AtkinsRéalis

Étude d'impact environnemental

QSL International ltée

Février 2025

V/Projet n° : 695075

N/Réf: 695075-4E-L06-00

Distribution : Direction des évaluations environnementales stratégiques
Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy – Secteur Saint-Laurent

Volume 3, Tome 3 – Études sectorielles

QSL



Table des matières

Volume 3, Tome 3 - Études sectorielles

No	Auteur	Année	Titre	Nb total de pages
Tome 1				
1	AECOM	2015	Centrale thermique de Tracy – Projet de démantèlement – Inventaire des milieux naturel et humain	119
2	AECOM	2016	Centrale thermique de Tracy – Projet de démantèlement – Caractérisation des sédiments	93
3	AtkinsRéalis	2023a	Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy-Secteur Saint-Laurent - Inventaire de couleuvres 2023	26
4	AtkinsRéalis	2023b	Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy, secteur Saint-Laurent ; Note technique -Caractérisation du milieu hydrique dans la zone d'étude locale	33
5	AtkinsRéalis	2024a	Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy, secteur Saint-Laurent ; Note technique - Milieux naturel dans la zone d'étude locale	26
Tome 2				
6	AtkinsRéalis	2024b	Rapport sectoriel de l'avifaune. Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy-Secteur Saint-Laurent	233
7	AtkinsRéalis	2024c	Éclairage et étude photométrique : impact du nouveau terminal portuaire de Sorel et du Port – Projet de construction et d'exploitation d'un nouveau terminal portuaire dans la zone industrialo-portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent	20
8	AtkinsRéalis	2024d	Étude d'impact sur la circulation du nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy, secteur Saint-Laurent	85
Tome 3				
9	AtkinsRéalis	2024e	Note technique – Modélisation 3D des conditions d'écoulement. Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy – secteur Saint-Laurent	65
10	AtkinsRéalis	2024f	Étude d'impact sonore. Terminal portuaire de Sorel-Tracy – Secteur Saint-Laurent	39

No	Auteur	Année	Titre	Nb total de pages
11	AtkinsRéalis	2025a	Modélisation de la trajectoire des particules d'hydrocarbures en cas de défaillances. Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy – secteur Saint-Laurent	60
12	AtkinsRéalis	2025b	Étude de dispersion atmosphérique	165
13	AtkinsRéalis	2025c	Inventaire des émissions de GES	45
Tome 4				
14	Centre de simulation et d'expertise maritime (CSEM)	2022	Simulations de manœuvres en lien avec le projet ZIP Saint-Laurent, à Tracy. Projet Zone industrielle portuaire Saint-Laurent Sorel-Tracy	101
15	Centre de simulation et d'expertise maritime (CSEM)	2023	Simulations de manœuvres projet ZIP Saint-Laurent Tracy – Options A, B, C	77
16	CIMA+	2023b	Étude géotechnique — Construction du nouveau port de Sorel	125
Tome 5				
17	CIMA+	2023c	Caractérisation environnementale de site Phase II, 12125, route Marie-Victorin à Sorel-Tracy (Québec)	67
18	CIMA+	2024a	Étude hydraulique, Nouveau port de Sorel – Construction d'un quai	223
19	CIMA+	2024b	Dynamique sédimentaire, Nouveau port de Sorel – Construction d'un quai	24
20	Deloitte	2022	Étude de la contribution économique de QSL dans la région de Sorel-Tracy	19
Tome 6				
21	Deloitte	2024	Étude de retombées économiques : Projet de construction et d'exploitation d'un nouveau terminal portuaire dans la zone industrialo-portuaire de Sorel-Tracy – Secteur Saint-Laurent	24
22	Englobe	2018	Suivi environnemental de la qualité de l'eau souterraine 2018 — Travaux de démantèlement de l'ancienne centrale thermique de Sorel-Tracy – Volet 2. Propriété située au 12125, boulevard Marie-Victorin à Sorel-Tracy (Québec)	165

No	Auteur	Année	Titre	Nb total de pages
23	EXP	2015	Réhabilitation environnementale des sols, Lot 5 405 221 du Cadastre du Québec, Ancienne centrale thermique. Propriété située au 12125, boulevard Marie-Victorin à Sorel-Tracy (Québec)	94
24	Fabianek	2023	Inventaire acoustique des chiroptères dans la zone industrialo-portuaire de Sorel-Tracy - Compte rendu méthodologique et synthèse des résultats obtenus	20
25	Grand Conseil de la Nation Waban-Aki (GCNWA)	2022	Étude de potentiel archéologique à l'intention de QSL International Ltée dans le cadre des travaux de développement d'un terminal portuaire dans la zone de Sorel-Tracy	33
26	Grand Conseil de la Nation Waban-Aki (GCNWA)	2023	Addenda - Terrain sur le lot 5 405 221 - Rapport à l'intention de QSL International Ltée, ajout à l'étude de potentiel archéologique dans le cadre des travaux de développement d'un terminal portuaire	11
27	Groupe Qualitas	2012	Caractérisation environnementale préliminaire — Phases I et II, fermeture de la centrale thermique Tracy, 12125, boulevard Marie-Victorin, Sorel-Tracy	240
Tome 7				
28	Groupe-conseil Entraco	2015	Rapport de réhabilitation – Poste Tracy, Sorel-Tracy – Projet de démantèlement du poste	90
29	Groupe-conseil Entraco	2018	Terrain de la centrale thermique d'Hydro-Québec, Sorel-Tracy - Vérification diligente relative à l'état environnemental du terrain	24
30	H20 Architecture navale	2024	Avis technique pour les charges d'amarrage pour le nouveau quai QSL à Sorel-Tracy	25
31	SNC-Lavalin	2022	Caractérisation biophysique initiale pour l'installation d'un quai flottant –Inventaires 2021. Zone industrialo-portuaire	249

9. Note technique – Modélisation 3D des conditions d'écoulement. Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy – secteur Saint-Laurent

NOTE TECHNIQUE

Nouveau port Sorel – Construction d’un quai

SUJET
Modélisation 3D des conditions d’écoulement

PROJET N°
695075

DATE
3 juin 2024

AUTEUR
Atefeh Fazlollahi, PhD.
Professionnelle en hydraulique

RÉVISION
Francis Lepage. P. Eng. M.Sc,A,
Ingénieur en hydraulique

APPROBATION
Julie Tremblay. B.Sc.
Directrice de projet

NOC N°
695075-0000-4HER-0001-01

Historique du document

Révision	Description de l'objectif	Auteur	Révisé	Autorisé	Date
PA	Préliminaire	AF	FL	JT	08/01/2024
00	Finale	AF	FL	JT	08/02/2024
01	Finale	AF	FL	JT	

1. Introduction

1.1 Contexte

L’entreprise QSL (le client) a entrepris la conception d’un nouveau quai de transbordement en bordure du fleuve Saint-Laurent à Sorel-Tracy, sur l’ancien site d’une centrale thermique désaffectée. Cette nouvelle infrastructure sera arrimée aux fondations d’une ancienne station de pompage. L’emplacement du projet est illustré à la figure 1.

1.2 Objectifs

L’objectif de la présente étude est de déterminer l’impact de la présence des infrastructures projetées sur les conditions d’écoulement dans le secteur. Une étude par modélisation hydraulique 2D a été menée par CIMA+ en 2023 (CIMA+. 2023). Une modélisation de l’écoulement en 3D est cependant nécessaire afin de capturer les vitesses d’écoulement sous les structures projetées.

Une modélisation 3D des conditions d'écoulement en conditions existantes et en conditions projetées a été effectuée à l'aide du logiciel Flow3D. Deux concepts ont été modélisés, tel que décrit à la section 2, soit une option avec deux barges flottantes et une option avec un pont fixe et une barge.



Figure 1: Emplacement du projet

L'objectif de la modélisation 3D est de comparer l'impact relatif de deux phénomènes causés par la présence de structures flottantes:

- L'augmentation de la vitesse sous les barges flottantes due à l'accélération de l'écoulement sous les structures;
- La diminution de la vitesse au droit des structures causée par le rééquilibrage de débit dans la section d'écoulement du fleuve en présence d'un obstacle.

2. Scénarios modélisés

2.1 Infrastructures projetées

Deux concepts ont été modélisés en plus des conditions existantes, soit l'option A avec deux barges flottantes sur pieux et l'option B avec un pont sur piles et une barge.

L'option A comporte deux barges flottantes et deux ducs-d'Albe (*dolphin*). Une barge Tobias de 120 m x 32 m est arrimée à la station de pompage amont de l'ancienne centrale thermique, perpendiculairement à l'écoulement. Cette barge sera retenue par un total de six pieux (trois de chaque côté) de 600 mm de diamètre. Une seconde barge Tobias de 120 m x 32 m est installée à son extrémité, parallèlement à l'écoulement. Cette dernière est retenue par six pieux (trois de chaque côté) de 600 mm de diamètre et deux ducs-d'Albe de 12 m x 21 m et 12 m x 28,5 m ancrés par 12 pieux verticaux chacun de 1 800 mm de diamètre. La vue en plan et la vue en élévation des structures projetées sont présentées à la figure 2.

L'option B comporte un pont reliant l'entrepôt à la barge flottante. Le pont mesure 96 m de long et 20 m de large avec quatre piles circulaires de 2 m de diamètre. Un duc-d'Albe comportant 12 pieux de 2 m de diamètre et supportant une plateforme de 28,5 m ×12,6 m est située à l'extrémité du pont. Un second duc-d'Albe est installé environ 50 m vers l'amont. La vue en plan et la vue en élévation des structures projetées sont présentées à la figure 3.

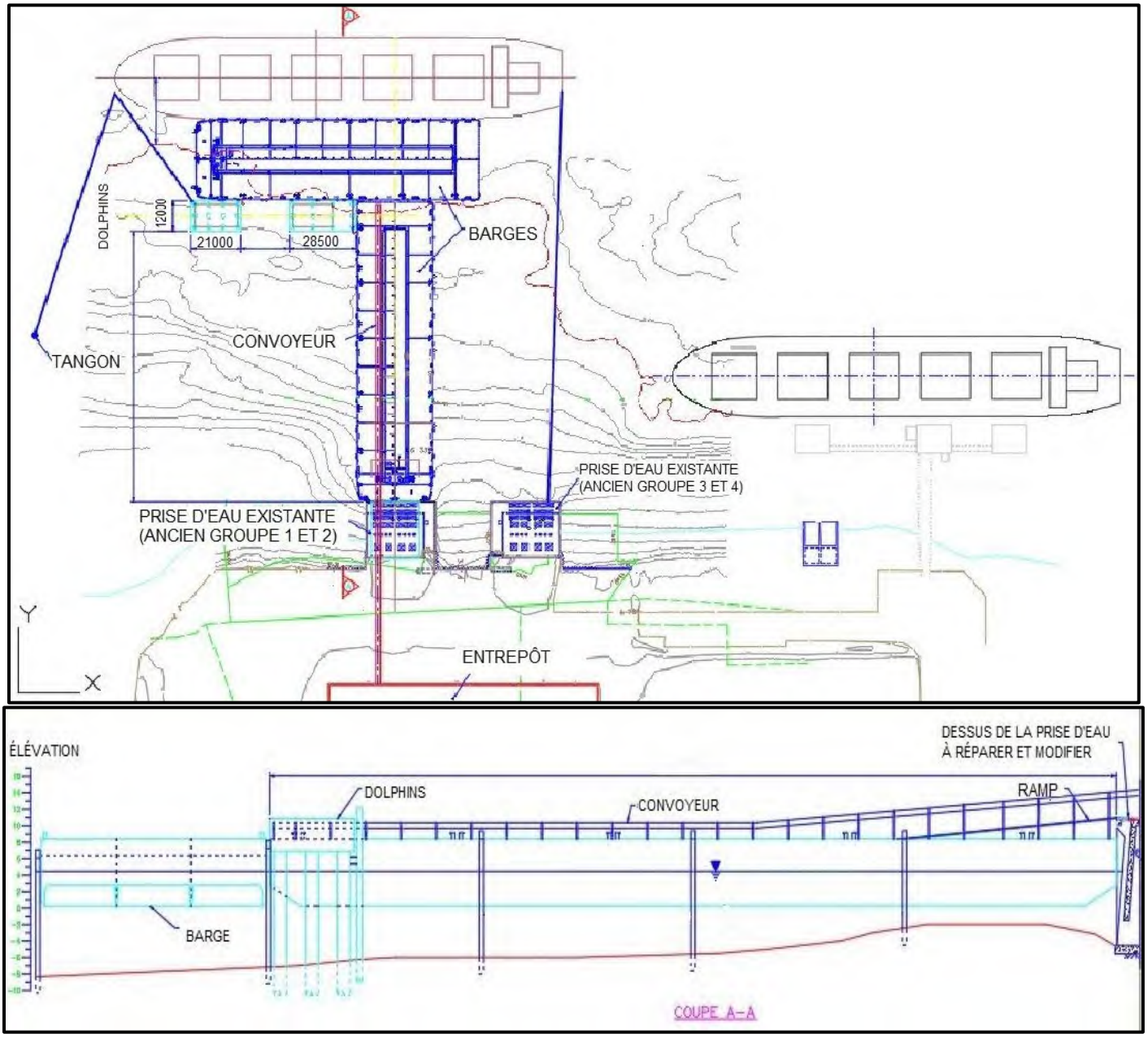


Figure 2: Vue en plan et vue en élévation de l'option A

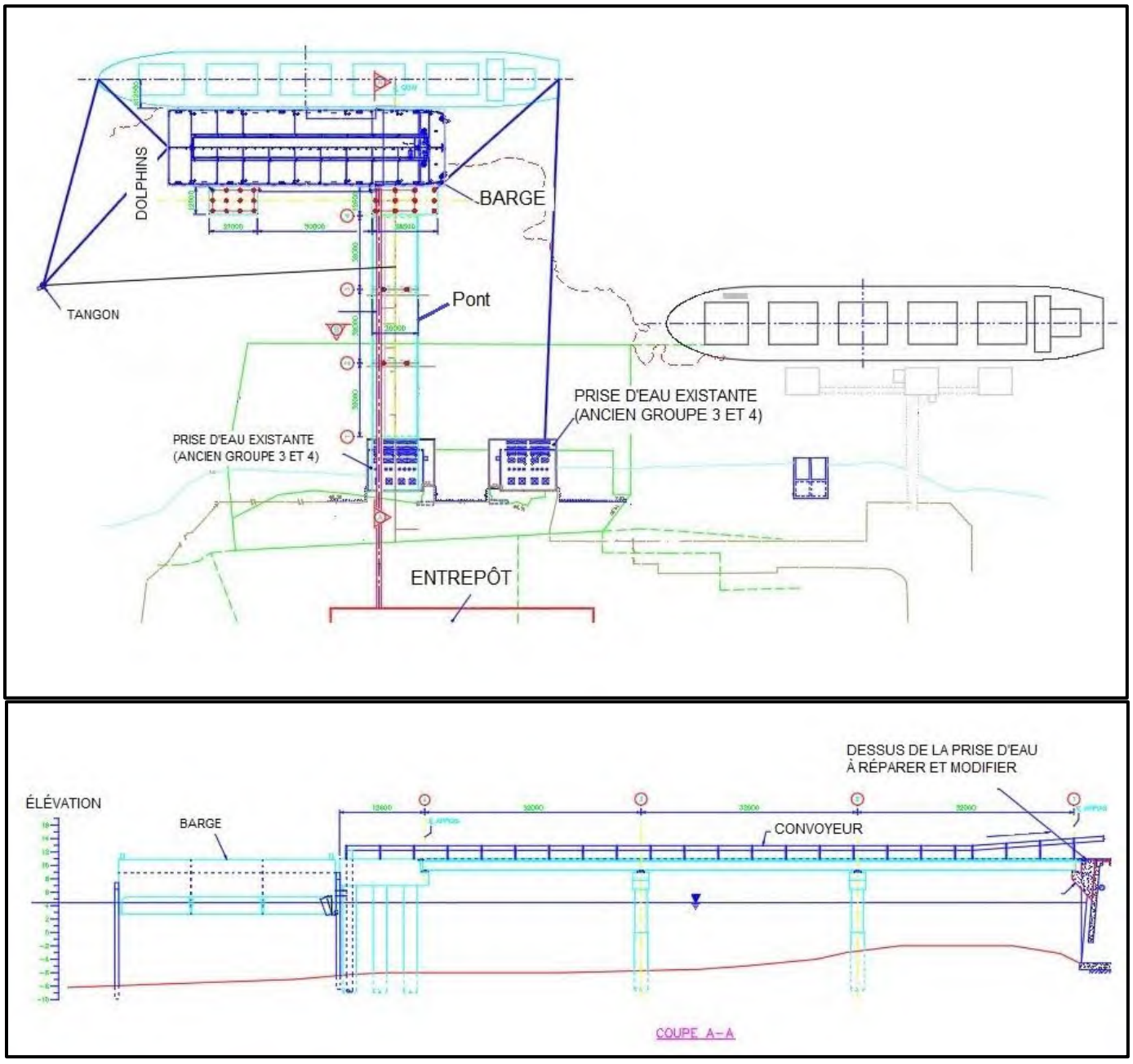


Figure 3: Vue en plan et vue en élévation de l'option B

2.2 Scénarios hydrologiques

Les modélisations ont été effectuées pour deux scénarios de débits dans le fleuve Saint-Laurent, tel que résumé au tableau 1. Les débits statistiques du fleuve à la hauteur de hauteur de l'île Saint-Ours, calculés à partir de série reconstituée, ont été extraits directement de l'étude hydraulique 2D (CIMA+, 2023)

Tableau 1 : Débits modélisés

Scénario	Débit (m^3/s)
$Q_{2,7}$ (étiage)	7 930
Q moyen	10 290

L'objectif de l'étude 3D étant d'étudier l'impact sur les vitesses sous les barges et dans l'ombre causée par la présence des structures flottante. Par conséquent, les scénarios hydrologies associés aux niveaux d'eau plus faibles ont été privilégiés, car ces à ces niveaux que l'impact des structures flottantes sur la section d'écoulement est le plus grand. Les débits de crues sont couverts par l'étude hydraulique 2D (CIMA+, 2023), dont les résultats serviront à étudier l'affouillement potentiel aux pieux.

3. Modélisation 3D

3.1 Logiciel

Flow-3D est un logiciel commercial de mécanique des fluides numériques (*computational fluid dynamic* ou *CFD*). Flow-3D emploie une approche par volumes finis pour résoudre les équations de Navier-Stokes, et la méthode du volume de fluide (VOF) pour capturer la surface libre. Le logiciel utilise des maillages structurés, formés d'éléments cubiques. L'utilisation de Flow-3D est largement répandue dans l'industrie pour résoudre des problèmes d'écoulements complexes dans les domaines de l'hydraulique fluviale.

Le modèle de turbulence dite RNG *(Re-Normalisation Group*) est utilisé. Il s'agit d'un modèle de turbulence dit de Moyenne de Reynolds (Raynold-Average-Navier-Stokes, or RANS). Ce type de modèle représente une moyenne dans le temps des phénomènes de turbulence. Combiné avec des conditions frontières fixes (voir section 5.3), ce modèle de turbulence permet l'atteinte d'une solution stationnaire. La méthode de VOF employée par Flow3D maintient cependant un aspect temporel, dans la mesure où la solution doit converger à partir d'une condition initiale (ici un débit nul et un niveau d'eau uniforme). Le pas de temps est réglé automatiquement de manière variable par le logiciel pour assurer la convergence et la stabilité du modèle.

3.2 Modèle

La zone modélisée couvre 5.5 km du fleuve Saint-Laurent, sur toute sa largeur. Un maillage de taille variable est utilisé afin d'optimiser les temps de calcul. La taille minimale des mailles est de 0,5 m x 0,5 m x 0,5 m. Ces mailles fines couvrent une superficie de 135 m×158 m autour de la structure. Une série de blocs de maillage imbriqués permettent la transition vers les mailles les plus grossières (5 m x 5 m x 5 m) qui sont utilisées dans les sections du domaine ou les structures projetées auront peu d'impact sur les conditions d'écoulement. La modélisation des conditions frontière est effectuée avec un seul bloc de maillages de taille 5 m x 5 m x 5 m.

Il est à noter que les mailles de 0,5 m ne sont pas suffisamment fines pour capturer l'impact des poteaux de diamètres de 0.6 m ou 1.8 m. Par conséquent, l'impact local des piles sur les champs de vitesses est couvert par l'étude hydraulique 2D (CIMA+, 2023).

Le degré de raffinement du maillage est limité par la taille importante du modèle. Le fleuve présente un défi d'échelle. Le ratio entre les dimensions des structures proposées et la taille du domaine nécessaire pour représenter l'écoulement dans le fleuve entraîne des limitations importantes à la méthodologie de modélisation 3D. Cependant, le maillage permet de déterminer l'impact des structures flottantes sur l'écoulement.

La taille des mailles fait l'objet d'une discussion plus détaillée ainsi qu'une analyse de sensibilité, présentée à la section 4.1.

Le domaine modélisé est illustré à la figure 4. La position de la condition frontière a également fait l'objet d'une analyse de sensibilité, présentée à la section 4.2.

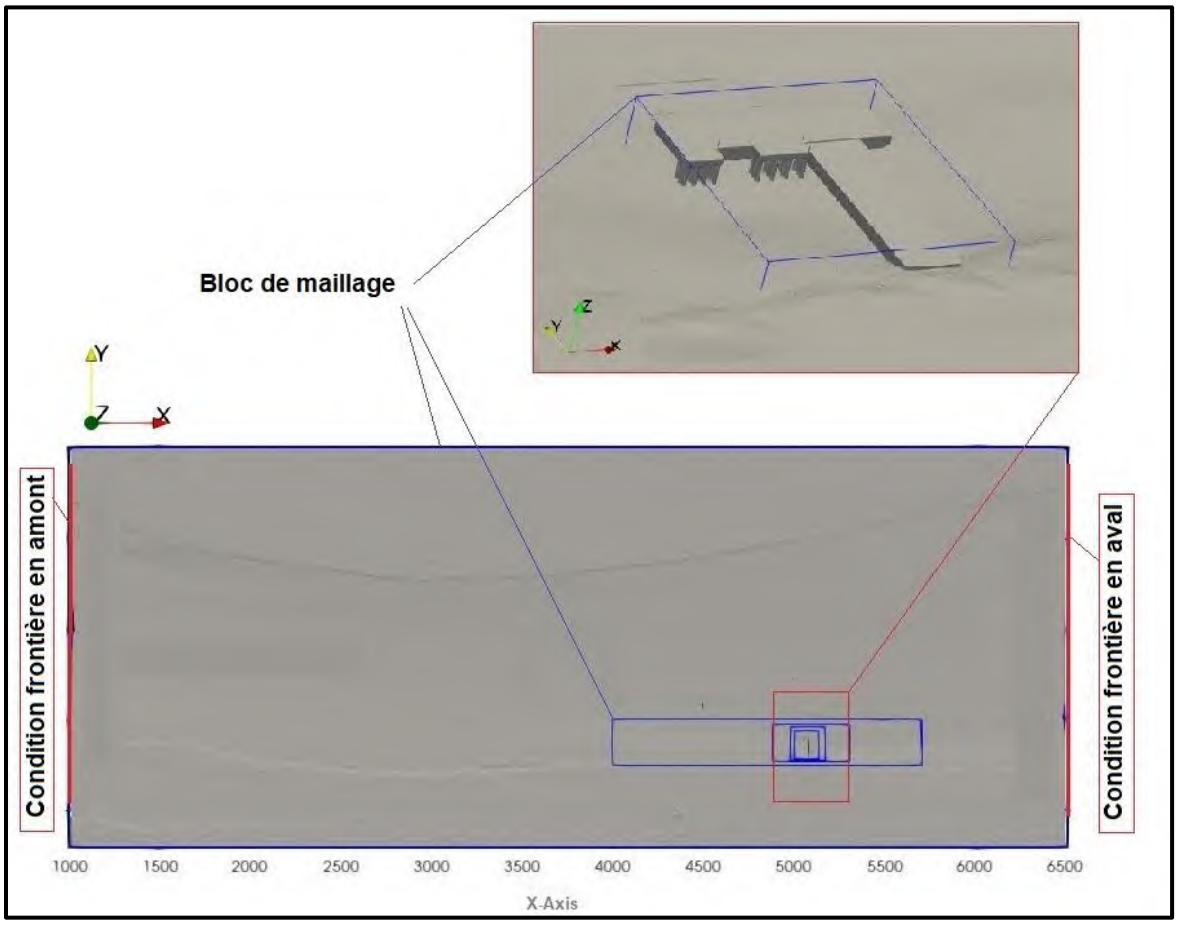


Figure 4 : Schéma du modèle 3D

3.3 Modèle Numérique du Terrain

Le modèle numérique de terrain (MNT) utilisé pour faire la modélisation a été élaboré à partir d'un assemblage des données bathymétriques fournies par Environnement Canada et des élévations en rives tirées des données LiDAR disponibles sur le site Forêt Ouverte. Le modèle numérique de terrain est présenté à la figure 5.

