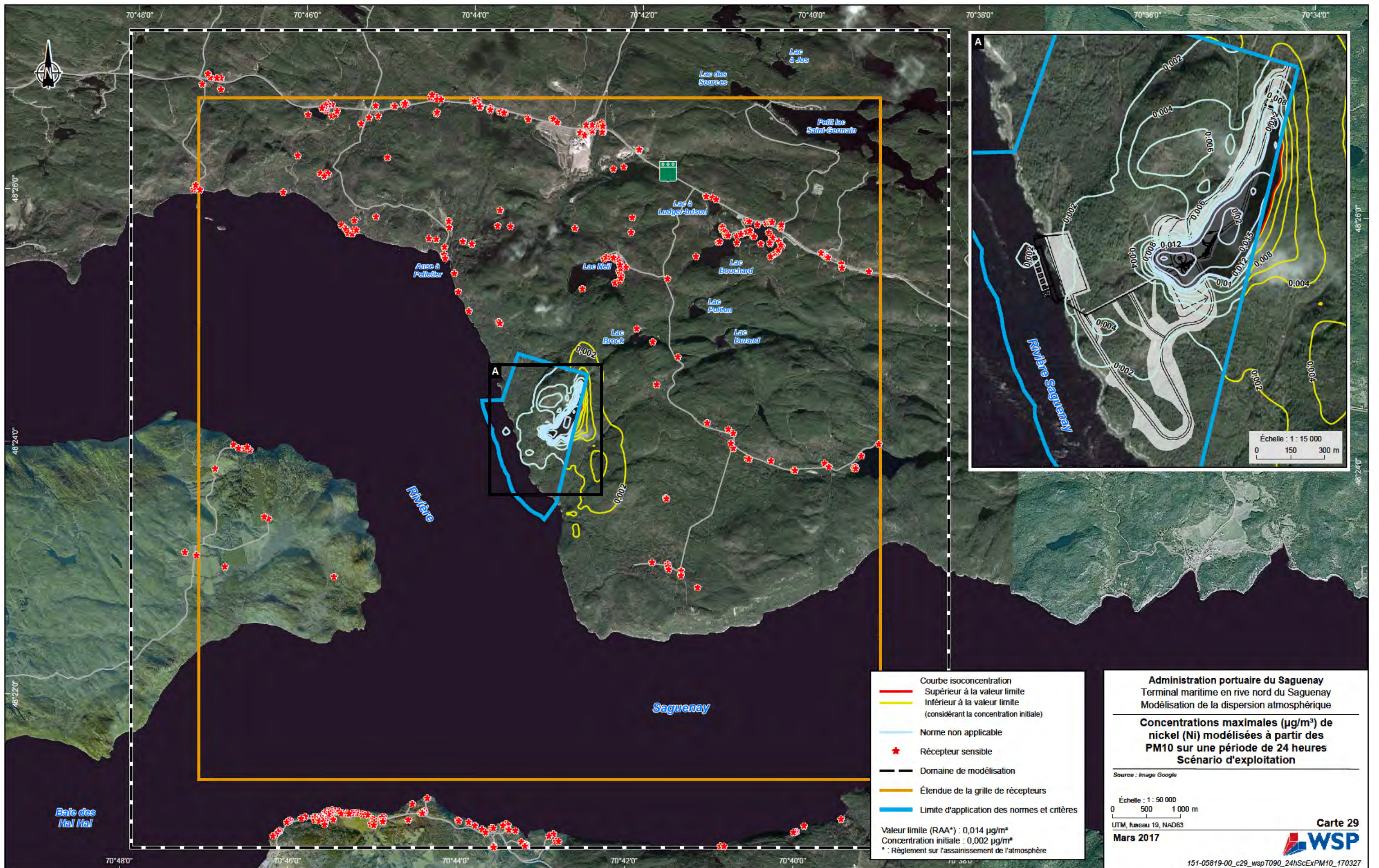
151-05819-00_c24_wspT085_24hScExPM25_170327