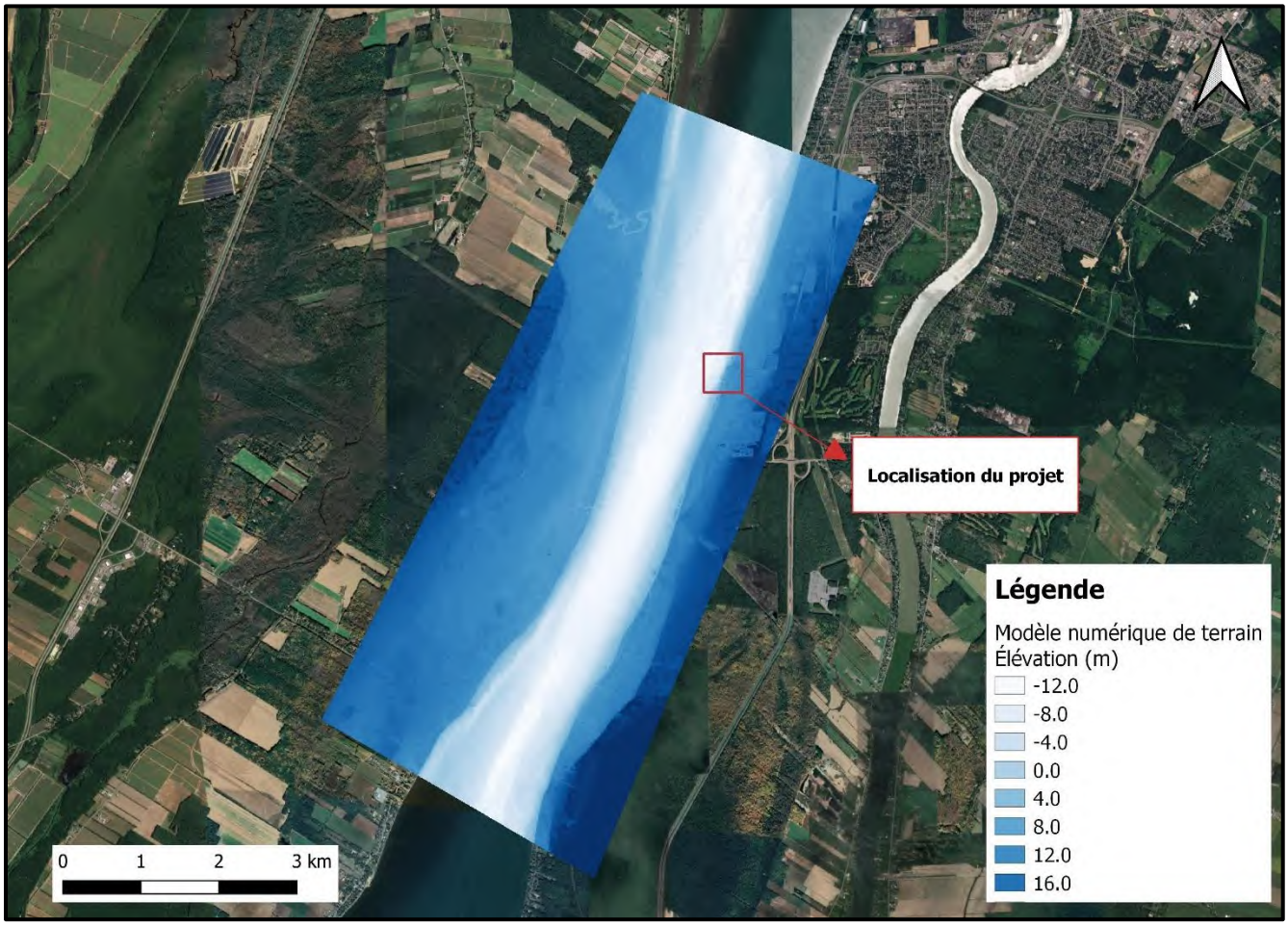


Figure 5 : Modèle numérique de terrain (MNT)

3.4 Conditions frontières

La condition frontière amont correspond à un débit fixe, correspondant aux scénarios présentés au tableau 1. Un niveau d'eau fixe est appliqué à la condition frontière aval. Les niveaux pour chaque scénario ont été extraits des résultats du modèle hydrodynamique 2D développé par CIMA+ (CIMA+,2023).

.Tableau 2 : Niveaux d'eau en aval du modèle

Scenario de crue	Niveau aval (m)
$Q_{2,7}$ (étiage)	4.37
Q moyen	5.08

3.5 Rugosité

Sur Flow3D, la rugosité des éléments est définie à partir de la rugosité dite absolue (*k*). Une rugosité de 0.001 m est appliquée à toutes les structures. Il s'agit d'une valeur conservatrice, correspondant au haut de la plage de rugosité associée au béton (Engineering Toolbox, 2003).

La rugosité absolue du lit est établie à 0.1 m. En hydraulique des rivières, le coefficient de Manning est typiquement utilisé pour définir la rugosité. L'équation de Colebrook-White permet d'établir une équivalence entre le coefficient de Manning et la rugosité absolue (USACE, 2024) :

$$n = \frac{R^{1/6}}{18\ log_{10}\left(\frac{12R}{k}\right)}$$

Avec R : Le rayon hydraulique (équivalent à la profondeur d'eau sur un chenal suffisamment large) (m)
k : la rugosité absolue (m)
n : le coefficient de Manning

Une rugosité absolue de 0.1 m correspond à un Manning variant entre 0,026 et 0,028, selon la profondeur de l'écoulement. Ceci est cohérent avec la valeur de 0,025 utilisée par CIMA+ dans le modèle 2D et établie par calibration (CIMA+, 2023).

4. Analyse de sensibilité et validation

4.1 Sensibilité à la dimension des mailles

Le maillage utilisé pour les analyses et présenté à la section 3.2, est compris de mailles de tailles variant de 0,5 m à 5 m. Tel que discuté à la section 3.2, il est difficile de raffiner davantage ce maillage sans obtenir des temps de calcul impraticables, en raison des dimensions du domaine modélisé.

Le modèle utilise une fonction dite *wall function* afin de décrire l'écoulement à l'interface solide/fluide sans résoudre directement l'écoulement dans la couche limite. Afin d'assurer la validité de cette approximation, le centre de la première cellule doit se trouver dans une zone ou les champs de vitesse respectent une loi logarithmique. En pratique, on examine ce critère à l'aide de la variable adimensionnelle y+, fonction de la vitesse de frottement, de la discontinuité du fluide et de la taille de la maille. Typiquement, avec un modèle de turbulence RNG, le Y+ doit se trouver dans une fourchette de 30 à 500 (CFD Direct, 2022).

Les résultats de simulations montrent qu'avec le maillage de 0, 5 m, le y+ sous la barge transversale modélisée pour l'option A se trouve plutôt dans une plage variant de 800 à 1400, ce qui indique que *la wall functrion* n'est pas résolue adéquatement. Cependant, l'impact de ceci est dépendant des conditions modélisées (nature du fluide, dimensions des obstructions, etc.).

Afin de vérifier si la solution obtenue est indépendante de la taille de la maille, une analyse de sensibilité a été effectuée sur la taille des mailles en raffinant le maillage, particulièrement dans la zone autour des structures flottantes. Les blocs de mailles présentées à la section 3.4 sont maintenus, avec un maillage de taille variant de 0,25 m et 4 m. Ce raffinement abaisse le y+ sous la barge transversale dans une fourchette de 400 à 1000.

La comparaison des vitesses obtenues sous les barges flottantes pour l'option A en conditions d'étiage est présentée aux figures 6 et 7. L'emplacement des coupes dans le domaine d'étude est illustré à la figure 11.

Les résultats montrent que les champs de vitesses obtenues avec le maillage fin ne sont pas modifiés de façon significative, en comparaison avec celui obtenu avec le maillage plus grossier. La différence absolue en termes de vitesse est faible, tel que décrit pour quatre points d'intérêt au tableau 3.

Ces résultats suggèrent que la solution est suffisamment indépendante de la taille des mailles et que le maillage proposé aux abords des structures flottantes est suffisamment fin pour offrir une précision répondant aux besoins de la présente étude.

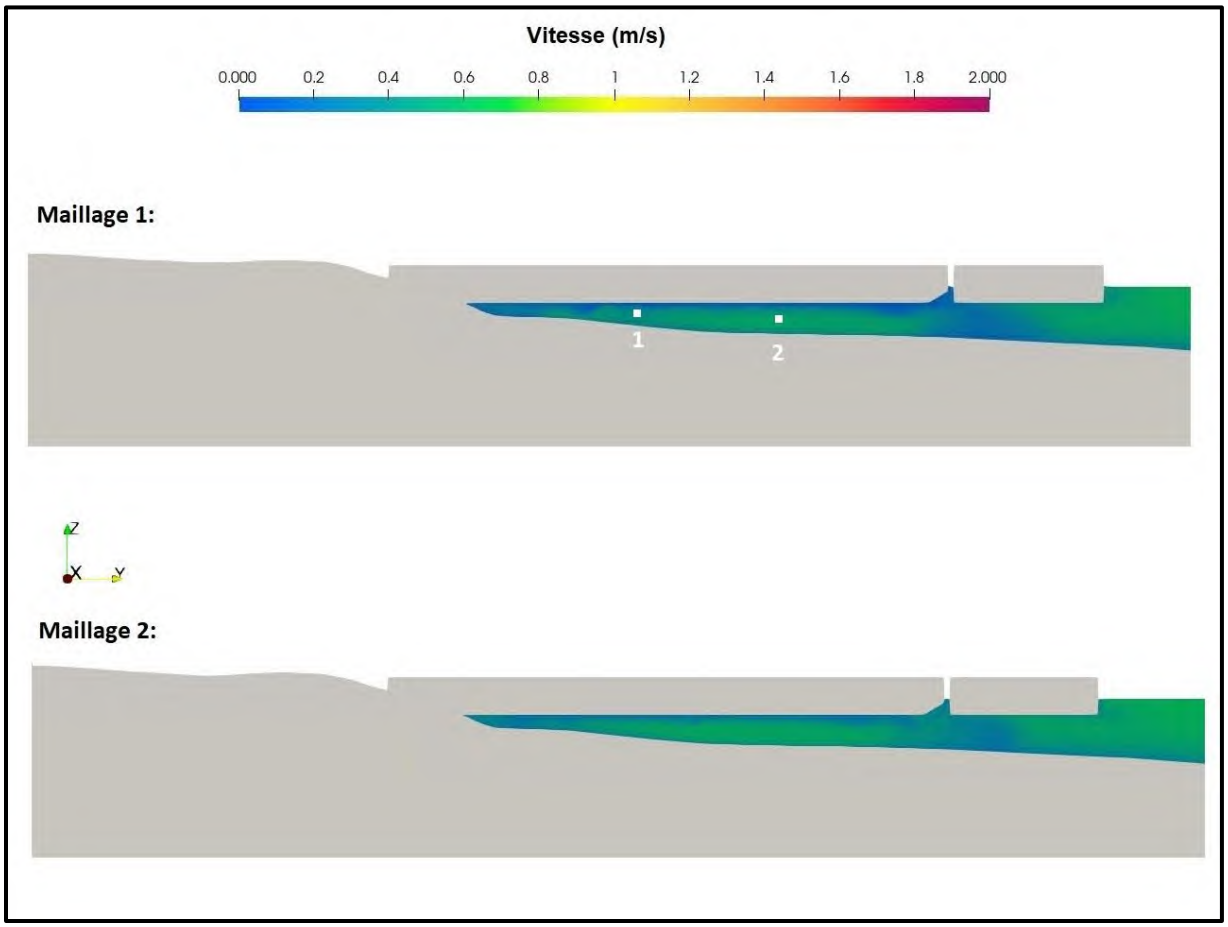


Figure 6 : Vitesse d'écoulement sous les barges flottantes – Débit d'étiage – Comparaison entre maillage 1 (grossier) et maillage 2 (fin) – Coupe DD

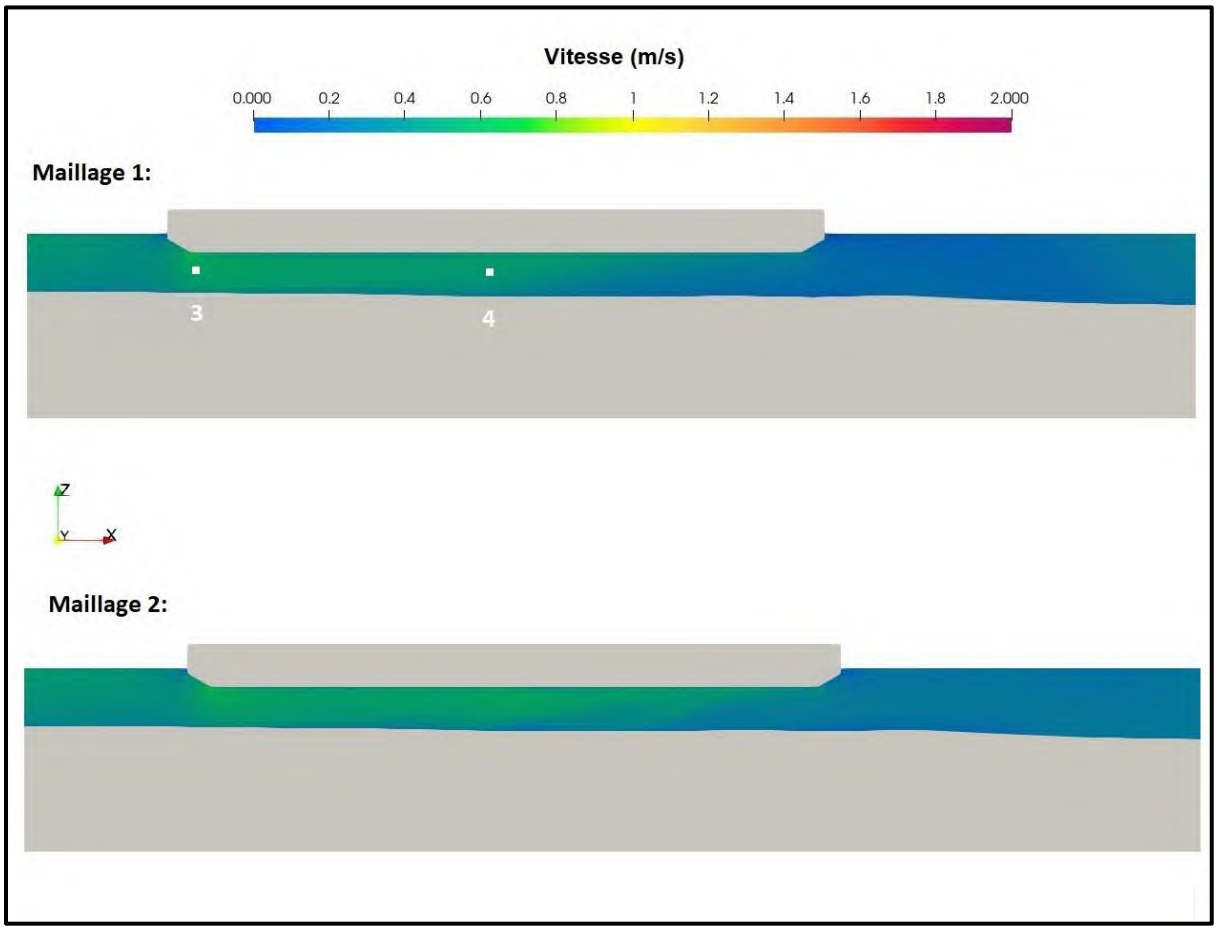


Figure 7 : V Vitesse d'écoulement sous les barges flottantes – Débit d'étiage – Comparaison entre maillage 1 (grossier) et maillage 2 (fin) – Coupe CC

Tableau 3 : Vitesse aux points d'intérêt – Comparaison entre maillage 1 (grossier) et maillage 2 (fin)

Point d'intérêt	Vitesse (m/s)	
	Maillage 1 (grossier)	Maillage 2 (fin)
1	0.43	0.51
2	0.53	0.56
3	0.59	0.60
4	0.50	0.54

4.2 Sensibilité à la position de la condition frontière aval

La taille du domaine d'étude, et donc le choix de l'emplacement des conditions frontières, est-elle aussi limitée par la taille du modèle et la nécessité de conserver des temps de calcul praticables. La condition frontière amont (débit imposé) a été reculée le plus possible, car la distribution du débit à la condition frontière est artificielle et est susceptible d'impacter davantage la solution. La condition frontière aval est située plus proche des structures à l'étude (environ 1500 m).

Une seconde étude de sensibilité a été menée sur la position de la condition frontière aval. La modélisation de l'option A en débit d'étiage a été reprise en déplaçant la condition frontière de 400 m vers l'amont en direction des structures flottantes, tel qu'illustré à la figure 8. Les résultats, présentés à la figure 9, montrent que le déplacement de la condition frontière vers l'amont n'entraîne pas de modification significative des vitesses d'écoulement, de même qu'à l'emplacement et l'envergure de l'ombre crée par les structures flottantes. On considère par conséquent que la condition frontière aval est située suffisamment loin de la structure pour ne pas influencer la solution.

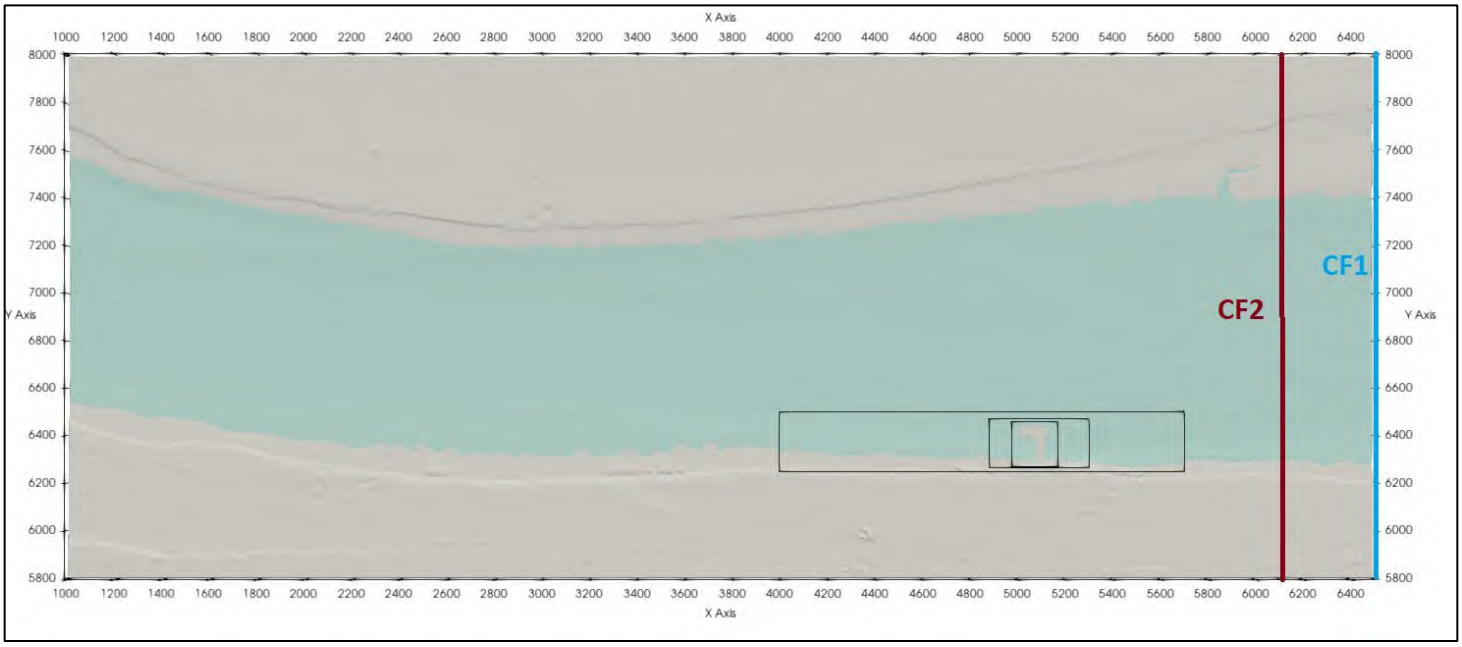


Figure 8 : Position alternative de la condition frontière aval

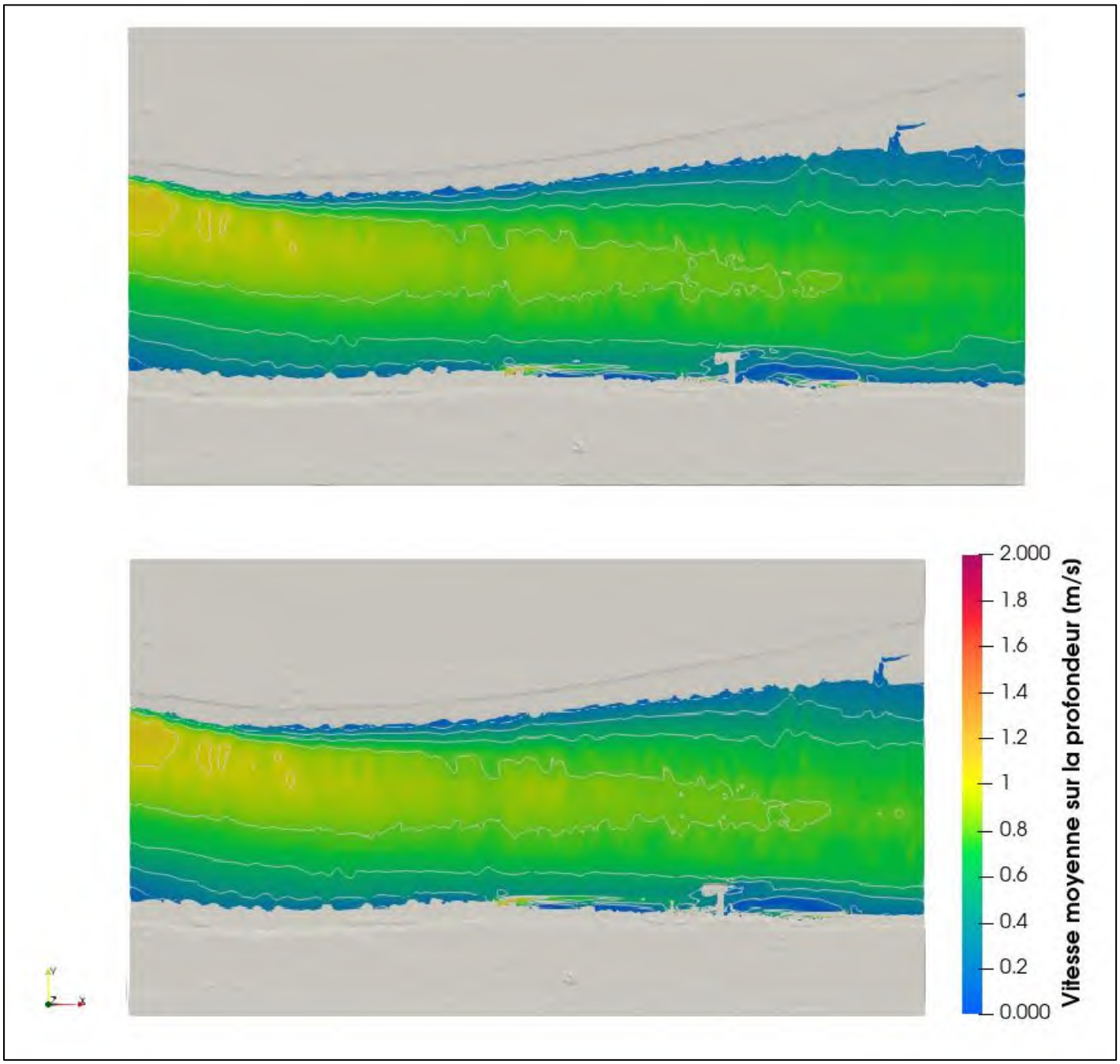


Figure 9: Vitesse moyenne sur la profondeur – Comparaison entre les résultats avec la condition frontière 1 (haut) et 2 (bas) – Option A sous débit d'étiage

4.3 Comparaison avec l'étude 2D

Une comparaison entre les résultats des modèles 2D et 3D en condition existantes a été effectuée pour fins de validation. Il est à noter que le profil transversal des vitesses dans le fleuve au doit des structures a été mesuré, ce qui a permis la calibration du modèle 2D (CIMA+, 2023).

La comparaison des vitesses moyennes sur la profondeur en pour un débit moyen est présenté à la figure 10.

L'analyse des résultats près des berges est compliquée par la représentation des cellules mouillées, imparfaites dans les deux modèles. Les profils de vitesses obtenus sont cependant relativement cohérents, mais on note des vitesses près du site à l'étude légèrement plus élevées dans le modèle 2D. Par exemple, la vitesse sous la barge parallèle à l'écoulement est d'environ 0,6 à 0,7 m/s pour le modèle 3D, contre environ 0,7 à 0,8 m/s dans le modèle 2D.

Bien que cette différence soit limitée, l'incertitude liée à celle-ci doit être prise en compte lors de l'analyse des résultats de la présente étude, tel que discuté à la section 6.0.

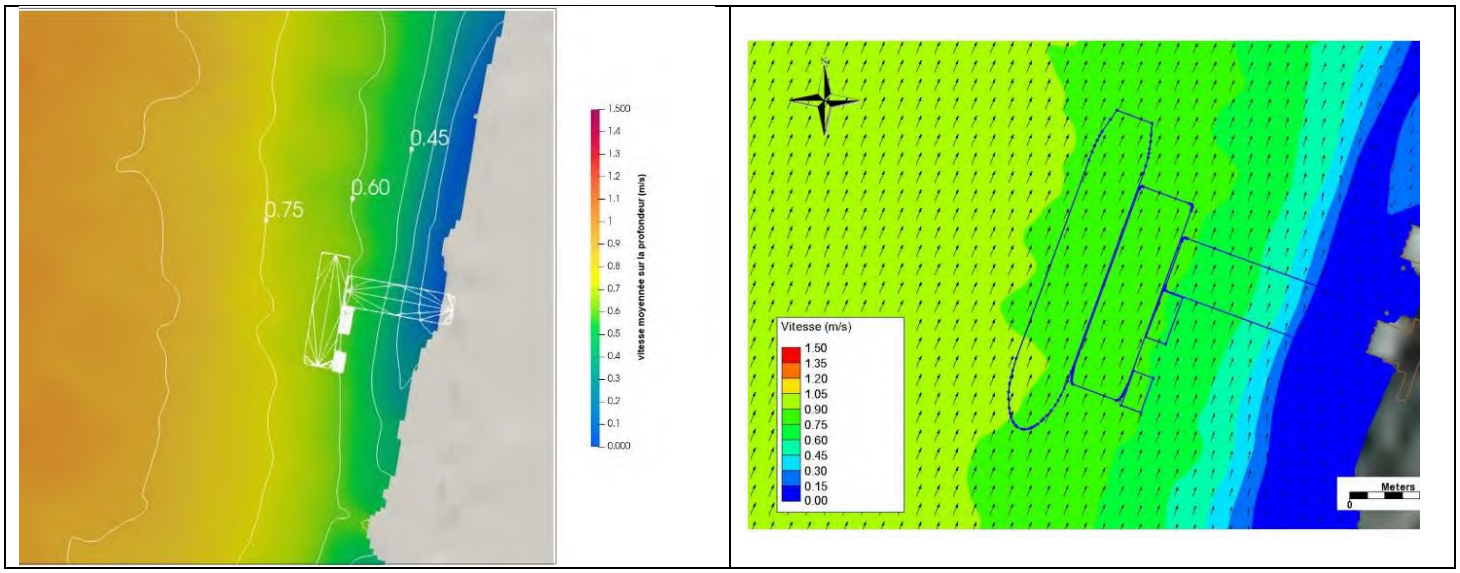


Figure 10 : Vitesse moyenne sur la profondeur - Comparaison entre les modèles 3D (gauche) et 2D (droite) en conditions existantes (débit moyen)

5. Résultats

5.1 Option A

Une comparaison des résultats de modélisations en conditions existantes et en présence des structures de l'option A est présentée aux figures 12 à 17 (débit moyen) et aux figures 18 à 23 (débit d'étiage).

Les résultats montrent que la structure projetée entraîne généralement une réduction des vitesses moyennes sur la profondeur à l'aval des quais projetée. La présence des jetées crée une « ombre » dans l'écoulement sur une distance d'environ 500 m, tel qu'illustré à la figure 16. Cet impact est plus marqué pour l'option A que pour l'option B (voir section 4.2) en raison de l'impact de la barge placée perpendiculairement à l'écoulement.

Malgré la réduction des vitesses moyennes sur la profondeur causée par les obstacles, on observe une accélération sous les structures, tel qu'illustré aux figures 12 à 15 et 18 à 21. La comparaison avec les conditions existantes montre que cette accélération n'entraîne généralement pas des vitesses beaucoup plus élevées en conditions projetées qu'en conditions existantes au droit des structures situées plus loin des rives (barge parallèle à l'écoulement). Cependant, les résultats montrent des vitesses plus élevées qu'en conditions existantes sous les structures situées près des berges. Cette accélération est limitée à +0,2 m/s.

Les structures projetées ont un impact négligeable sur les niveaux d'eau dans le secteur à l'étude.

Le tableau 4 fournit la vitesse moyenne sur la profondeur pour quatre points sélectionnés, dont les positions sont illustrées à la figure 17. Des vues en coupe supplémentaires sont fournies à l'Annexe A.

Tableau 4 : Vitesse moyenne sur la profondeur aux points sélectionnés – Comparaison entre option A et conditions existantes

Scenario	Vitesse moyenne sur la profondeur (m/s)			
	Point a	Point b	Point c	Point d
$Q_{2,7}$ (étiage) - Conditions de projet	0.1	0.2	0.3	0.2
$Q_{2,7}$ (étiage) - Conditions existantes	0.5	0.5	0.4	0.1
Q moyen - Conditions de projet	0.1	0.3	0.3	0.3
Q moyen - Conditions existantes	0.6	0.7	0.5	0.3

Sur les figures montrant la vitesse moyenne sur la profondeur en conditions projetées (16,17, 22 et 23), on distingue sur la rive droite quelques zones isolées d'accélérations. Ces zones sont des artefacts numériques du modèle, et non un impact des structures projetées. Des instabilités se développent à l'interface entre les différents blocs de maillages, et des tests ont montré que des effets similaires sont visibles lorsqu'on introduit des blocs de maillages plus fins dans le modèle en conditions existantes.

Le recourt à une série de blocs de maillage imbriqués est susceptible de causer des instabilités ou de petites discontinuités dans la solution. Il s'agit d'une limitation connue, tel que décrit dans le manuel d'utilisateur de Flow3d

(FlowScience 2023). Cependant, la taille du domaine à modéliser force l'utilisation d'une série de blocs de maillages. Par conséquent, les vitesses modélisées aux berges doivent être interprétées avec prudence.

Par ailleurs, il existe sur Flow3D une difficulté bien documentée à représenter des pentes douces avec des maillages grossiers. Cela crée des *sliver cells* ou le ratio entre surface et volume est trop grand. Pour ces raisons, il est conseillé de limiter l'interprétation des résultats à la quantification de l'accélération sous les structures flottantes, ainsi que la quantification de la réduction de vitesse dans le sillage, tel que discuté à la section 6.0.

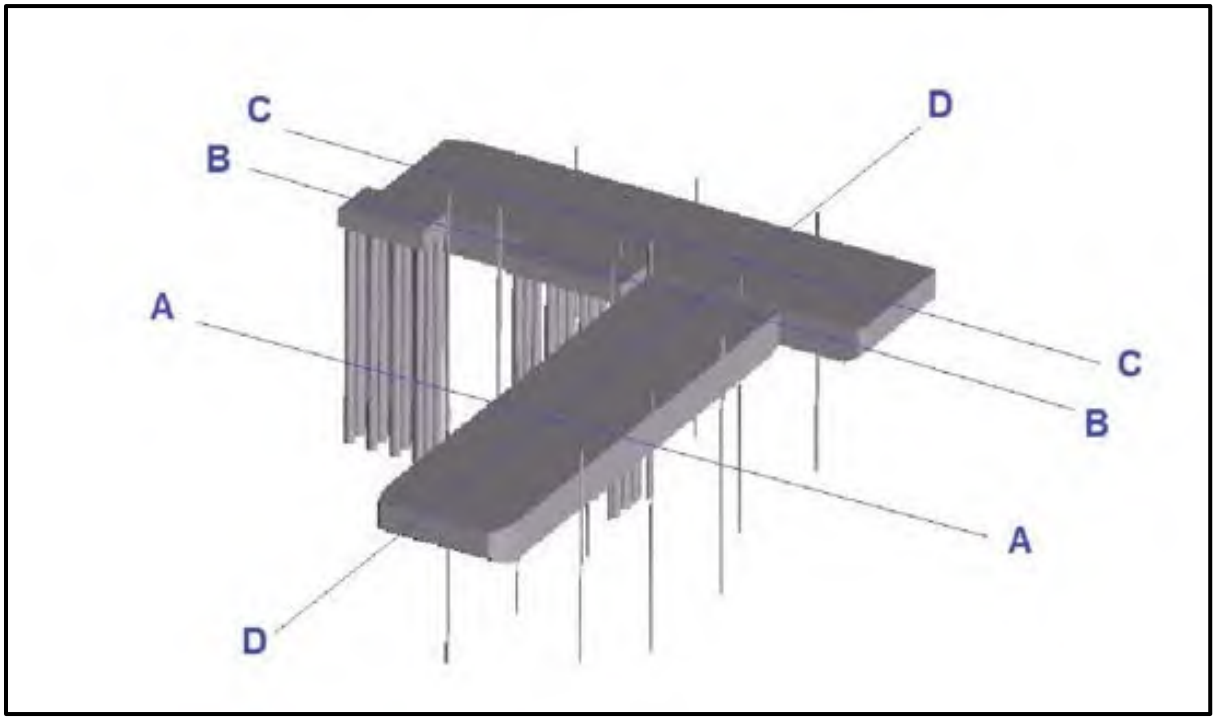


Figure 11 : Structures de l'option A et position des vues en coupe

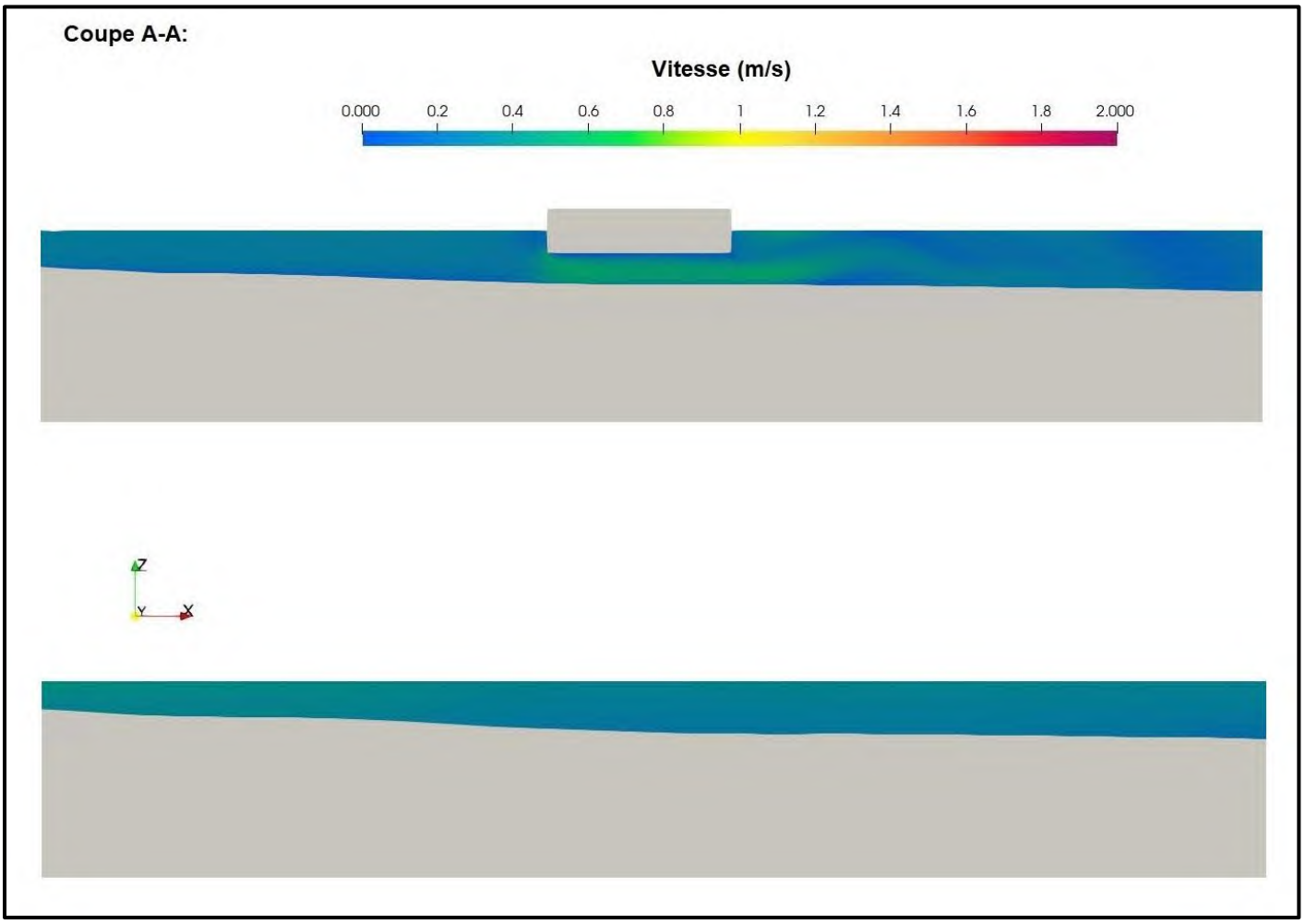


Figure 12 : Vitesse d'écoulement autour de la structure – Comparaison entre l'option A et les conditions existantes – Débit moyen – Coupe A-A

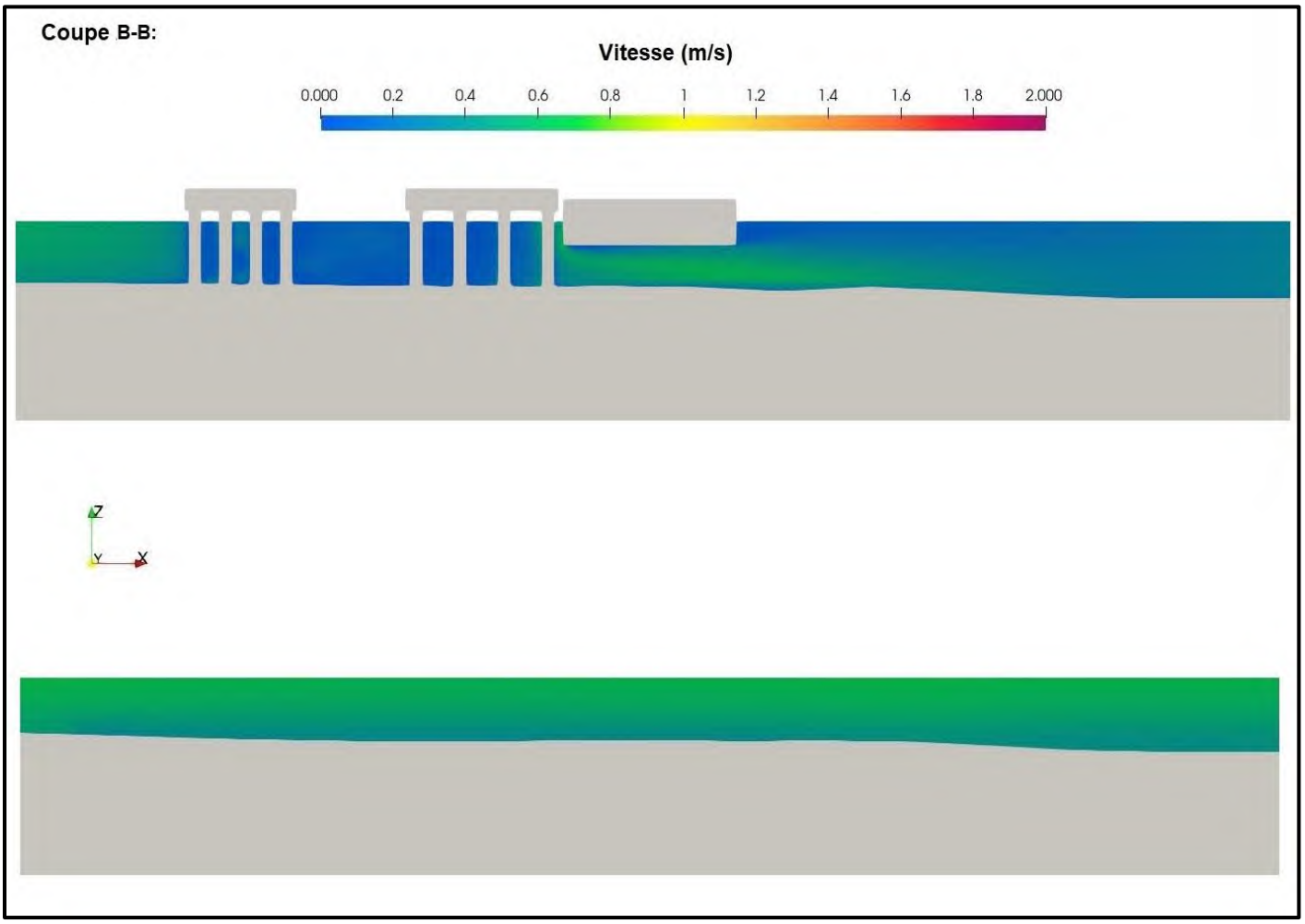


Figure 13 : Vitesse d'écoulement autour de la structure – Comparaison entre l'option A et les conditions existantes – Débit moyen – Coupe B-B

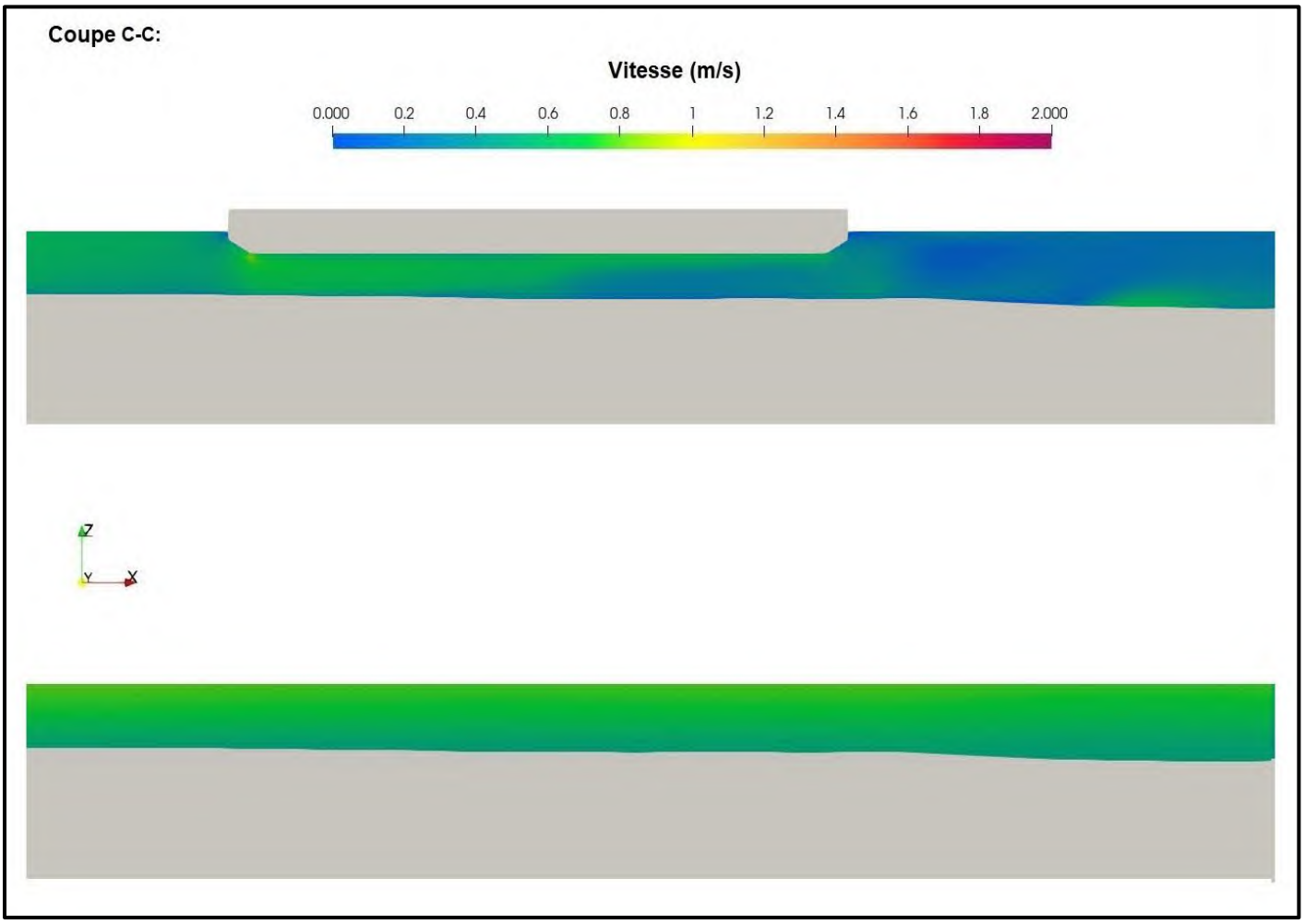


Figure 14 : Vitesse d'écoulement autour de la structure – Comparaison entre l'option A et les conditions existantes – Débit moyen – Coupe C-C