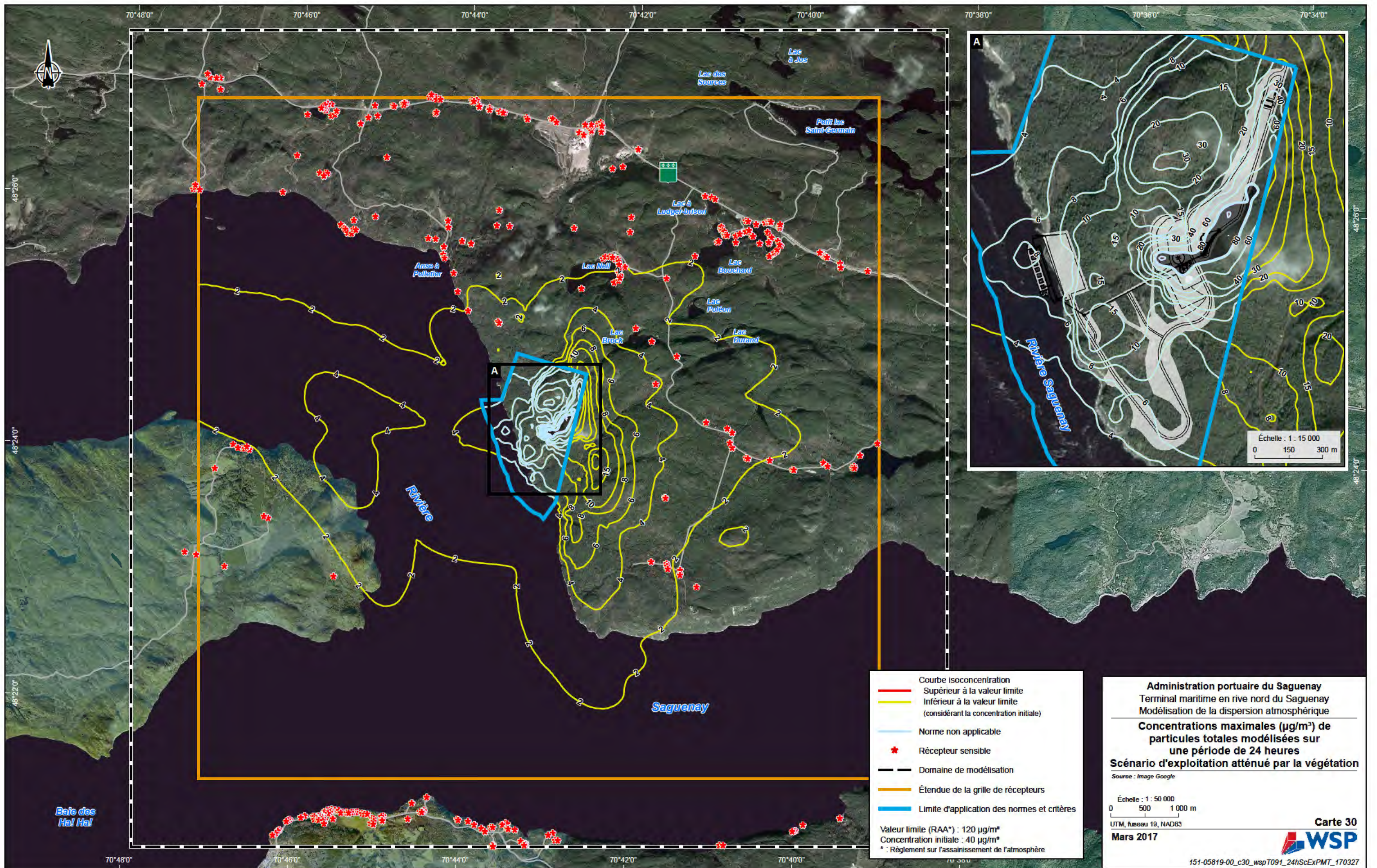
Courbe isoconcentration
 Supérieur à la valeur limite
 Inférieur à la valeur limite
 (considérant la concentration initiale)
 Norme non applicable
 Récepteur sensible
 Domaine de modélisation
 Étendue de la grille de récepteurs
 Limite d'application des normes et critères

Valeur limite (RAA*) : 0,014 µg/m³
 Concentration initiale : 0,002 µg/m³
 * : Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère

Administration portuaire du Saguenay
 Terminal maritime en rive nord du Saguenay
 Modélisation de la dispersion atmosphérique
Concentrations maximales (µg/m³) de nickel (Ni) modélisées à partir des PM10 sur une période de 24 heures
Scénario d'exploitation

Source : Image Google
 Échelle : 1 : 50 000
 0 500 1 000 m
 UTM, fuseau 19, NAD83
Mars 2017

Carte 29
WSP
 151-05819-00_c29_wspT090_24hScExPM10_170327



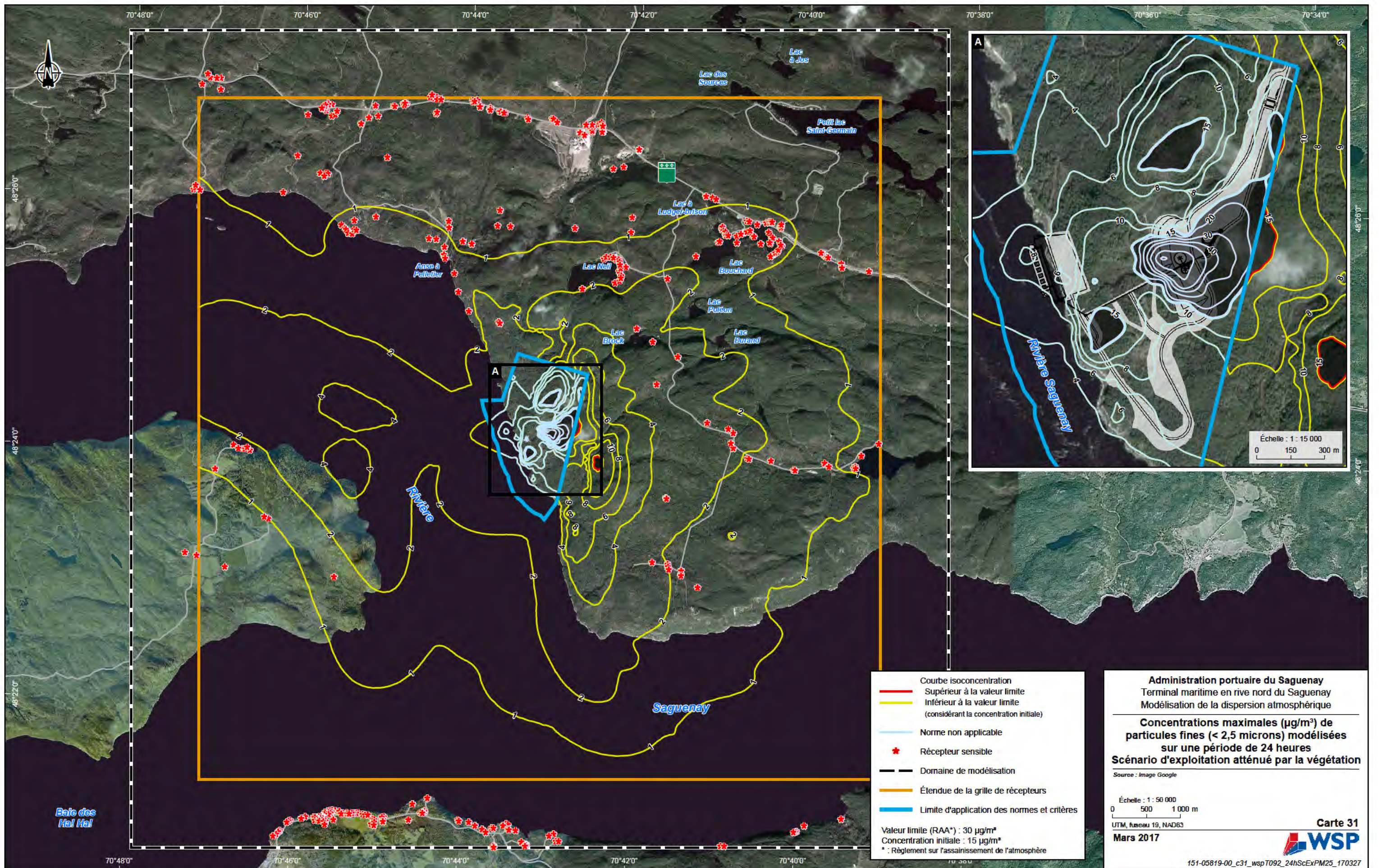
Courbe isoconcentration
 Supérieur à la valeur limite
 Inférieur à la valeur limite
 (considérant la concentration initiale)
 Norme non applicable
 Récepteur sensible
 Domaine de modélisation
 Étendue de la grille de récepteurs
 Limite d'application des normes et critères

Valeur limite (RAA*) : 120 µg/m³
 Concentration initiale : 40 µg/m³
 * : Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère

Administration portuaire du Saguenay
 Terminal maritime en rive nord du Saguenay
 Modélisation de la dispersion atmosphérique
**Concentrations maximales (µg/m³) de
 particules totales modélisées sur
 une période de 24 heures**
Scénario d'exploitation atténué par la végétation
 Source : Image Google

Échelle : 1 : 50 000
 0 500 1 000 m
 UTM, fuseau 19, NAD83
Mars 2017

Carte 30
WSP
 151-05819-00_c30_wspT091_24hScExPMT_170327



- Courbe isoconcentration
 - Supérieur à la valeur limite
 - Inférieur à la valeur limite (considérant la concentration initiale)
 - Norme non applicable
 - ★ Récepteur sensible
 - Domaine de modélisation
 - Étendue de la grille de récepteurs
 - Limite d'application des normes et critères
- Valeur limite (RAA*) : $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 Concentration initiale : $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 * : Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère

Administration portuaire du Saguenay
 Terminal maritime en rive nord du Saguenay
 Modélisation de la dispersion atmosphérique

Concentrations maximales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de particules fines ($< 2,5$ microns) modélisées sur une période de 24 heures
Scénario d'exploitation atténué par la végétation