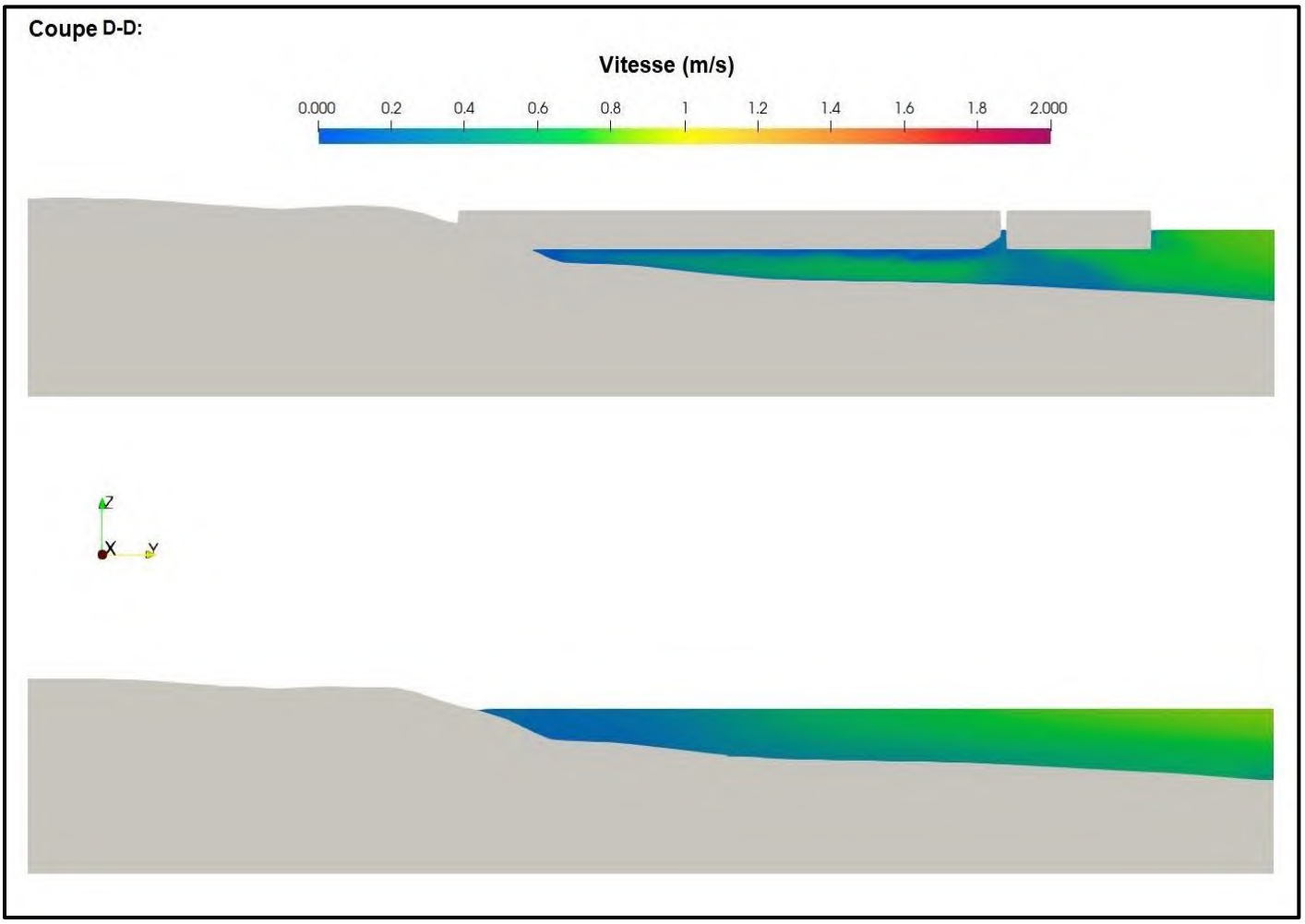


Figure 15 : Vitesse d'écoulement autour de la structure – Comparaison entre l'option A et les conditions existantes – Débit moyen – Coupe D-D

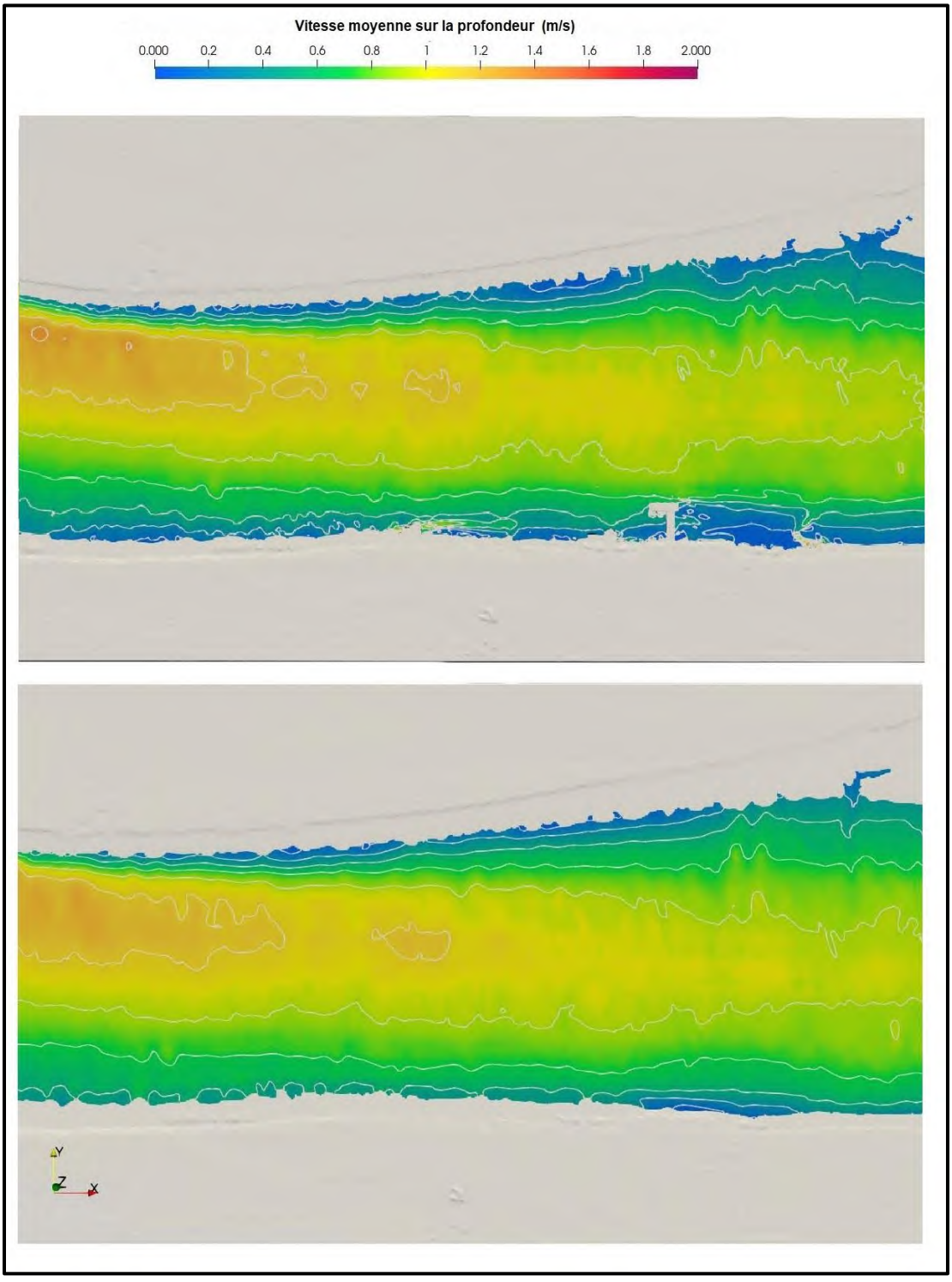


Figure 16 : Vitesse moyenne sur la profondeur – Comparaison entre l'option A et les conditions existantes – Débit moyen – Domaine d'étude

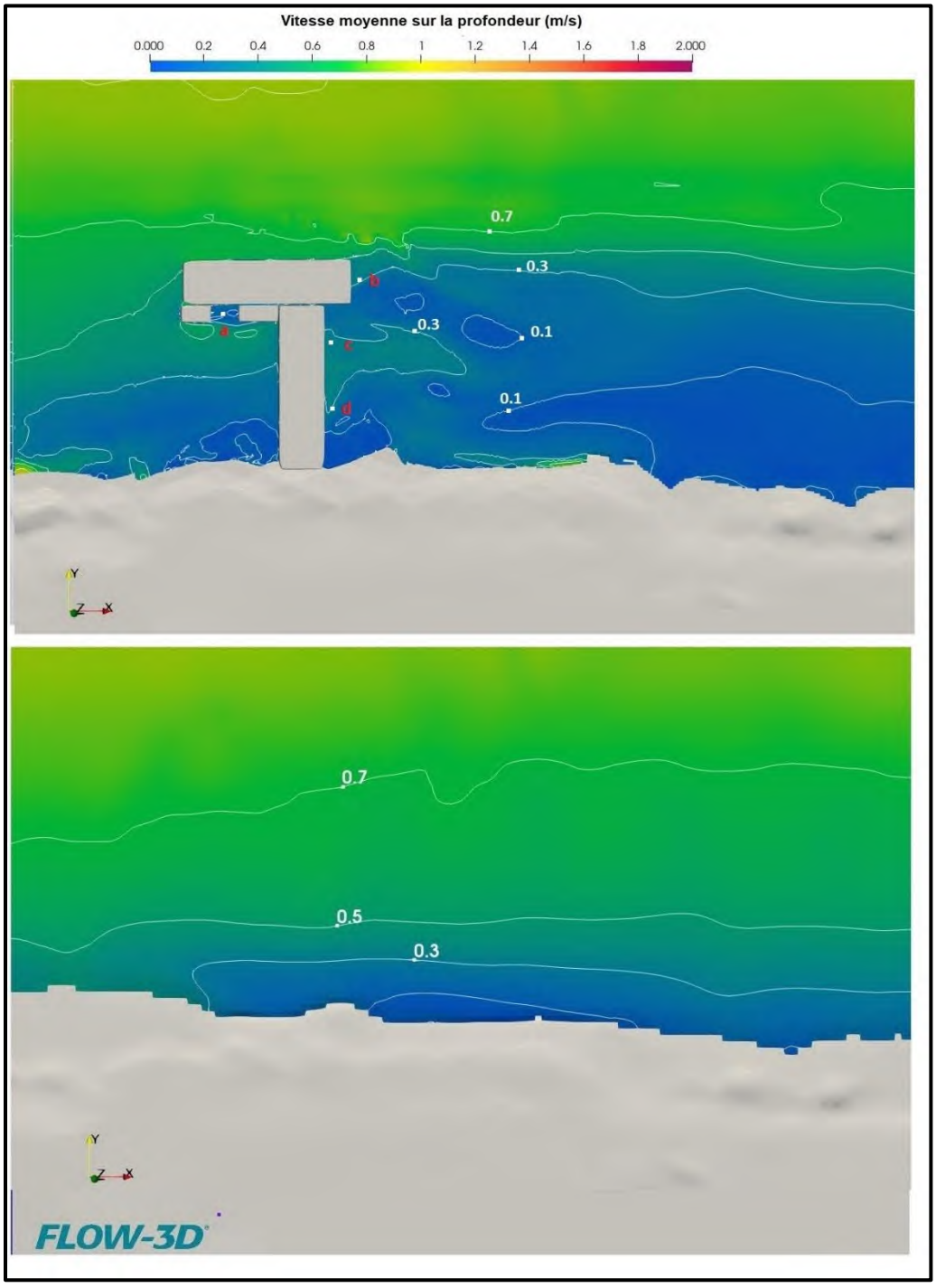


Figure 17 : Vitesse moyenne sur la profondeur – Comparaison entre l'option A et les conditions existantes – Débit moyen – Proximité des structures projetées

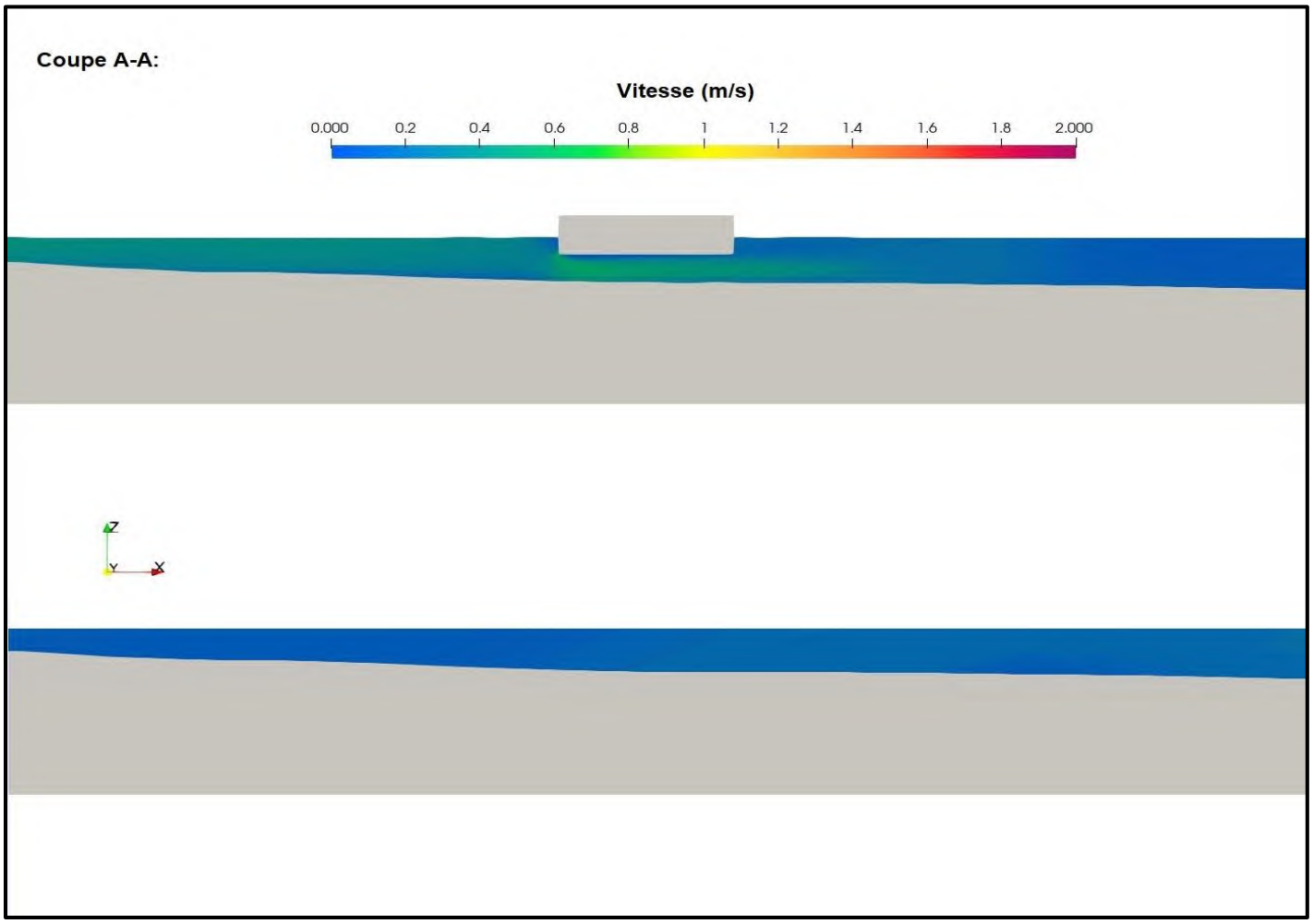


Figure 18 : Vitesse d'écoulement autour de la structure – Comparaison entre l'option A et les conditions existantes – Débit d'étiage – Coupe A-A

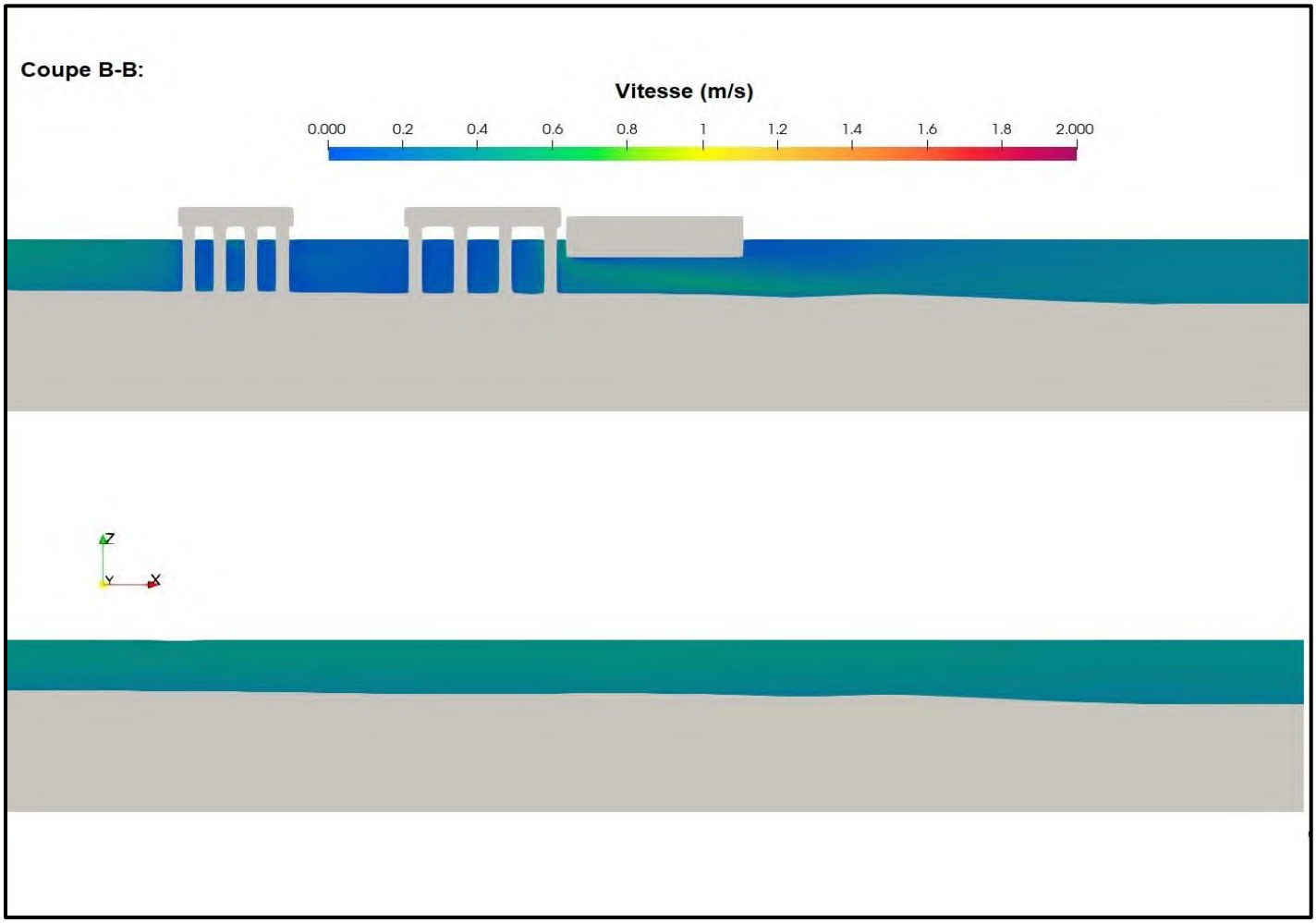


Figure 19 : Vitesse d'écoulement autour de la structure – Comparaison entre l'option A et les conditions existantes – Débit d'étiage – Coupe B-B

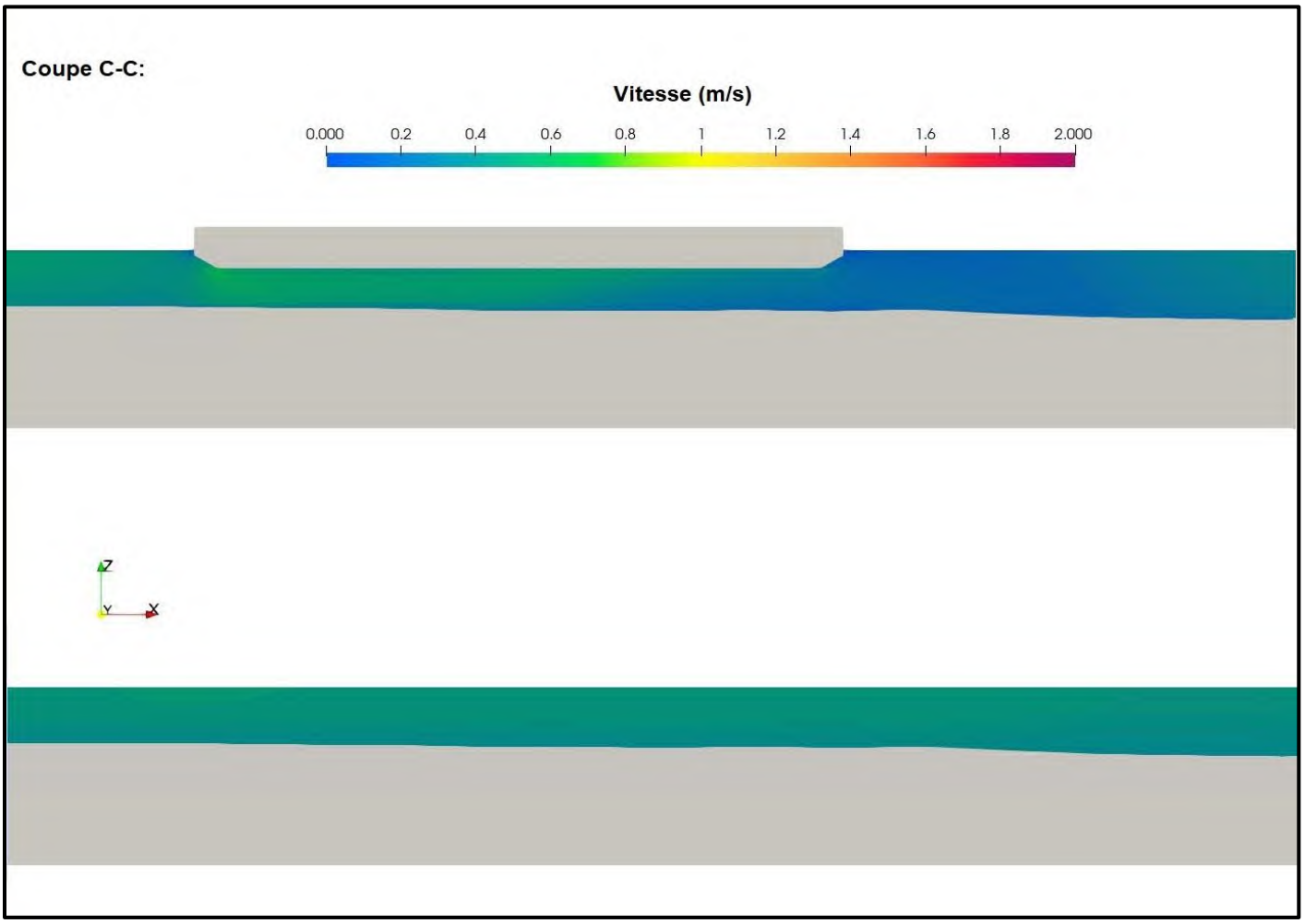


Figure 20 : Vitesse d'écoulement autour de la structure – Comparaison entre l'option A et les conditions existantes – Débit d'étiage – Coupe C-C