Source : Image Google

Échelle : 1 : 50 000
 0 500 1 000 m
 UTM, fuseau 19, NAD83

Mars 2017

Carte 31
WSP

151-05819-00_c31_wspT092_24hScExPM25_170327

Annexe C

EXEMPLES DE CALCULS DES TAUX D'ÉMISSIONS

Tableau C 1 : Facteur de conversion d'unité

Item	Unité	Variable	Valeur
Conversion j - h	h/j	h	24
Conversion h - s	s/h	Cs	3600
Conversion m - km	m/km	Ckm	1000
Conversion kg - Mg	kg/Mg	Ckg	1000
Conversion kg - g	g/kg	Cg-kg	1000
Conversion mg - g	g/mg	Cg-mg	0.001
Conversion short ton - Mg (lm)	short tons/Mg	CMg	1.10
Conversion ktm - Mg	Mg/ktm	Cktm	1000
Conversion lb - kg	kg/lb	Clb	0.4536
Conversion 10 ³ gal - L	L/10 ³ gal	Ckgal	3785.4

Tableau C 2 : Source ponctuelle- Dépoussiéreur - TRIP

Item	Unité	Variable	Valeur	Références
Débit des gaz à la sortie	Nm ³ /s	D	2.91	Description des opérations par ALESA
Facteur d'émission (PMTot)	mg/Nm ³	EPMTot	10	Garantie d'émissions du fournisseur des dépoussiéreurs
A - Matières particulaires totales (PMT)				
Taux d'émission	g/s	TEPMTot	2.91E-02	EPMTot * D x Cg-mg
B - Matières particulaires 10 µm (PM10)				
Facteur d'échelle	-	F10	1.00	Granulométrie non disponible, hypothèse conservatrice: PM10 = PMT
Taux d'émission	g/s	TEPM10	2.91E-02	TEPMTot * F10
C - Matières particulaires 2.5 µm (PM2,5)				
Facteur d'échelle	-	F2,5	1.00	Granulométrie non disponible, hypothèse conservatrice: PM2,5 = PMT
Taux d'émission	g/s	TEPM2,5	2.91E-02	TEPMTot * F2,5

Tableau C 3 : Source fugitive – Activité de chargement/déchargement – LOADL1

Item	Unité	Variable	Valeur	Références
Tonnage journalier chargé/déchargé	ktm/jour	T	7.20	Description des opérations de construction
Nb. d'heures de travail prévu par an	h/jour	Hj	9	Description des opérations de construction
U (vitesse moyenne du vent)	m/s	U	3.51	Vitesse moyenne des vents pour les années modélisées 2010 à 2014 au site étudié
% d'humidité matière chargée	%	M	5.0	Description des opérations de construction
A - Matières particulaires totales (PMT)				
k	-	K	0.74	AP 42, sect. 13.2.4.3
Facteur d'émission	kg/Mg	E	0.000603	AP 42, sect. 13.2.4.3
Taux d'émission	g/s	TE _{PMTot}	1.34E-01	$E \times T \times C_{ktm} \times C_g / (H_j \times C_s)$
B - Matières particulaires 10 µm (PM₁₀)				
k (< 10 µm)	-	k	0.35	AP 42, sect. 13.2.4.3
Facteur d'émission	kg/Mg	E	0.000285	AP 42, sect. 13.2.4.3
Taux d'émission	g/s	TE _{PM10}	6.33E-02	$E \times T \times C_{ktm} \times C_g / (H_j \times C_s)$
C - Matières particulaires 2.5 µm (PM_{2,5})				
k (< 2,5 µm)	-	K	0.053	AP 42, sect. 13.2.4.3
Facteur d'émission	kg/Mg	E	0.000043	AP 42, sect. 13.2.4.3
Taux d'émission	g/s	TE _{PM2,5}	9.59E-03	$E \times T \times C_{ktm} \times C_g / (H_j \times C_s)$

Tableau C 4 : Source fugitive – Activité de boutage – DOZ1

Item	Unité	Variable	Valeur	Références
Teneur moyenne en silt	%	s	4.5	Description des opérations de construction
% d'humidité matière chargée	%	M	5	Description des opérations de construction
Pourcentage d'utilisation	%	Utl	50	Hypothèse taux d'utilisation
A - Matières particulaires totales (PMT)				
Facteur d'émission	kg/hr	E_{tot}	1.95	AP42 11.9 Western surface coal mine; Table 11.9-2
Taux d'émission	g/s	TE_{PMTot}	2.71E-01	$E_{tot} \times Utl \times Cg / Cs$
B - Matières particulaires 10 µm (PM₁₀)				
Facteur d'échelle	-	F_{10}	0.75	AP42 11.9 Western surface coal mine; Table 11.9-2
Taux d'émission	g/s	ER_{PM10}	4.70E-02	$E_{15} \times F_{10} \times Utl \times Cg / Cs$
C - Matières particulaires 2.5 µm (PM_{2.5})				
Facteur d'échelle	-	$F_{2.5}$	0.105	AP42 11.9 Western surface coal mine; Table 11.9-2
Taux d'émission	g/s	$ER_{PM2.5}$	2.84E-02	$E_{tot} \times F_{2.5} \times Utl \times Cg / Cs$

Tableau C 5 : Source fugitive – Activité de concassage – CRUSH1

Item	Unité	Variable	Valeur	Références
Tonnage journalier	ktn	T	7.2	Description des opérations de construction
Nombre d'heures d'utilisation par jour	h	Hj	9	Description des opérations de construction
A - Matières particulaires totales (PMT)				
Facteur d'émission	kg/Mg	E_{tot}	0.0006	AP42 11.19.2 Crushed stone processing and pulverized mineral processing; Table 11.19.2-1 - Tertiary Crushing (controlled)
Taux d'émission	g/s	TE_{PMTot}	1.33E-01	$E_{tot} \times Cg\text{-kg} \times T \times Cktn / Cs / Hj$
B - Matières particulaires 10 µm (PM₁₀)				
Facteur d'émission	kg/Mg	E_{10}	0.00027	AP42 11.19.2 Crushed stone processing and pulverized mineral processing; Table 11.19.2-1 - Tertiary Crushing (controlled)
Taux d'émission	g/s	ER_{PM10}	6.00E-02	$E_{10} \times Cg\text{-kg} \times T \times Cktn / Cs / Hj$
C - Matières particulaires 2.5 µm (PM_{2.5})				
Facteur d'émission	kg/Mg	$E_{2.5}$	0.00005	AP42 11.19.2 Crushed stone processing and pulverized mineral processing; Table 11.19.2-1 - Tertiary Crushing (controlled)
Taux d'émission	g/s	$ER_{PM2.5}$	1.11E-02	$E_{2.5} \times Cg\text{-kg} \times T \times Cktn / Cs / Hj$

Tableau C 6 : Source fugitive – Sautage – S_51_1

Item	Unité	Variable	Valeur	Références
Aire horizontale sautée par charge	m ² /hole	S	7.0	Description des opérations de construction
Nombre de trous par sautage	hole/blast	NHb	183	Description des opérations de construction
Nombre de tirs par sautage	fire/blast	NF	1.0	Description des opérations de construction
Nombre de trous par tir	holes/fire	NHf	183	NHb / NF
Aire horizontale sautée par tir	m ² /fire	Sf	1281	S × NHf
Période d'émission par tir	h/fire	t	1	Pas de temps minimal du modèle CALPUFF
Quantité d'explosif par trou	tonne/hole	EQh	0.052	Description des opérations de construction
Quantité d'explosif par tir	tonne/blast	EQf	9.60	EQh × NHf
Ratio ANFO dans le mélange d'explosifs	%	Ra	0%	Description des opérations de construction
Ratio Emulsion dans le mélange d'explosifs	%	Re	100%	Description des opérations de construction
A - Matières particulaires totales (PMT)				
Facteur d'émission par tir	kg/fire	E	10.09	AP-42 Tableau 11.9-2
Taux d'émission par tir	g/s	TE _{PMTot}	2.80E+00	E × Cg / (t × Cs)
B - Matières particulaires 10 µm (PM₁₀)				
Facteur d'échelle	-	F ₁₀	0.52	AP-42 Tableau 11.9-2
Taux d'émission par tir	g/s	TE _{PM10}	1.46E+00	TE _{PMTot} × F ₁₀
C - Matières particulaires 2.5 µm (PM_{2,5})				
Facteur d'échelle	-	F _{2,5}	0.03	AP-42 Tableau 11.9-2
Taux d'émission par tir	g/s	TE _{PM2,5}	8.41E-02	TE _{PMTot} × F _{2,5}
D - Monoxyde de carbone (CO)				
Emission Factor ANFO	kg/tonne	Eca	34.0	NPI [1]
Emission Factor Emulsion	kg/tonne	Ece	17.0	NPI [1]
Facteur d'émission par tir	kg/fire	Eco	163.20	EQf × (Eca × Ra + Ece × Re)
Taux d'émission par tir	g/s	T _{CO}	4.53E+01	Eco × Cg / (t × Cs)
E - Oxydes d'azote (NO_x)				
Emission Factor ANFO	kg/tonne	Ena	8.0	NPI [1]
Emission Factor Emulsion	kg/tonne	Ene	0.2	NPI [1]
Facteur d'émission par tir	kg/fire	ENO _x	1.92	EQf × (Ena × Ra + Ene × Re)
Taux d'émission par tir	g/s	T _{NO_x}	5.33E-01	ENO _x × Cg / (t × Cs)
F - Dioxyde de soufre (SO₂)				
Emission Factor ANFO	kg/tonne	Esa	0.06	NPI [1]
Emission Factor Emulsion	kg/tonne	Ese	0.06	Hypothèse (égal à l'ANFO)
Facteur d'émission par tir	kg/fire	ESo ₂	0.58	EQf × (Esa × Ra + Ese × Re)
Taux d'émission par tir	g/s	T _{SO₂}	1.60E-01	ESo ₂ × Cg / (t × Cs)