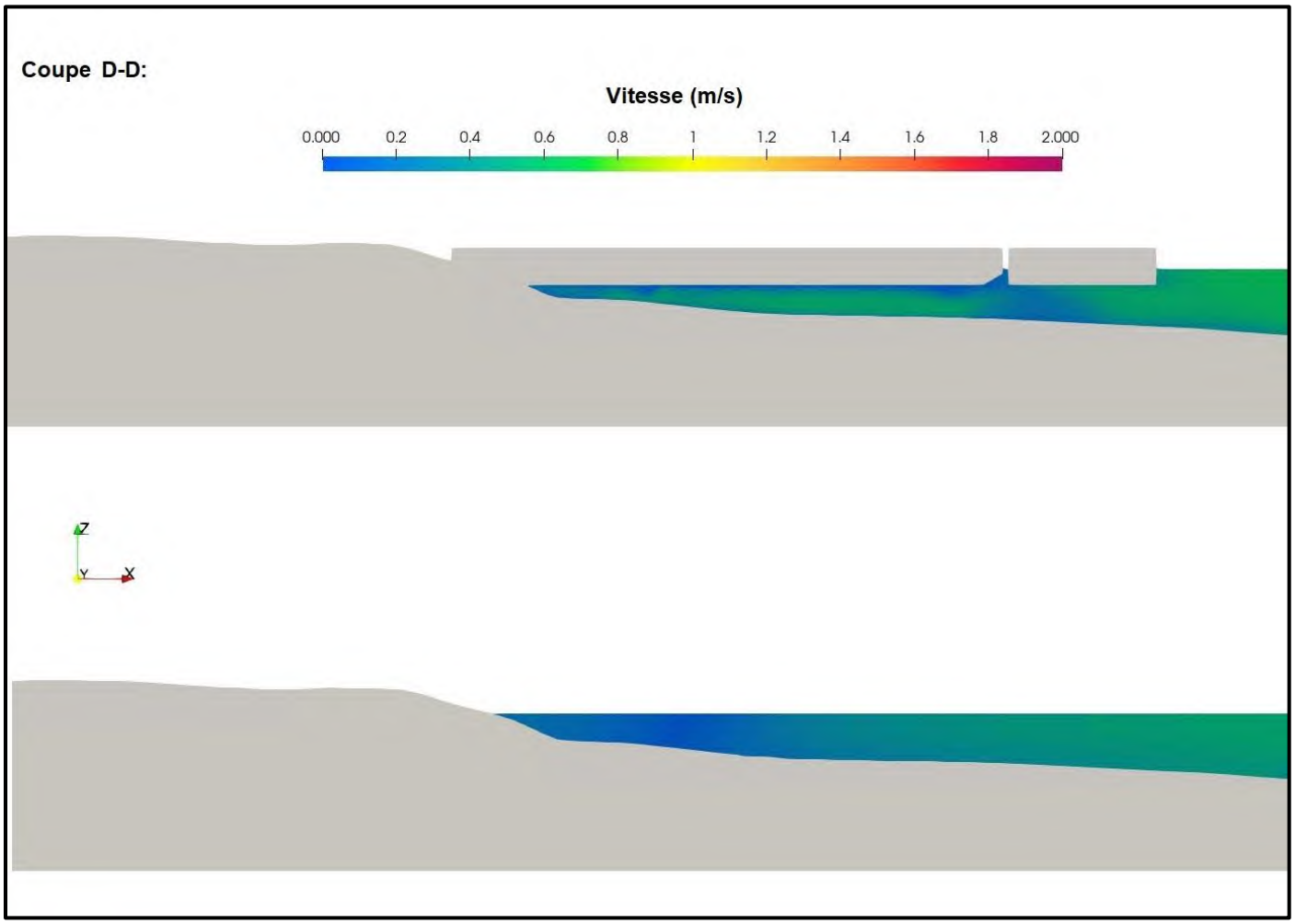


Figure 21 : Vitesse d'écoulement autour de la structure – Comparaison entre l'option A et les conditions existantes – Débit d'étiage – Coupe D-D

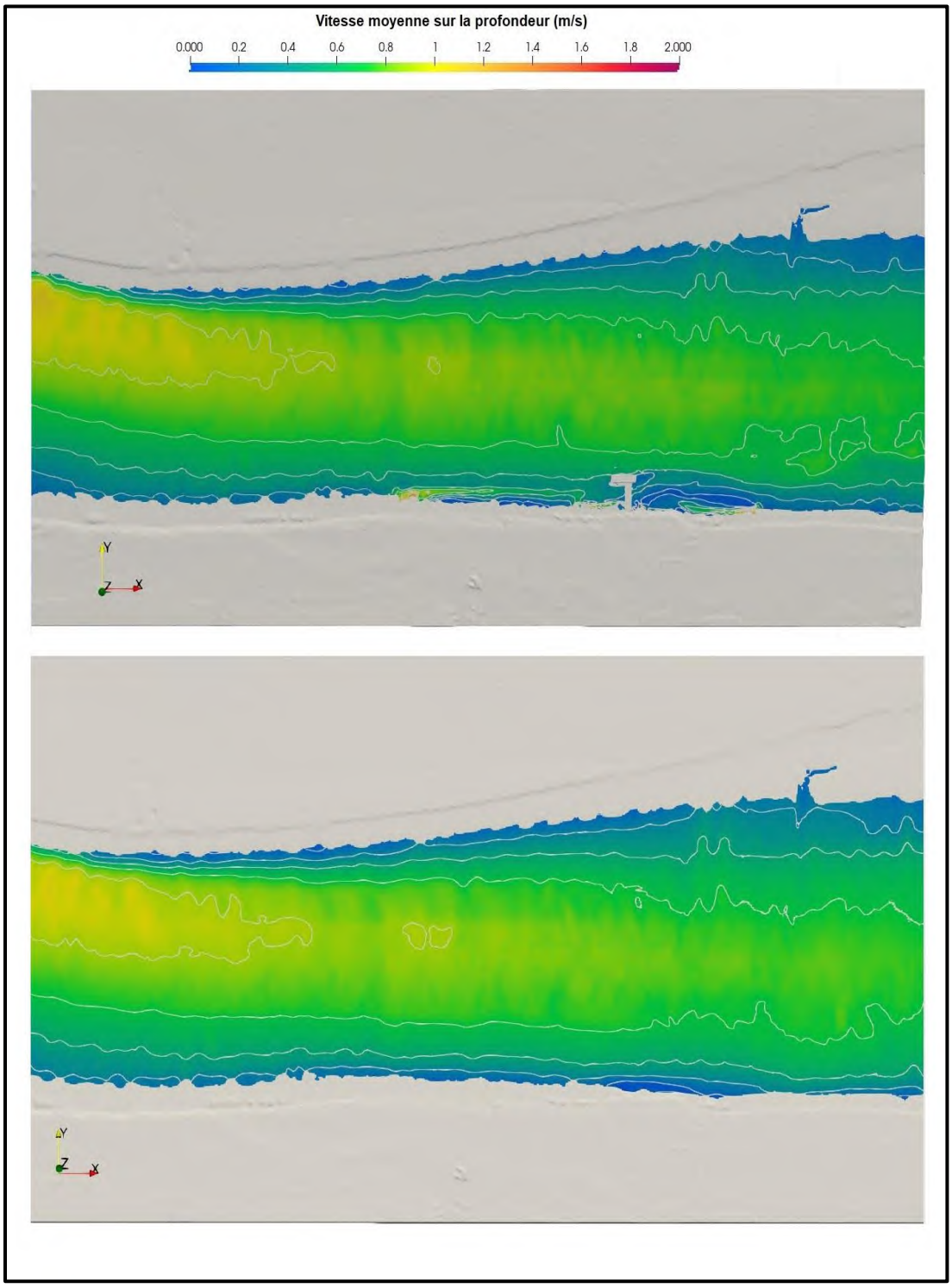


Figure 22 : Vitesse moyenne sur la profondeur – Comparaison entre l'option A et les conditions existantes – Débit d'étiage – Domaine d'étude

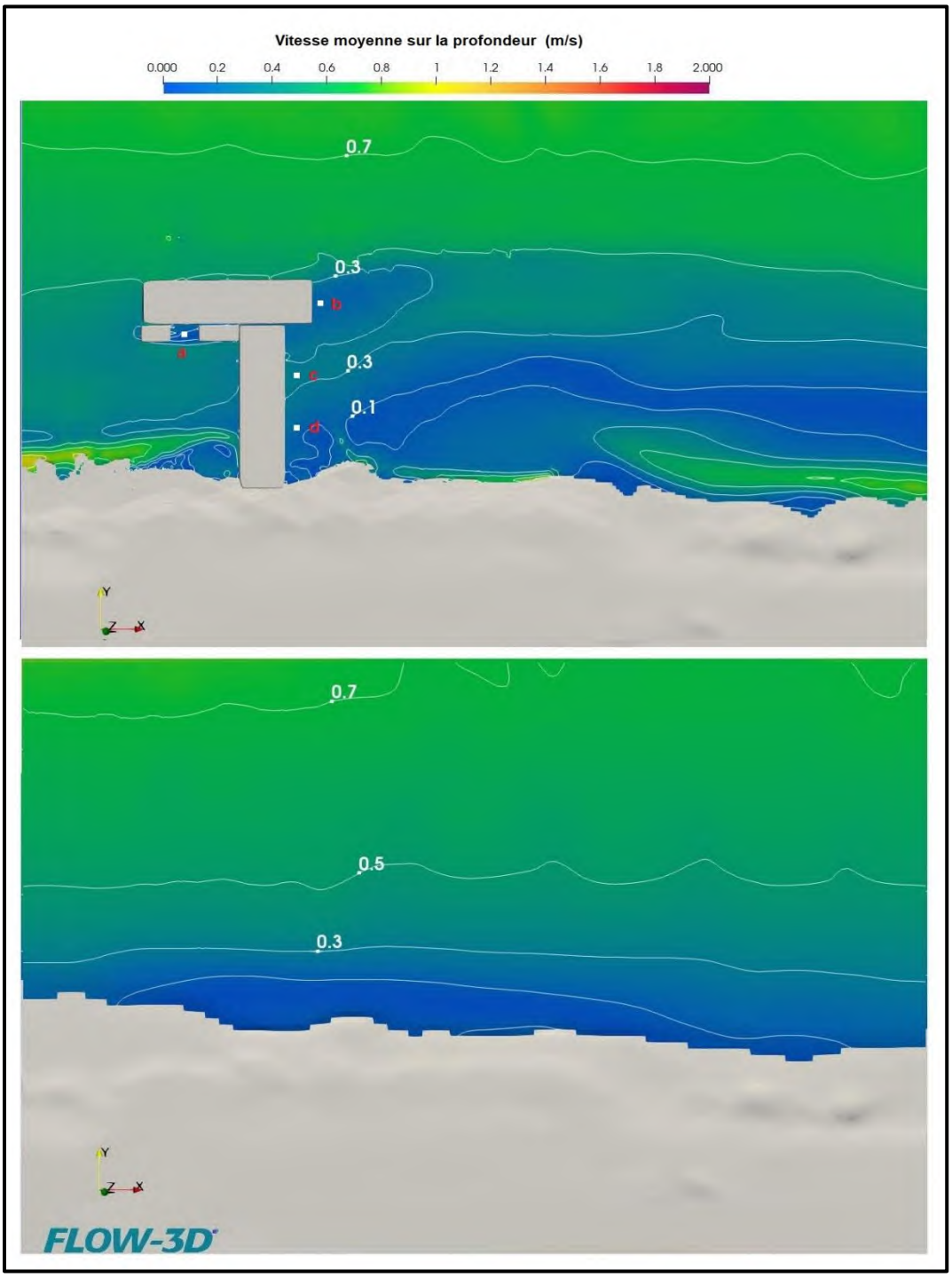


Figure 23 : Vitesse moyenne sur la profondeur – Comparaison entre l'option A et les conditions existantes – Débit d'étiage – Proximité des structures projetées

5.2 Option B

Une comparaison des résultats de modélisations en conditions existantes et en présence des structures de l'option B est présentée aux figures 25 à 30 (débit moyen) et aux figures 31 à 36 (débit d'étiage).

Les résultats montrent que la structure projetée entraîne généralement une réduction des vitesses moyennes sur la profondeur à l'aval des quais projetés. Cette réduction est cependant beaucoup plus limitée que celle observée aux résultats de l'option A, car le pont de l'option B est situé hors de l'eau et a peu d'impact sur l'écoulement.

Malgré la réduction des vitesses moyennes sur la profondeur causée par les obstacles, on observe une légère accélération sous la barge tel qu'illustrée aux figures 25 et 26. La comparaison avec les conditions existantes montre que cette accélération n'entraîne pas des vitesses plus élevées en conditions projetées qu'en conditions existantes.

Les structures projetées ont un impact négligeable sur les niveaux d'eau dans le secteur à l'étude.

Le tableau 6 fournit la vitesse moyenne sur la profondeur pour quatre points sélectionnés, dont les positions sont illustrées à la figure 30. Des vues en coupe supplémentaires sont fournies à l'Annexe A.

Tableau 6 : Vitesse moyenne sur la profondeur aux points sélectionnés – Comparaison entre option B et conditions existantes

Scenario	Vitesse moyenne sur la profondeur (m/s)			
	Point e	Point f	Point g	Point h
$Q_{2,7}$ (étiage) - Conditions de projet	0.1	0.3	0.1	0.3
$Q_{2,7}$ (étiage) - Conditions existantes	0.5	0.6	0.5	0.3
Q moyen - Conditions de projet	0.2	0.5	0.2	0.5
Q moyen - Conditions existantes	0.6	0.7	0.6	0.5

Sur les figures montrant la vitesse moyenne sur la profondeur en conditions projetées (29,30, 35 et 26), on distingue sur la rive droite quelques zones isolées d'accélérations. Ces zones sont des artefacts numériques du modèle, et non un impact des structures projetées. Des instabilités se développent à l'interface entre les différents blocs de maillages, et des tests ont montré que des effets similaires sont visibles lorsqu'on introduit des blocs de maillages plus fin dans le modèle en conditions existantes.

Le recourt à une série de blocs de maillage imbriqués est susceptible de causer des instabilités ou de petites discontinuités dans la solution. Il s'agit d'une limitation connue, tel que décrit dans le manuel d'utilisateur de Flow3d (FlowScience 2023). Cependant, la taille du domaine à modéliser force l'utilisation d'une série de blocs de maillages. Par conséquent, les vitesses modélisées aux berges doivent être interprétées avec prudence.

Par ailleurs, il existe aussi sur Flow3D une difficulté bien documentée à représenter des pentes douces avec des maillages grossiers. Cela crée des *sliver cells* ou le ratio entre surface et volume est trop grand. Pour ces raisons, il est conseillé de limiter l'interprétation des résultats à la quantification de l'accélération sous les structures flottantes, ainsi que la quantification de la réduction de vitesse dans le sillage, tel que discuté à la section 6.0.

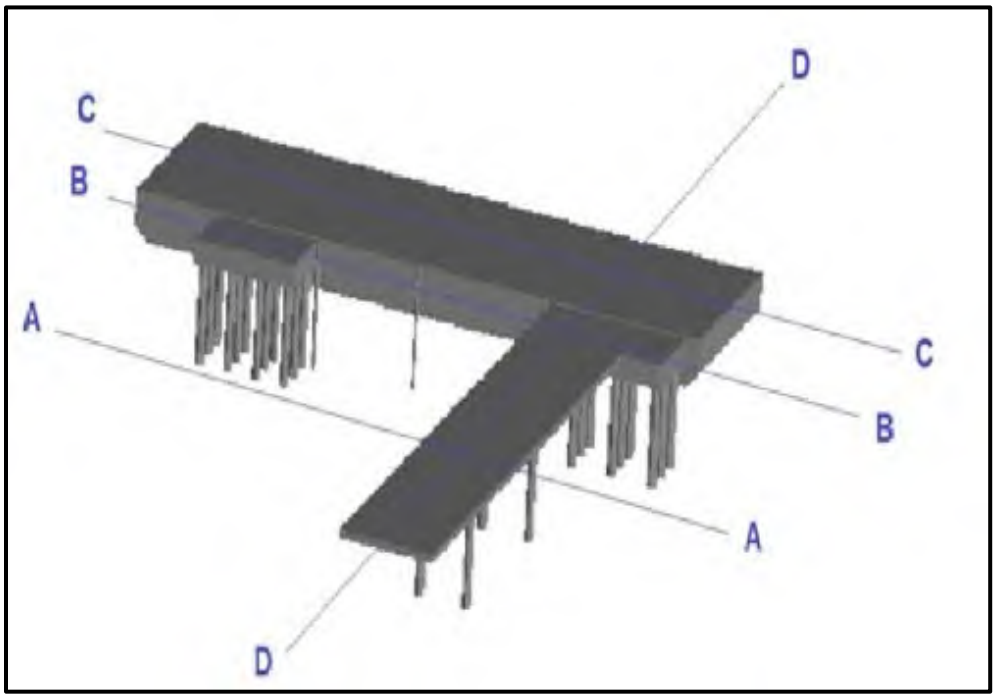


Figure 24 : Structures de l’option B et position des vues en coupe

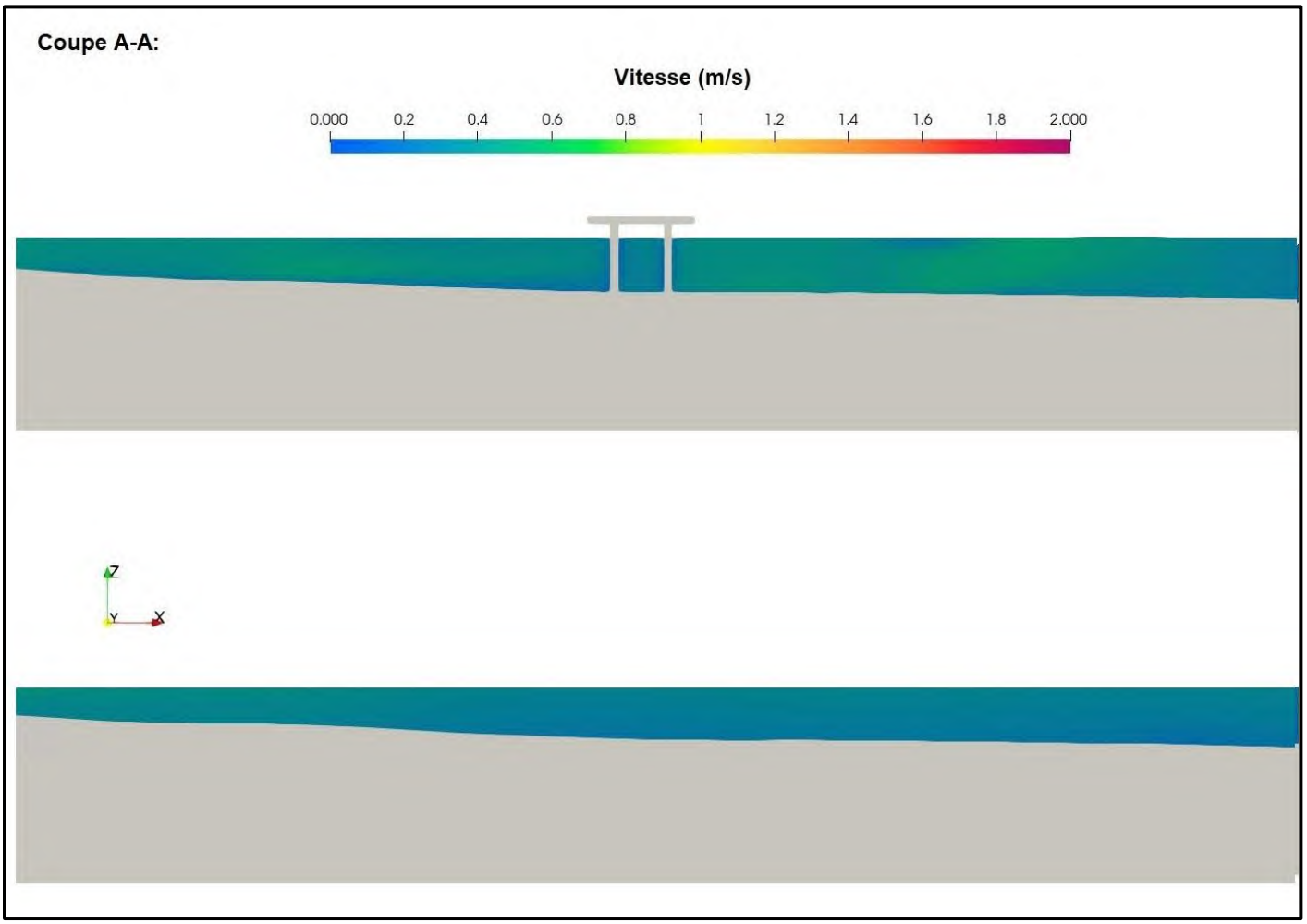


Figure 25 : Vitesse d'écoulement autour de la structure – Comparaison entre l'option B et les conditions existantes – Débit moyen – Coupe A-A

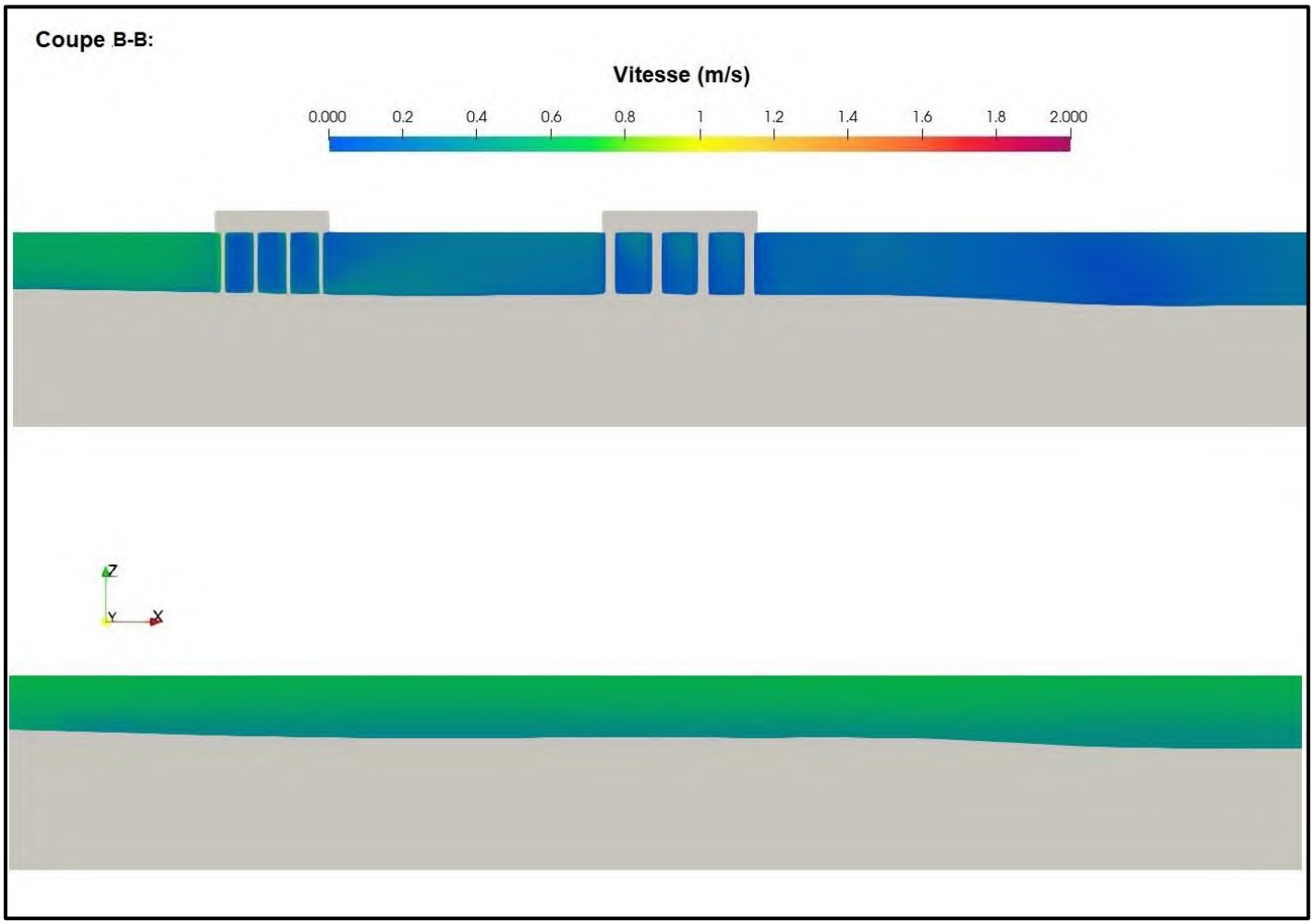


Figure 26 : Vitesse d'écoulement autour de la structure – Comparaison entre l'option B et les conditions existantes – Débit moyen – Coupe B-B