[1] National Pollutant Inventory. Emission Estimation Technique Manual for Explosives Detonation and Firing Ranges. Version 3.0. January 2012.

Tableau C 7 : Source fugitive – Forage – drill1

Item	Unité	Variable	Valeur	Références
Nb. forage par jour	forage/jour	ntr	183	Description des opérations de construction
Durée de forage par jour	heure/jour	t	9	Description des opérations de construction
Nb. Zone de forage	-	nZone	3	Nombre de foreuses selon la description des opérations de construction
Atténuation	%	Att	99%	Fabric filter - National Pollutant Inventory. Emission Estimation Technique Manual for Mining, version 3.0; Section 5.3 tableau 4. Juin 2011

A - Matières particulaires totales (PMT)

Facteur d'émission (par forage)	kg/forage	E	0.59	AP-42; Tableau 11.9-4
Taux d'émission, sans atténuation	g/s	ER _{PMTot-sa}	1.11E+00	$E \times ntr \times Cg / (t \times Cs \times nZone)$
Taux d'émission	g/s	ER _{PMTot}	1.11E-02	$ER_{PMTot-sa} \times (1 - Att)$

B - Matières particulaires 10 µm (PM₁₀)

Facteur d'échelle	-	F ₁₀	0.9	Hypothèse
Taux d'émission	g/s	ER _{PM10}	1.00E-02	$ER_{PMTot-sa} \times (1 - Att) \times F_{10}$

C - Matières particulaires 2.5 µm (PM_{2,5})

Facteur d'échelle	-	F _{2,5}	0.5	Hypothèse
Taux d'émission	g/s	ER _{PM2,5}	5.55E-03	$ER_{PMTot-sa} \times (1 - Att) \times F_{2,5}$

Tableau C 8 : Source volumique – Activité de routage – Segment P3_P1

Item	Unité	Variable	Valeur	Références
Contenu en silt de la route	%	s	4.5	Description des opérations de construction
Nb. déplacement par jour	-	nv	576	Description des opérations de construction
Poids moyen des véhicules	tons	W	66.7	CAT 772G
Longueur de la route	m	L	1129.6	Description des opérations de construction
Temps d'opération par jour par segment	h	t	9	Description des opérations de construction
Atténuation	%	M	75	Description des opérations de construction
Véhicule - kilomètre parcouru	VKT	A	650.67	$nv \times L / Ckm$
Conversion	(g/VKT)/(lb/VMT)	CVKT	281.9	1 lb/VMT = 281.9 g/VKT

A - Matières particulaires totales (PMT)

k (PM30)	lb/VMT	k	4.9	AP-42, sect. 13.2.2, tableau 2
a (PM30)	-	a	0.7	
b (PM30)	-	b	0.45	
Facteur d'émission	lb/VMT	EF _{PMTot}	9.958	AP-42, sect. 13.2.2, équ. 1a
Taux d'émission PM _{tot}	g/s	TE _{PMTot}	5.64E+01	$EF_{PMTot} \times CVKT \times A / (t \times Cs)$
Taux d'émission atténué PM _{tot}	g/s	TE* _{PMTot}	1.41E+01	$TE_{PMTot} \times (1 - M)$

B - Matières particulaires 10 µm (PM₁₀)

k (PM10)	lb/VMT	K	1.5	AP-42, sect. 13.2.2, tableau 2
a (PM10)	-	A	0.9	
b (PM10)	-	B	0.45	
Facteur d'émission	lb/VMT	EF _{PM10}	2.505	AP-42, sect. 13.2.2, équ. 1a
Taux d'émission PM _{2,5}	g/s	TE _{PM10}	1.42E+01	$EF_{PM10} \times CVKT \times A / (t \times Cs)$
Taux d'émission atténué PM _{2,5}	g/s	TE* _{PM10}	3.55E+00	$TE_{PM10} \times (1 - M)$