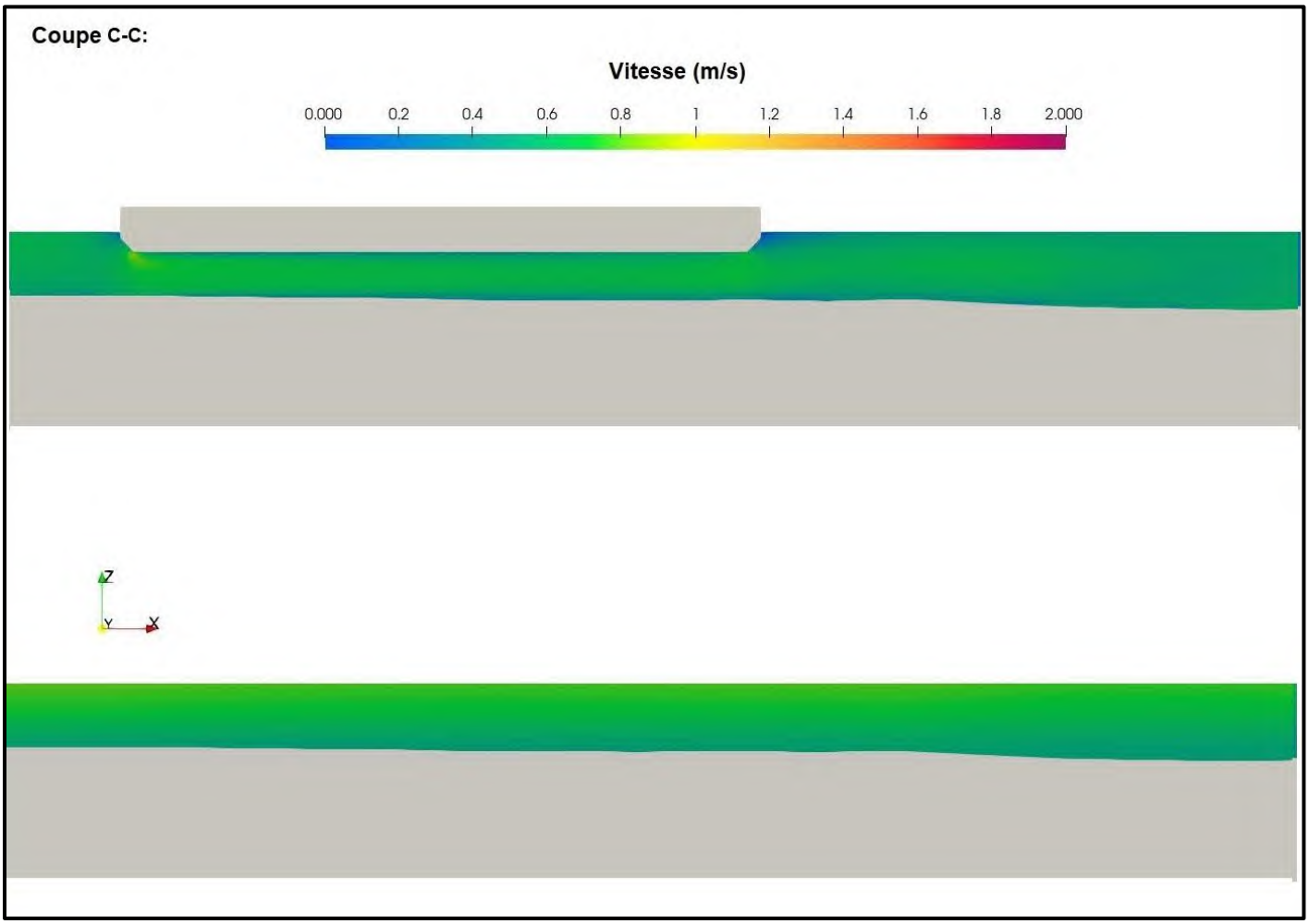


Figure 27 : Vitesse d'écoulement autour de la structure – Comparaison entre l'option B et les conditions existantes – Débit moyen – Coupe C-C

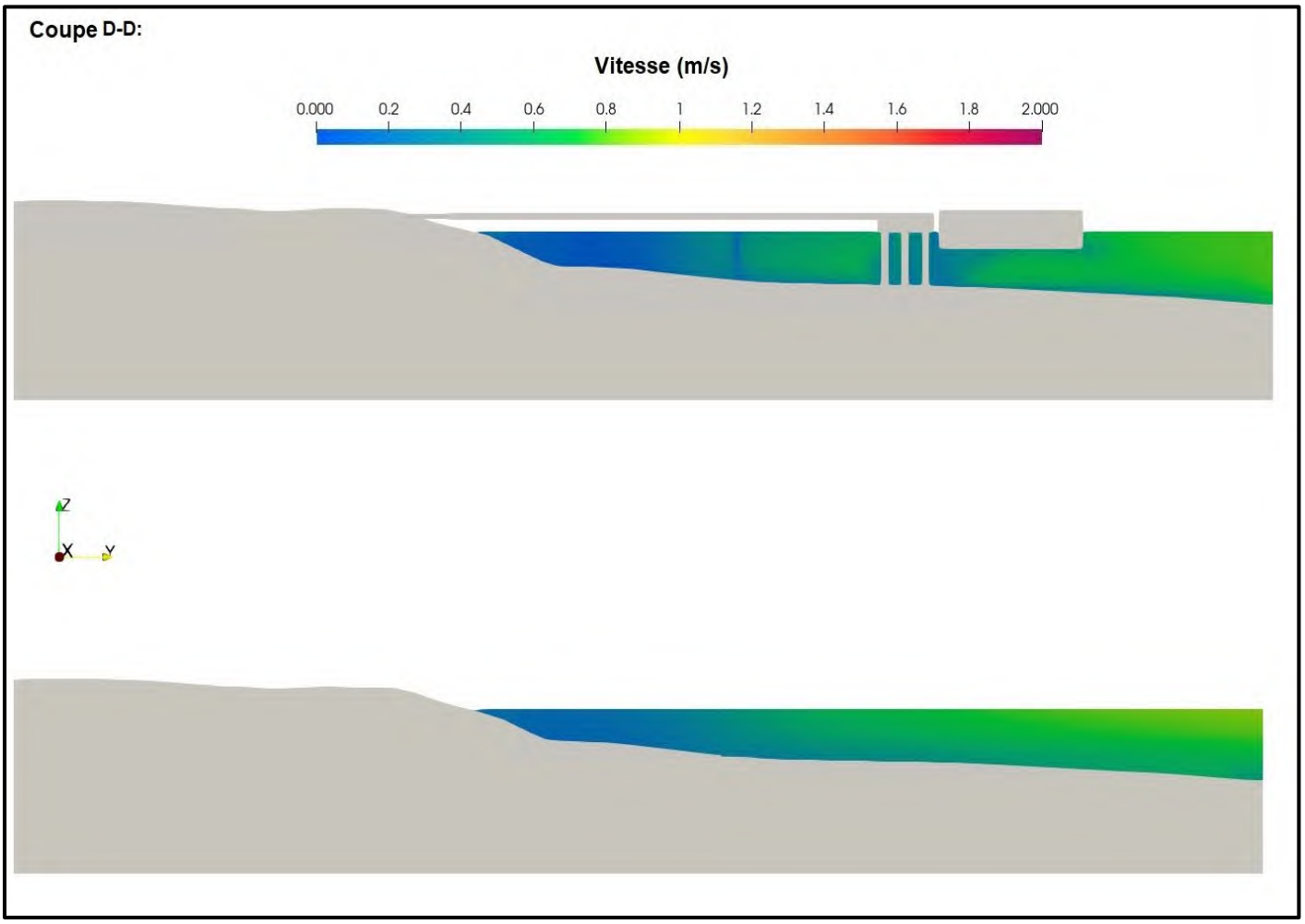


Figure 28 : Vitesse d'écoulement autour de la structure – Comparaison entre l'option B et les conditions existantes – Débit moyen – Coupe D-D

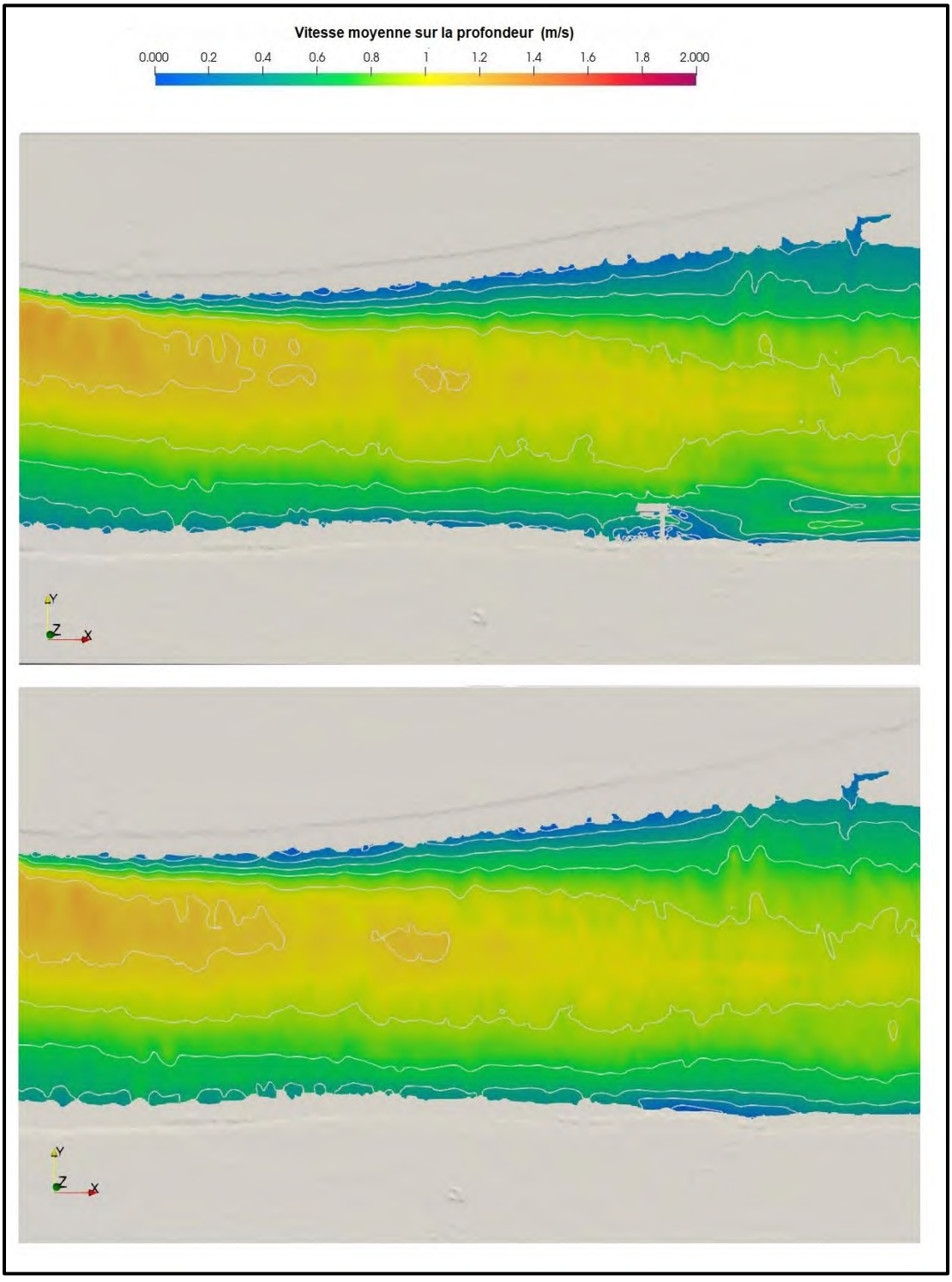


Figure 29 : Vitesse moyenne sur la profondeur – Comparaison entre l'option B et les conditions existantes – Débit moyen – Domaine d'étude

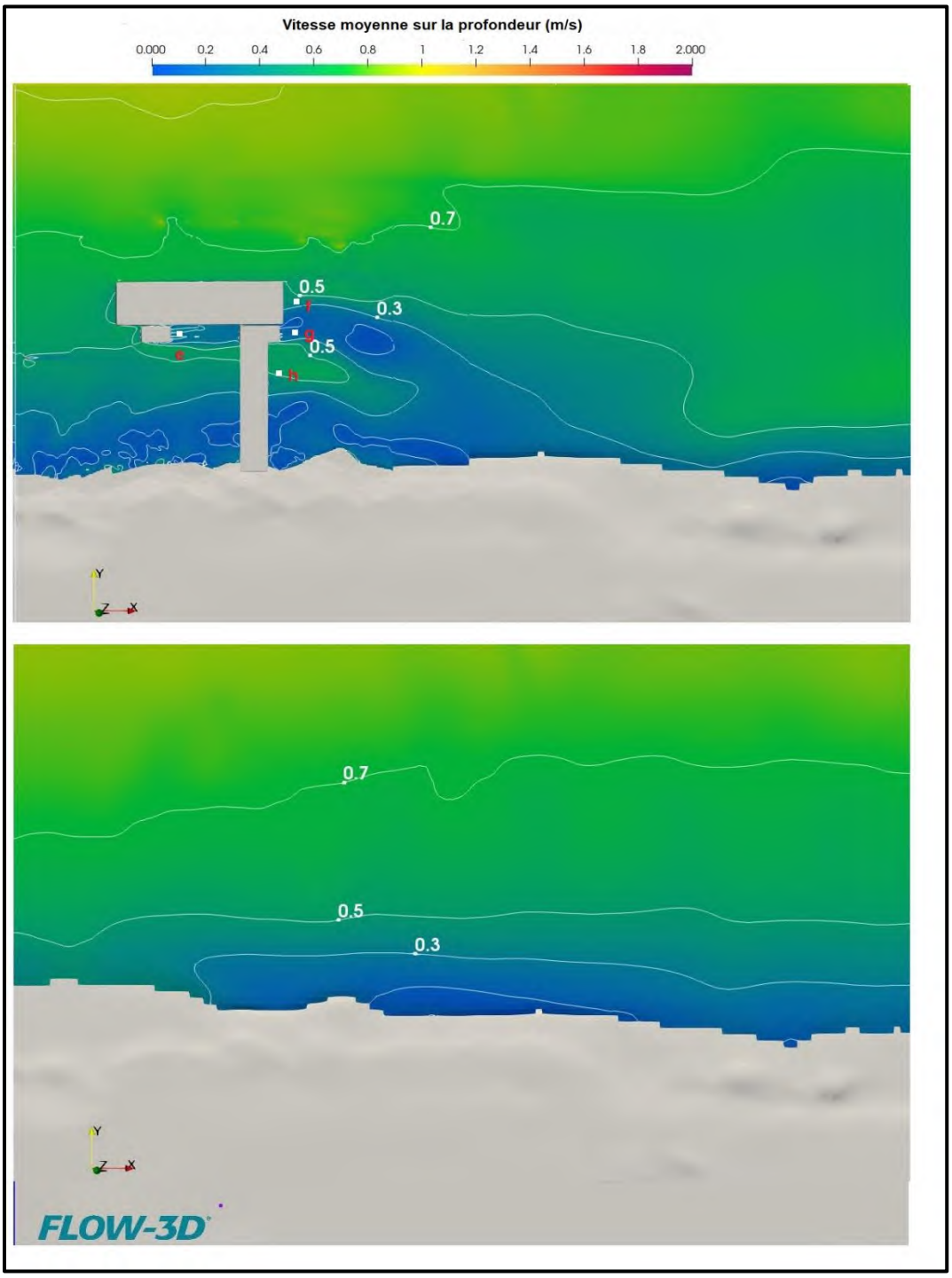


Figure 30 : Vitesse moyenne sur la profondeur – Comparaison entre l'option B et les conditions existantes – Débit moyen – Proximité des structures projetées

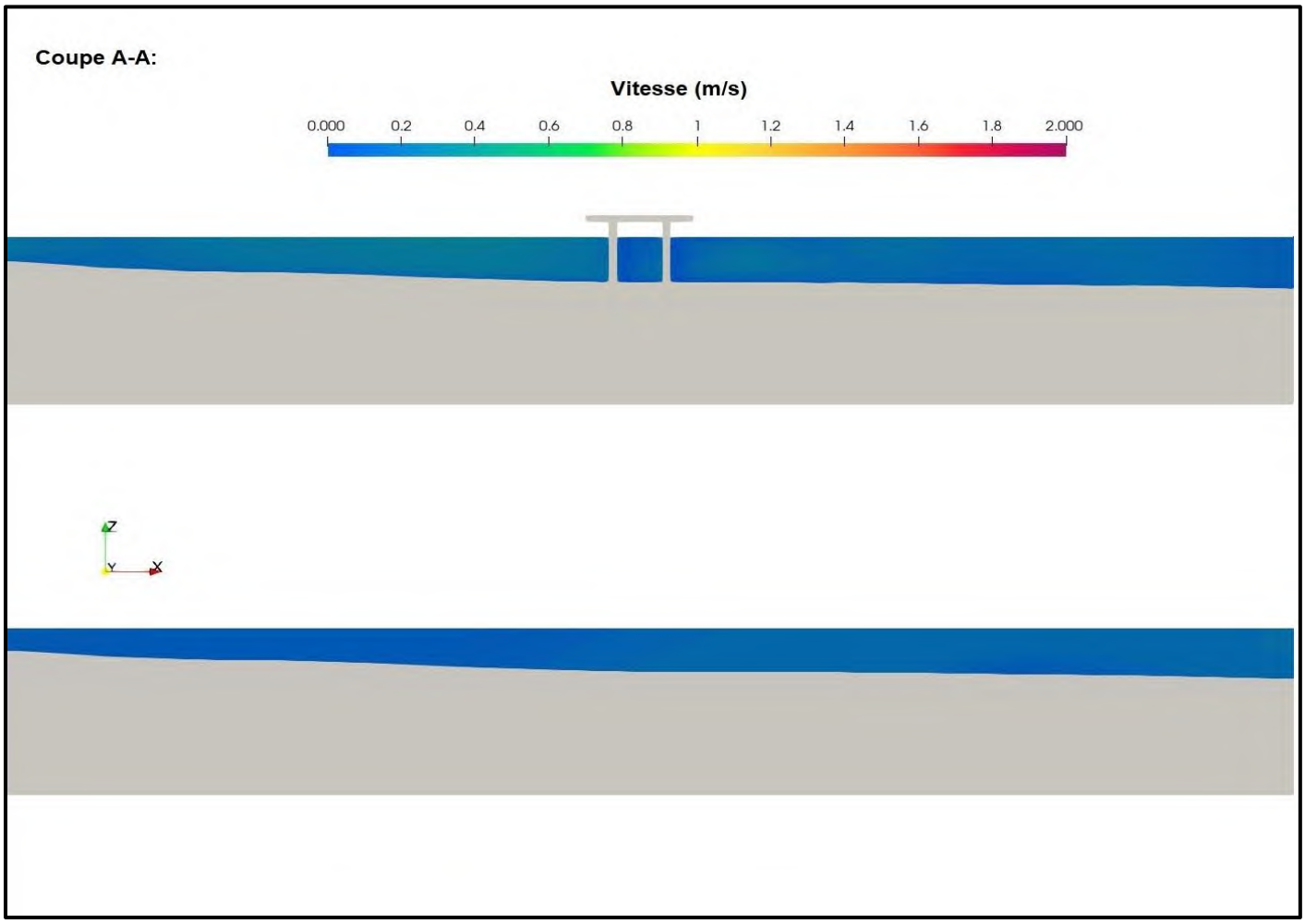


Figure 31 : Vitesse d'écoulement autour de la structure – Comparaison entre l'option B et les conditions existantes – Débit d'étiage – Coupe A-A

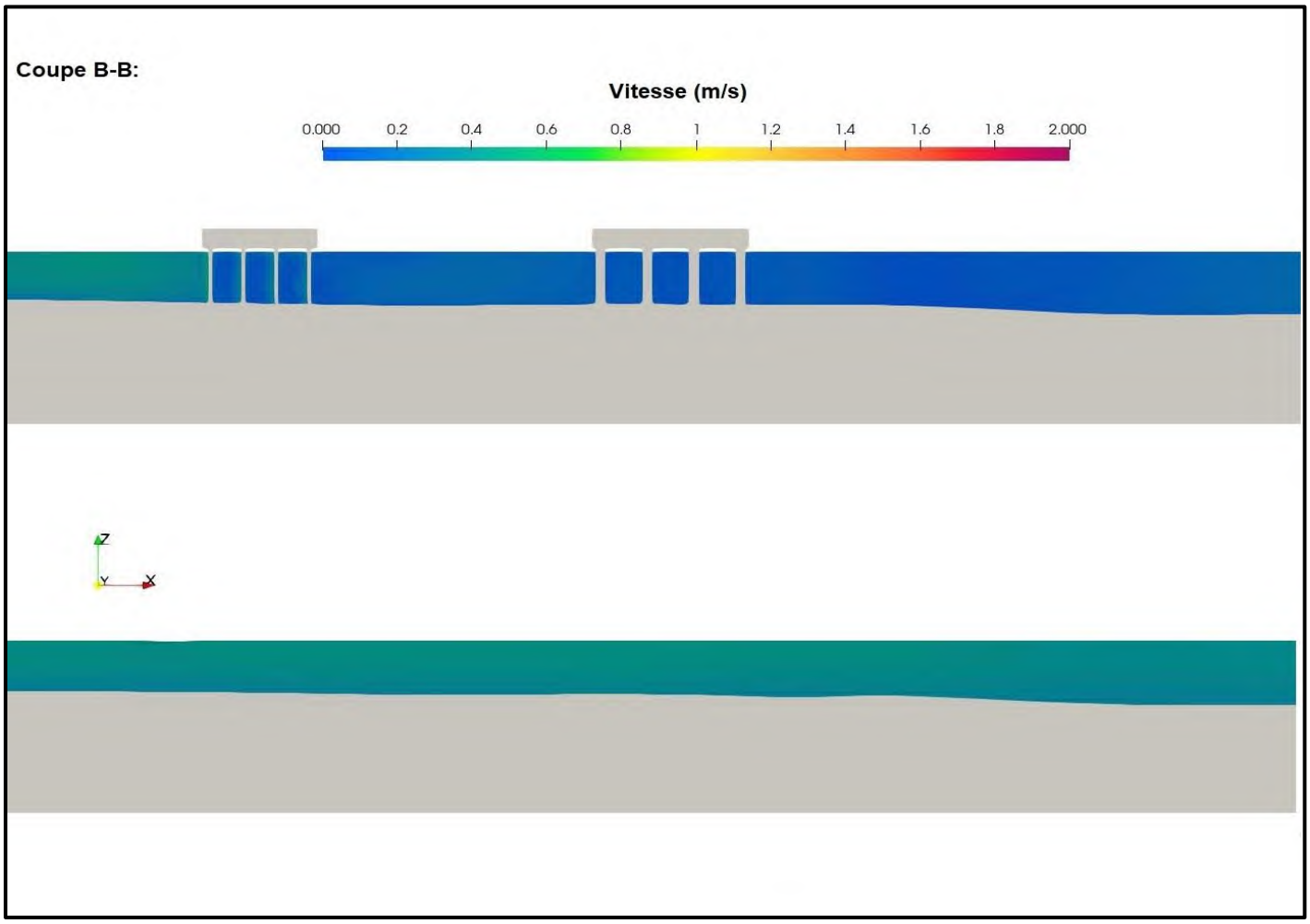


Figure 32 : Vitesse d'écoulement autour de la structure – Comparaison entre l'option B et les conditions existantes – Débit d'étiage – Coupe B-B

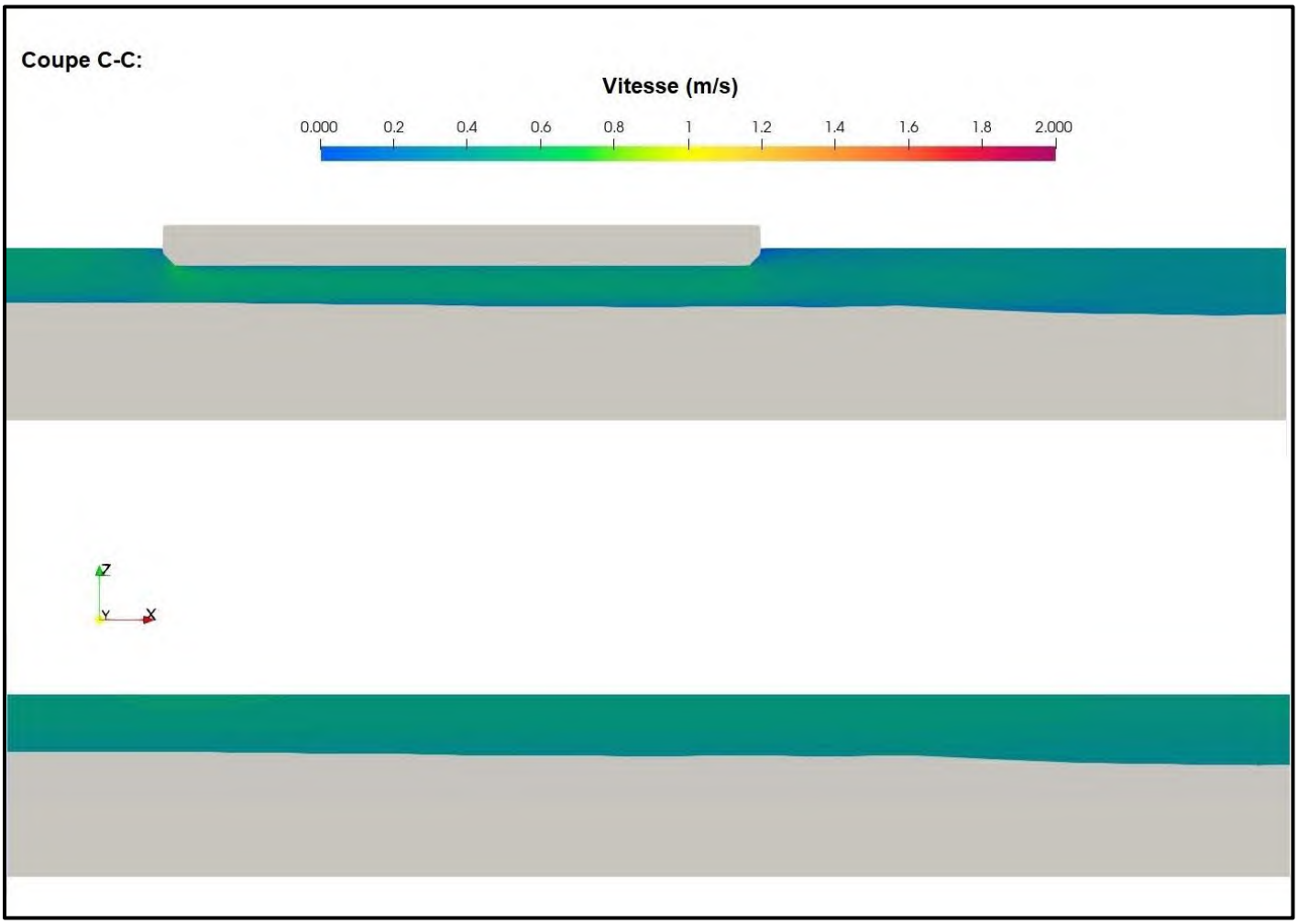


Figure 33 : Vitesse d'écoulement autour de la structure – Comparaison entre l'option B et les conditions existantes – Débit d'étiage – Coupe C-C

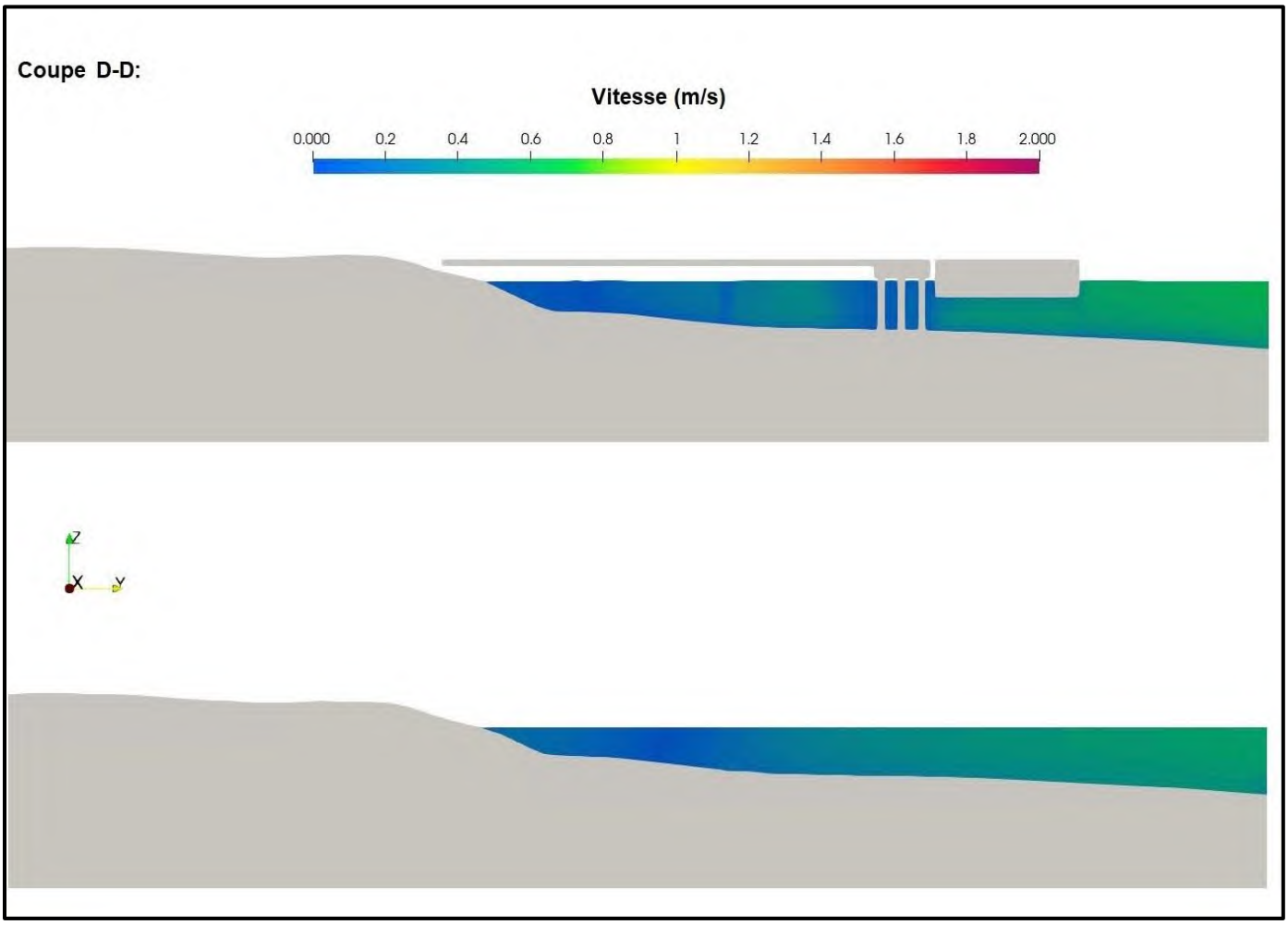


Figure 34 : Vitesse d'écoulement autour de la structure – Comparaison entre l'option B et les conditions existantes – Débit d'étiage – Coupe D-D

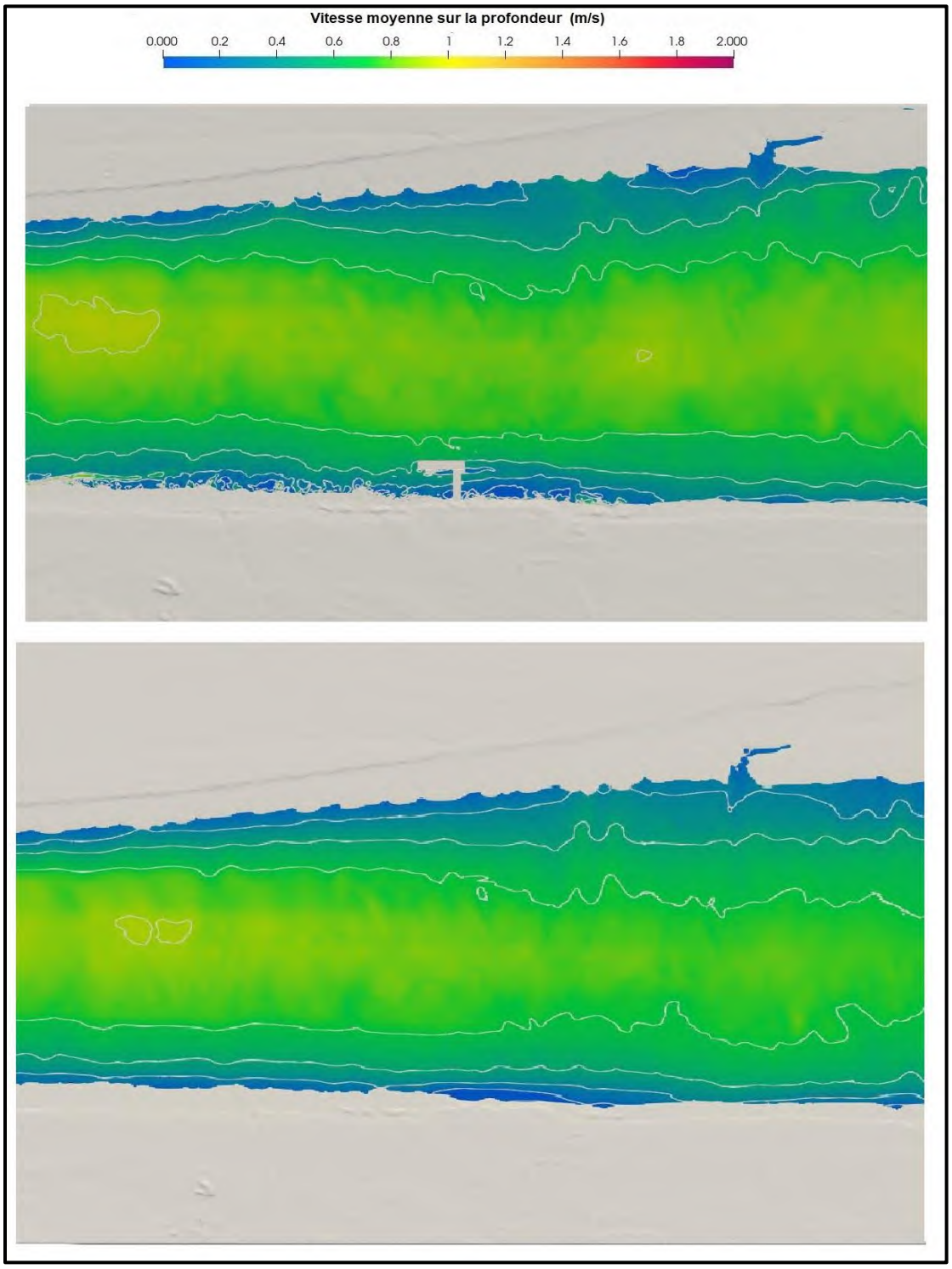


Figure 35 : Vitesse moyenne sur la profondeur – Comparaison entre l'option B et les conditions existantes – Débit d'étiage – Domaine d'étude

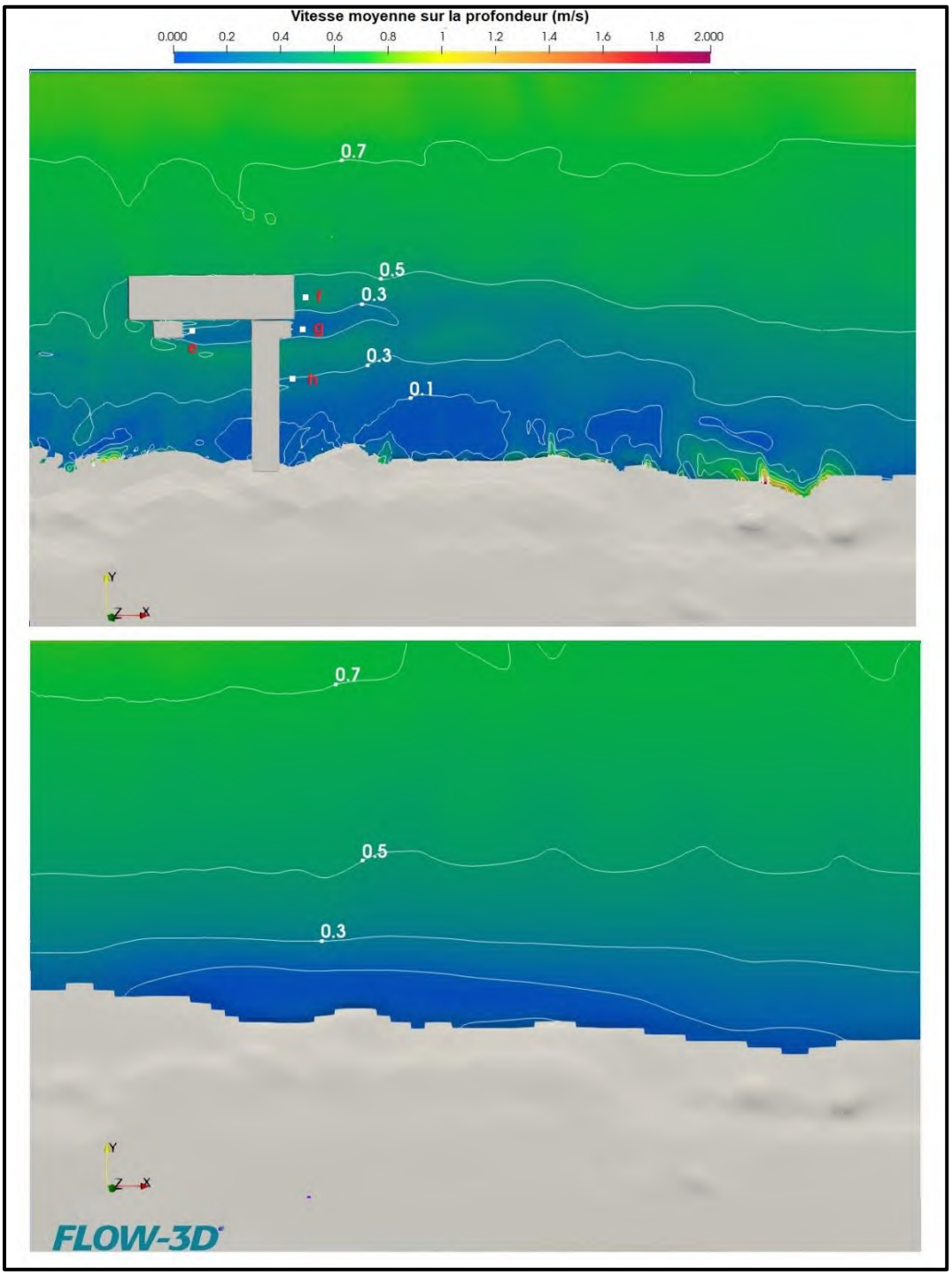


Figure 36 : Vitesse moyenne sur la profondeur – Comparaison entre l'option B et les conditions existantes – Débit d'étiage – Proximité des structures projetées

6. Conclusions

Les résultats de modélisation montrent que les structures projetées entraîneront une réduction des vitesses moyennes (sillage) sur la profondeur près de la rive droite à proximité des structures, particulièrement en aval de celles-ci. L'impact est significativement plus petit pour l'option de pont fixe (option B) que pour l'option de barge flottante (option A).

Les résultats montrent aussi une accélération sous les barges flottantes. Les vitesses sous la barge parallèle à l'écoulement demeurent cependant semblables à celles modélisées en conditions existantes. Toutefois, des vitesses plus élevées que celles modélisées en conditions existantes sont obtenues avec l'option A sous la barge perpendiculaire à l'écoulement (écart maximal de 0,2 m/s).

Tel que décrit dans la présente note, il existe des limitations au modèle associées à la nature et à la précision du maillage. Les éléments suivants doivent être considérés lors de l'interprétation des résultats :

- Le maillage n'est pas suffisamment fin pour capturer avec précision l'effet des piles et poteaux. Il est conseillé d'effectuer la conception de la protection contre l'affouillement aux piles en fonction des résultats de la modélisation 2D;

- Les vitesses directement collées aux berges ne sont pas modélisées avec précision en raison des instabilités numériques développées à l'interface des blocs de maillage et de la taille du maillage sur les berges;

- Le modèle permet de quantifier les impacts relatifs sur les vitesses sous les barges et dans le sillage des structures. Les vitesses absolues doivent être interprétées avec prudence, car une comparaison avec les résultats des modélisations 2D montre des vitesses en condition existante légèrement plus faibles au droit des structures, une différence d'environ 0,1 m/s.

7. Références

CIMA+ (2023). Nouveau Port Sorel – Construction d’un quai, Étude Hydraulique. 7 juillet 2023. Révision 0

CFD DIRECT (2022). Notes on Computational Fluid Dynamics: General Principles. 7.5 Wall functions. Tiré de https://doc.cfd.direct/notes/cfd-general-principles/wall-functions

THE ENGINEERING TOOLBOX (2003). Roughness & Surface Coefficients. Tiré de https://www.engineeringtoolbox.com/surface-roughness-ventilation-ducts-d_209.html

USACE (2024). HEC-RAS 2D Sediment Technical Reference Manuel, Bottom Roughness. Tiré de https://www.hec.usace.army.mil/confluence/rasdocs/d2sd/ras2dsedtr/latest/model-description/bedform-geometry-and-hydraulic-roughness/bottom-roughness

Annexe A – Coupes supplémentaires

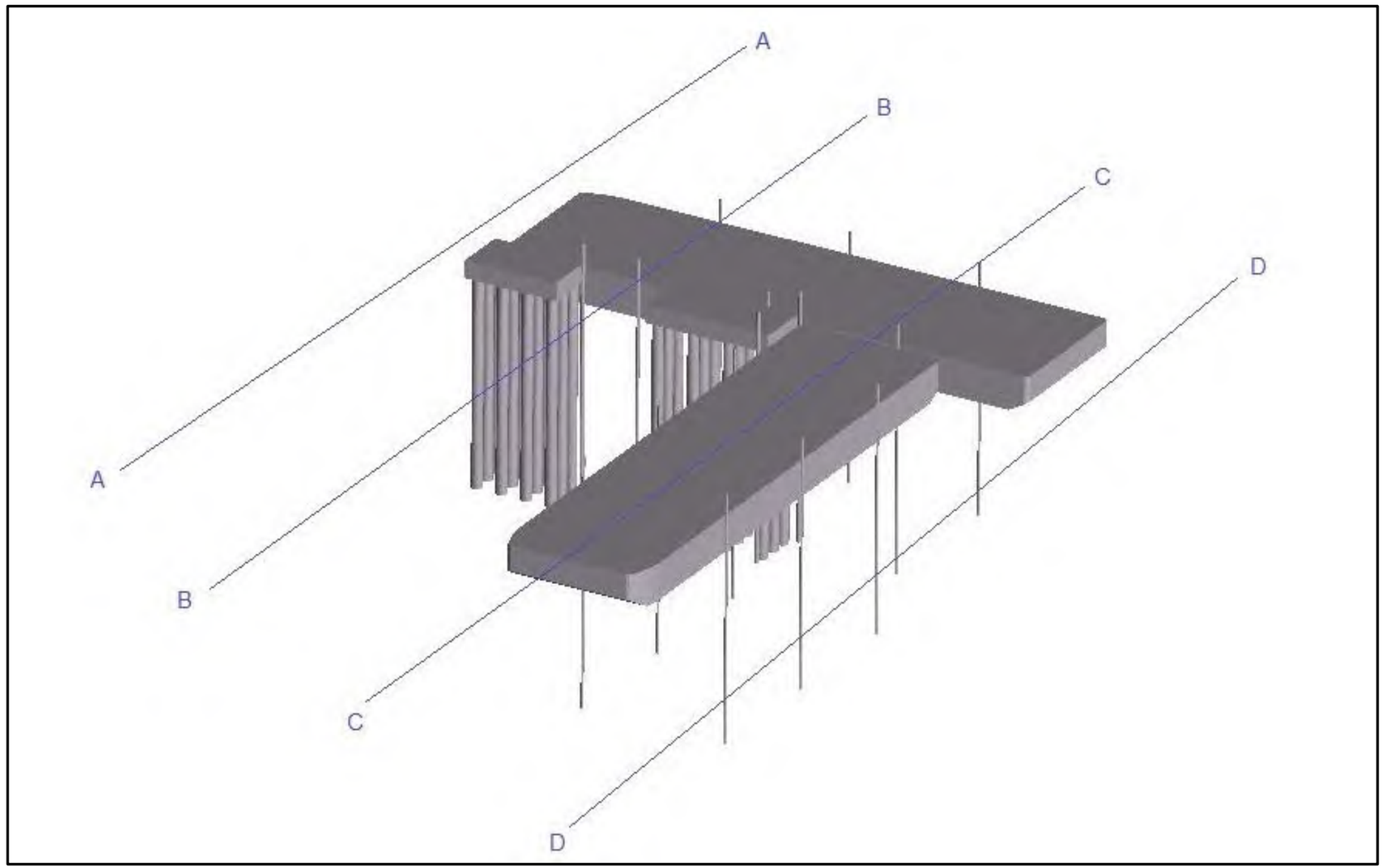


Figure A-1: Géométrie de l’option A et positions des vues en coupes supplémentaires