C - Matières particulaires 2.5 µm (PM_{2,5})

k (PM _{2,5})	lb/VMT	K	0.15	AP-42, sect. 13.2.2, tableau 2
a (PM _{2,5})	-	A	0.9	
b (PM _{2,5})	-	B	0.45	
Facteur d'émission	lb/VMT	EF _{PM2,5}	0.251	AP-42, sect. 13.2.2, équ. 1a
Taux d'émission PM _{2,5}	g/s	TE _{PM2,5}	1.42E+00	$EF_{PM2,5} \times CVKT \times A / (t \times Cs)$
Taux d'émission atténué PM _{2,5}	g/s	TE* _{PM2,5}	3.55E-01	$TE_{PM2,5} \times (1 - M)$

Tableau C 9 : Source volumique – Gaz d'échappement du routage – Caterpillar 772G

Item	Unité	Variable	Valeur	Références
Nombre de hp du véhicule	hp	veh _{hp}	550	Documentation technique
Tier	-		T4i	Documentation technique
Zero-hour, steady-state emission factor (PM)	g/hp-hr	EF _{ss-PM}	0.0092	[1], Table A4
Zero-hour, steady-state emission factor (CO)	g/hp-hr	EF _{ss-CO}	0.0840	[1], Table A4
Zero-hour, steady-state emission factor (NO _x)	g/hp-hr	EF _{ss-NO_x}	0.2760	[1], Table A4
Zero-hour, steady-state emission factor (HC)	g/hp-hr	EF _{ss-HC}	0.1314	[1], Table A4
Facteur d'ajustement transitoire (PM)	-	TAF _{PM}	1.00	[1] P. 21, Not applicable for T4i engine
Facteur d'ajustement transitoire (CO)	-	TAF _{CO}	1.00	[1] P. 21, Not applicable for T4i engine
Facteur d'ajustement transitoire (NO _x)	-	TAF _{NO_x}	1.00	[1] P. 21, Not applicable for T4i engine
Facteur d'ajustement transitoire (HC)	-	TAF _{HC}	1.00	[1] P. 21, Not applicable for T4i engine
Constante de détérioration (PM)	-	A _{PM}	0.473	[1], Table A6
Constante de détérioration (CO)	-	A _{CO}	0.151	[1], Table A6
Constante de détérioration (NO _x)	-	A _{NO_x}	0.008	[1], Table A6
Constante de détérioration (HC)	-	A _{HC}	0.027	[1], Table A6
Fraction de vie médiane utilisée	-	age _{fact}	1.000	Hypothèse conservatrice
Brake Specific Fuel Consumption	lb/hp-hr	EF _{ss-BSFC}	0.367	[1], Table A4
Facteur d'ajustement transitoire (BSFC)	-	TAF _{BSFC}	1	[1] P. 21, Non applicable for T4i engine
soxcnv [2]	-	soxcnv	0.3	[2], grams PM sulfur/grams fuel sulfur consumed (T4i engines)
soxbas	-	soxbas	0.0015	default certification fuel sulfur weight percent (T4i engines)
soxdsl [3]	-	soxdsl	0.0015	[3] episodic fuel sulfur weight percent
Facteur de chargement	-	loas	0.59	[4], Appendix A, Diesel Off-highway Trucks

Tableau C 9: Source volumique – Gaz d'échappement du routage – Caterpillar 772G (suite)

A - MATIÈRES PARTICULAIRES TOTALES (PMT)				
Brake Specific Fuel Consumption	lb/hp-hr	EF _{adj-BSFC}	0.367	[1], eq. 3, EF _{adj-BSFC} = EF _{ss-BSFC} × TAF _{BSFC}
Facteur de détérioration (PM)	-	D _s	1.473	[1], eq. 4, DF _{PM} = 1 + A _{PM} × age _{fact}
Facteur d'ajustement (sulfur content)	g/hp-hr	S _{PMadj}	0.0000	[1], eq. 5, S _{PMadj} = EF _{adj-BSFC} × 453.6 × 7.0 × sox _{cnv} × 0.01 × (sox _{bas} - sox _{dsl})
Facteur d'émission ajusté PM ₁₀	g/hp-hr	EF _{adj-PM10}	0.014	[1], eq. 2, EF _{adj-PM10} = (EF _{ss-PM} × TAF _{PM} × DF _{PM}) - S _{PMadj}
Taux d'émission PM ₁₀ = PM _{tot}	g/s	TE _{PM10}	1.22E-03	EF _{adj-PM10} × veh _{hp} × load _{fact} / Cs
B - Matières particulaires 2.5 µm (PM _{2,5})				
Facteur d'échelle	-	F _{2.5}	0.97	[1], p.25
Taux d'émission PM _{2.5}	g/s	TE _{PM2.5}	1.18E-03	TE _{PM10} × F _{2.5}
C - Monoxyde de carbone (CO)				
Facteur de détérioration (CO)	-	DF _{CO}	1.151	[1], eq. 4, DF _{CO} = 1 + A _{CO} × age _{fact}
Facteur d'émission ajusté CO	g/hp-hr	EF _{adj-CO}	0.097	[1], eq. 1, EF _{adj-CO} = EF _{ss-CO} × TAF _{CO} × DF _{CO}
Taux d'émission CO	g/s	TE _{CO}	8.71E-03	EF _{adj-CO} × veh _{hp} × load _{fact} / Cs
D - Oxydes d'azote (NO _x)				
Facteur de détérioration (NO _x)	-	DF _{NO_x}	1.008	[1], eq. 4, DF _{NO_x} = 1 + A _{NO_x} × age _{fact}
Facteur d'émission ajusté NO _x	g/hp-hr	EF _{adj-NO_x}	0.278	[1], eq. 1, EF _{adj-NO_x} = EF _{ss-NO_x} × TAF _{NO_x} × DF _{NO_x}
Taux d'émission NO _x	g/s	TE _{NO_x}	2.51E-02	EF _{adj-NO_x} × veh _{hp} × load _{fact} / Cs
E - Dioxyde de soufre (SO ₂)				
Facteur de détérioration (HC)	-	DF _{HC}	1.027	[1], eq. 4, DF _{HC} = 1 + A _{HC} × age _{fact}
Facteur d'émission ajusté HC	g/hp-hr	EF _{adj-HC}	0.135	[1], eq. 1, EF _{adj-HC} = EF _{ss-HC} × TAF _{HC} × DF _{HC}
Facteur d'émission ajusté SO ₂	g/hp-hr	EF _{adj-SO₂}	3.49E-03	[1], eq. 7, EF _{adj-SO₂} = (EF _{adj-BSFC} × 453.6 × [1 - sox _{cnv}] - EF _{adj-HC}) × 0.01 × sox _{dsl} × 2
Taux d'émission SO ₂	g/s	TE _{SO₂}	3.15E-04	EF _{adj-SO₂} × veh _x × load _x / Cs

[1] Exhaust and Crankcase emission factors for Nonroad engine modeling - Compression-Ignition, US-EPA, Report No. NR-009d, July 2010.

[2] Voir dans [1], page 22. The sox_{cnv} term represents the fraction of diesel fuel sulfur converted to PM. This varies by technology type. Sox_{cnv} is equal to 0.02247 for the Base, T0, T1, T2, T3, T3B, T4A, and T4B technology types. For Tier 4 engines meeting stringent PM standards below 0.1 g/hp-hr, sox_{cnv} is equal to 0.30. This applies to the T4 and T4N technology types.

[3] Voir dans [1], page 7. Fuel sulfur levels affect PM emissions. NONROAD users can adjust for local (episodic) fuel sulfur levels. In the absence of local information, suggested nationwide average fuel properties are provided in Table 2.

[4] Median life, annual activity and load factor values for nonroad engine emissions modeling, US-EPA, Report No. NR-005c, April 2004.

Tableau C 10 : Source surfacique – Pile d'entreposage – PBRUT

Item	Unité	Variable	Valeur	Références
Teneur moyenne en silt	%	s	4.5	Description des opérations de construction
Nb de jours avec précipitation	-	P	0	Paramètre pour la version horaire de l'éq. de l'INRP
Pourcentage du temps avec vitesse de vent > 19.3km/h	-	I	100	Paramètre pour la version horaire de l'éq. de l'INRP
A - Matières particulaires totales (PMT)				
Facteur aérodynamique PMtot	-	J_{PMtot}	1	Guide pour les carrières et sablières. INRP, section 8.9.
Taux d'émission	g/s.m ²	TE_{PMtot}	6.85E-05	INRP : $1.12E-4 \times J_{PMtot} \times 1.7 \times (s / 1.5) \times (365 - P) / 235 \times (I / 15) \times C_g / (h \times C_s)$
B - Matières particulaires 10 µm (PM10)				
Facteur aérodynamique PM10	-	J_{PM10}	0.5	Guide pour les carrières et sablières. INRP, section 8.9.
Taux d'émission	g/s.m ²	TE_{PM10}	3.42E-05	INRP : $1.12E-4 \times J_{PM10} \times 1.7 \times (s / 1.5) \times (365 - P) / 235 \times (I / 15) \times C_g / (h \times C_s) \times Alt$
C - Matières particulaires 2.5 µm (PM2,5)				
Facteur aérodynamique PM2.5	-	$J_{PM2.5}$	0.2	Guide pour les carrières et sablières. INRP, section 8.9.
Taux d'émission	g/s.m ²	$TE_{PM2.5}$	1.37E-05	INRP : $1.12E-4 \times J_{PM2.5} \times 1.7 \times (s / 1.5) \times (365 - P) / 235 \times (I / 15) \times C_g / (h \times C_s)$