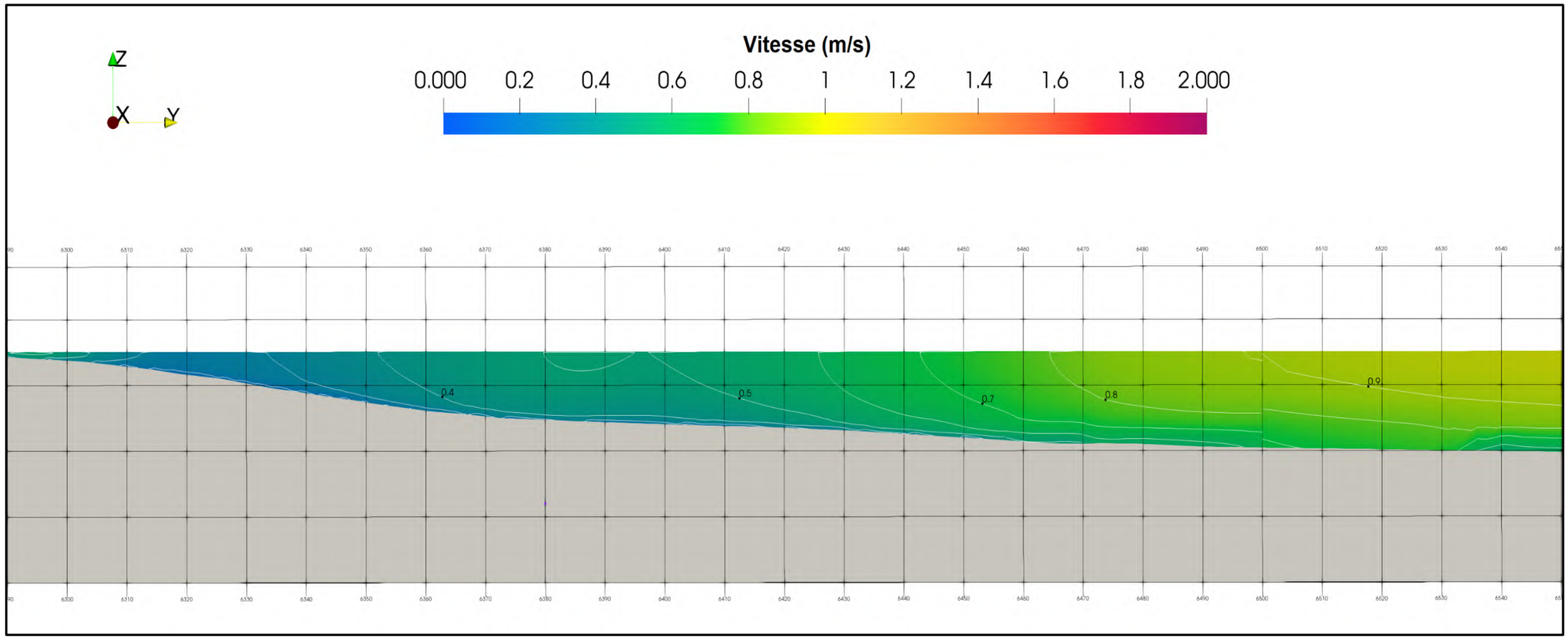


Figure A-2: Vitesses d'écoulement à la section A-A – Option A – Débit moyen

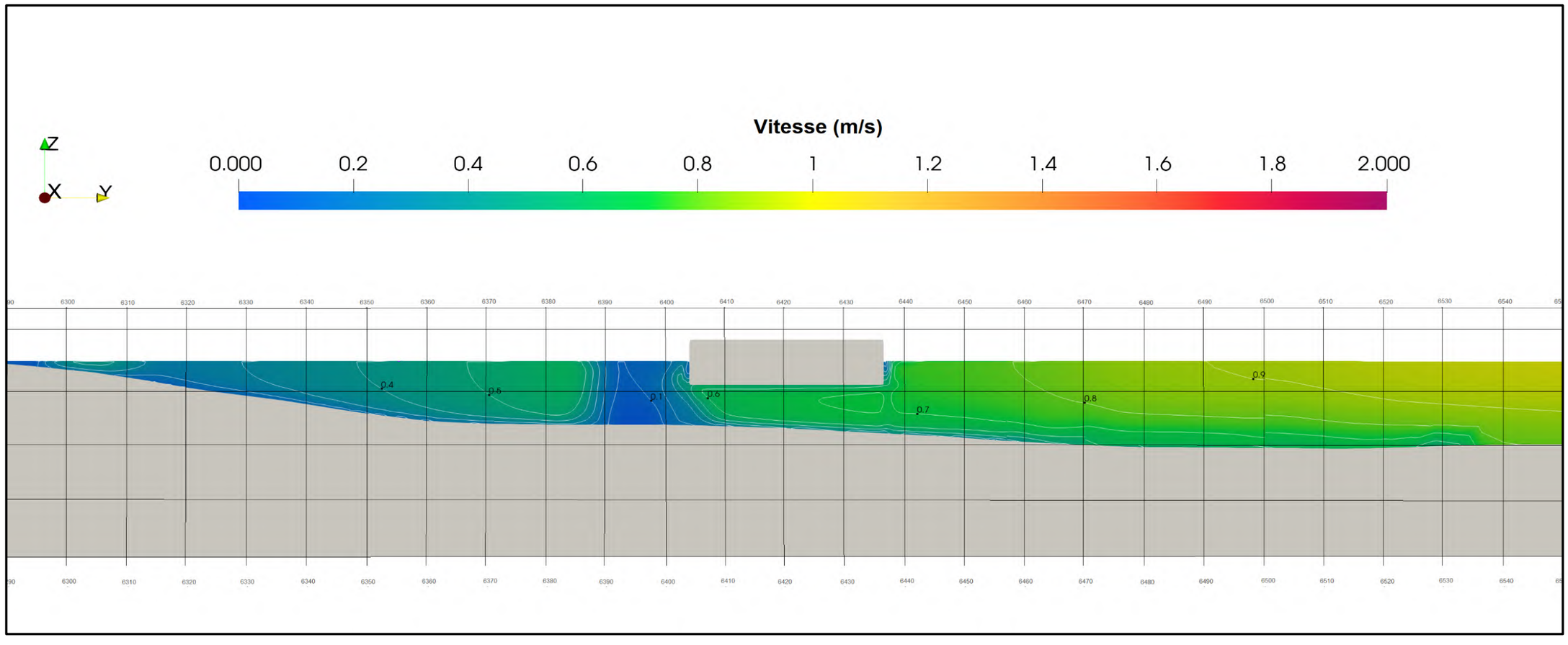


Figure A-3: Vitesses d'écoulement à la section B-B – Option A – Débit moyen

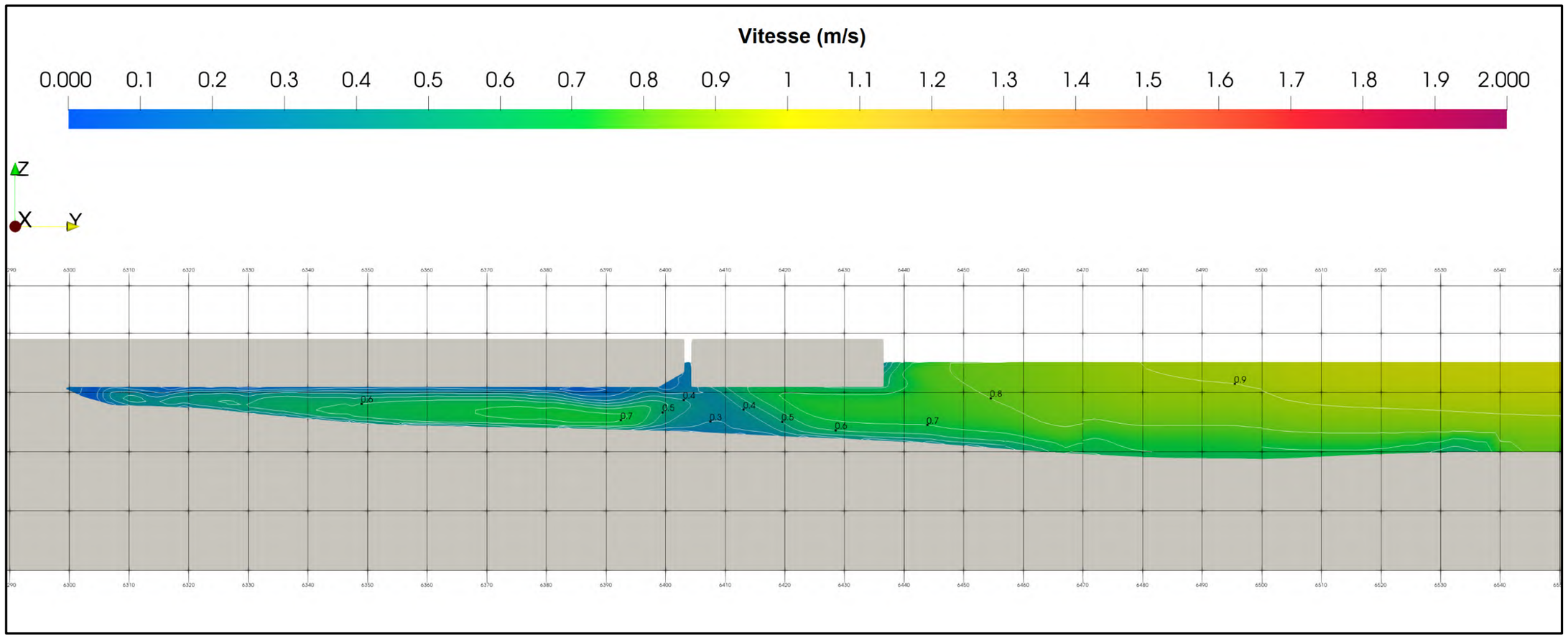


Figure A-4: Vitesses d'écoulement à la section C-C – Option A – Débit moyen

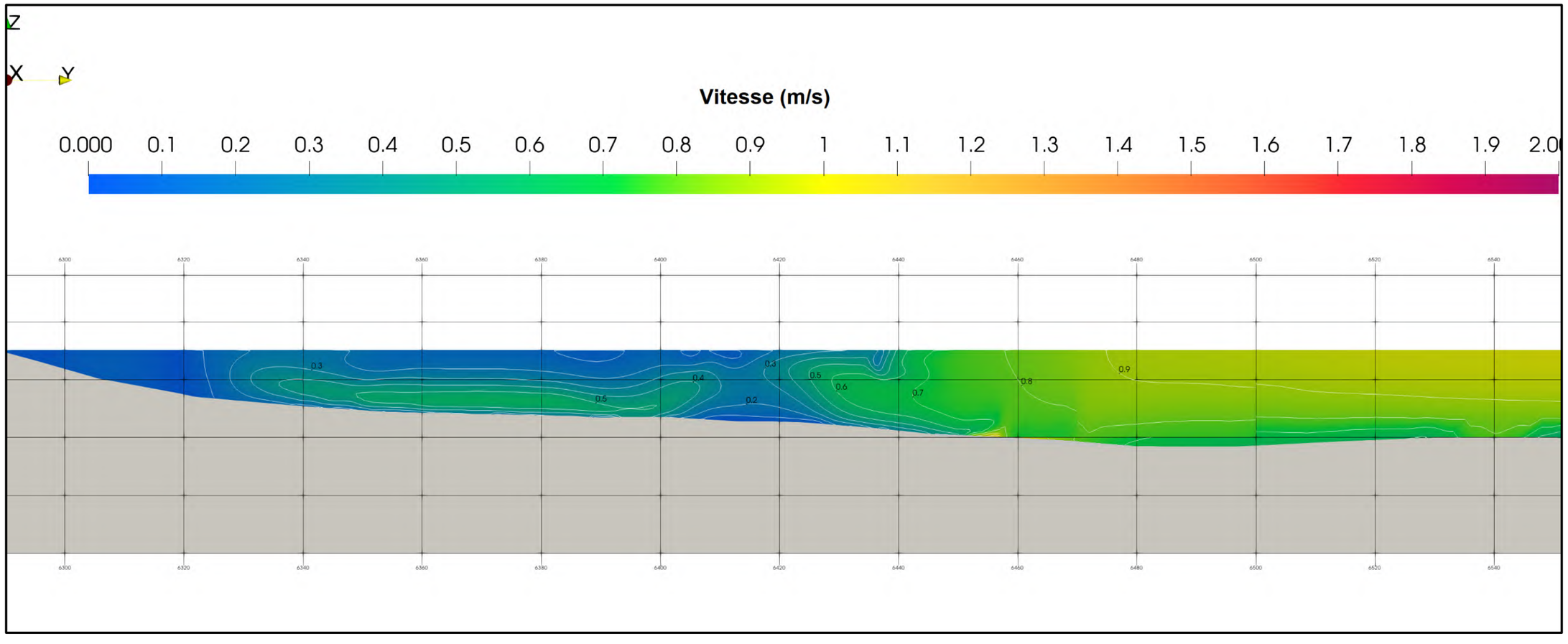


Figure A-5: Vitesses d'écoulement à la section D-D – Option A – Débit moyen

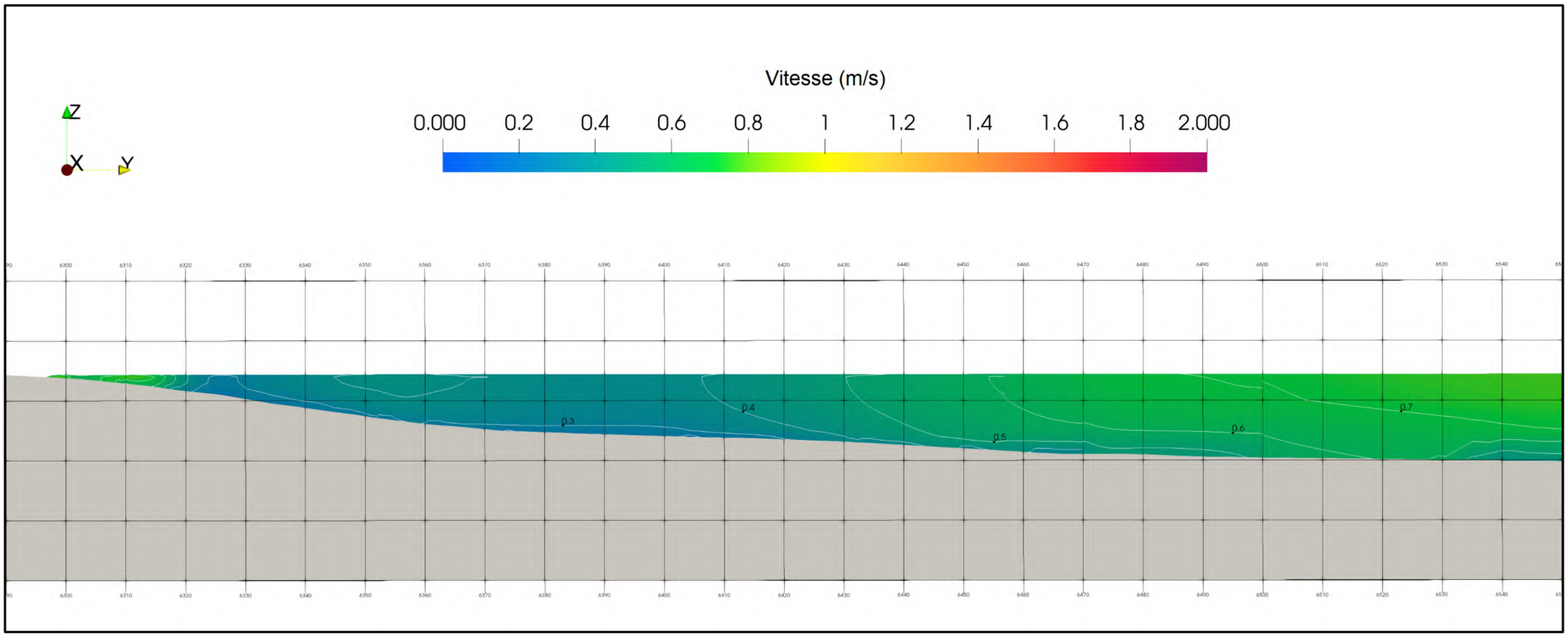


Figure A-6: Vitesses d'écoulement à la section A-A – Option A – Débit d'étiage

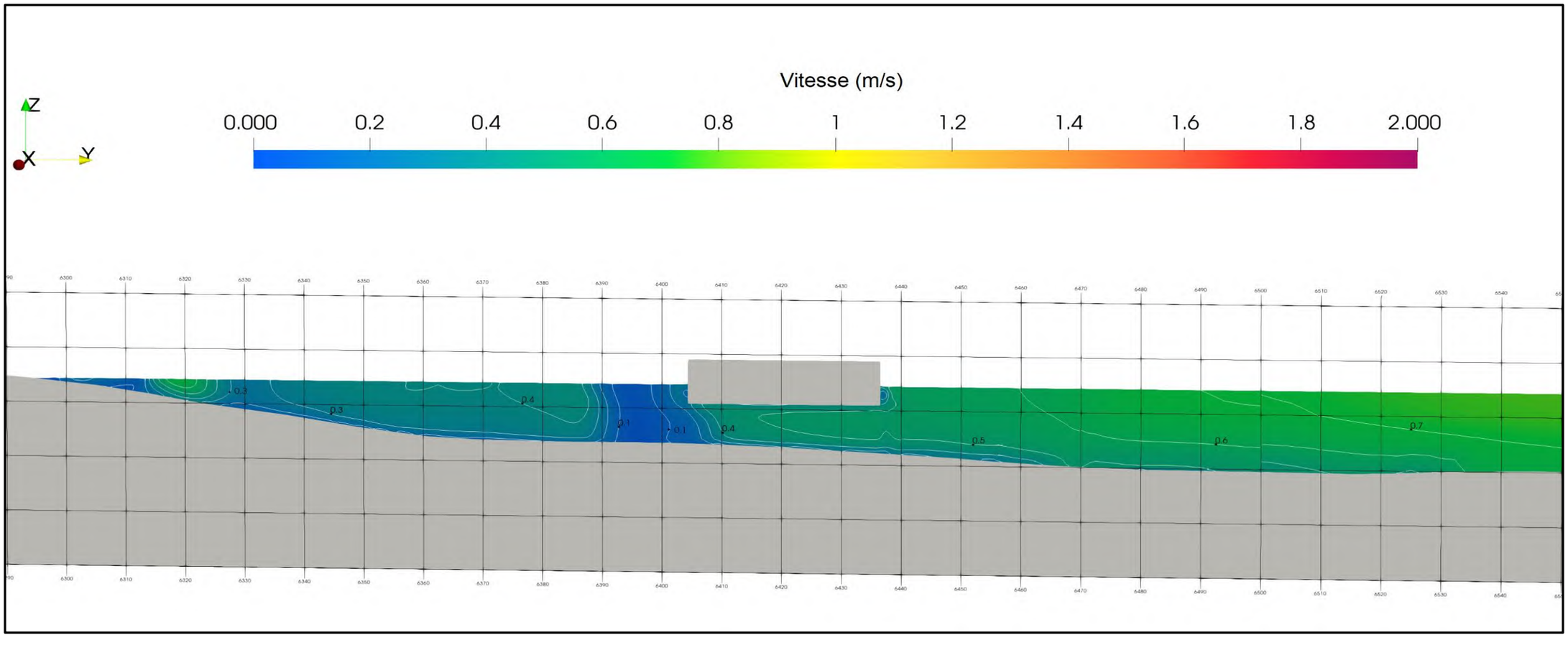


Figure A-7: Vitesses d'écoulement à la section B-B – Option A – Débit d'étiage

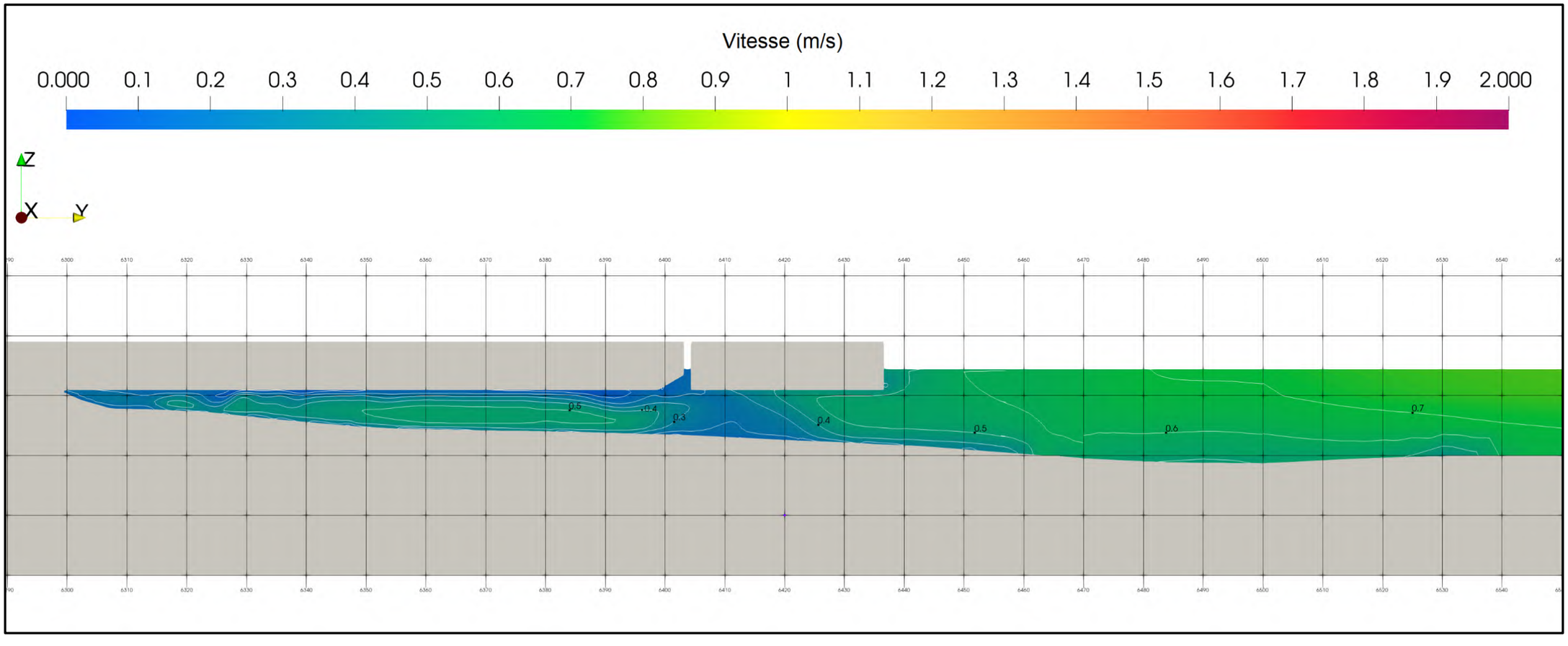


Figure A-8: Vitesses d'écoulement à la section C-C – Option A – Débit d'étiage

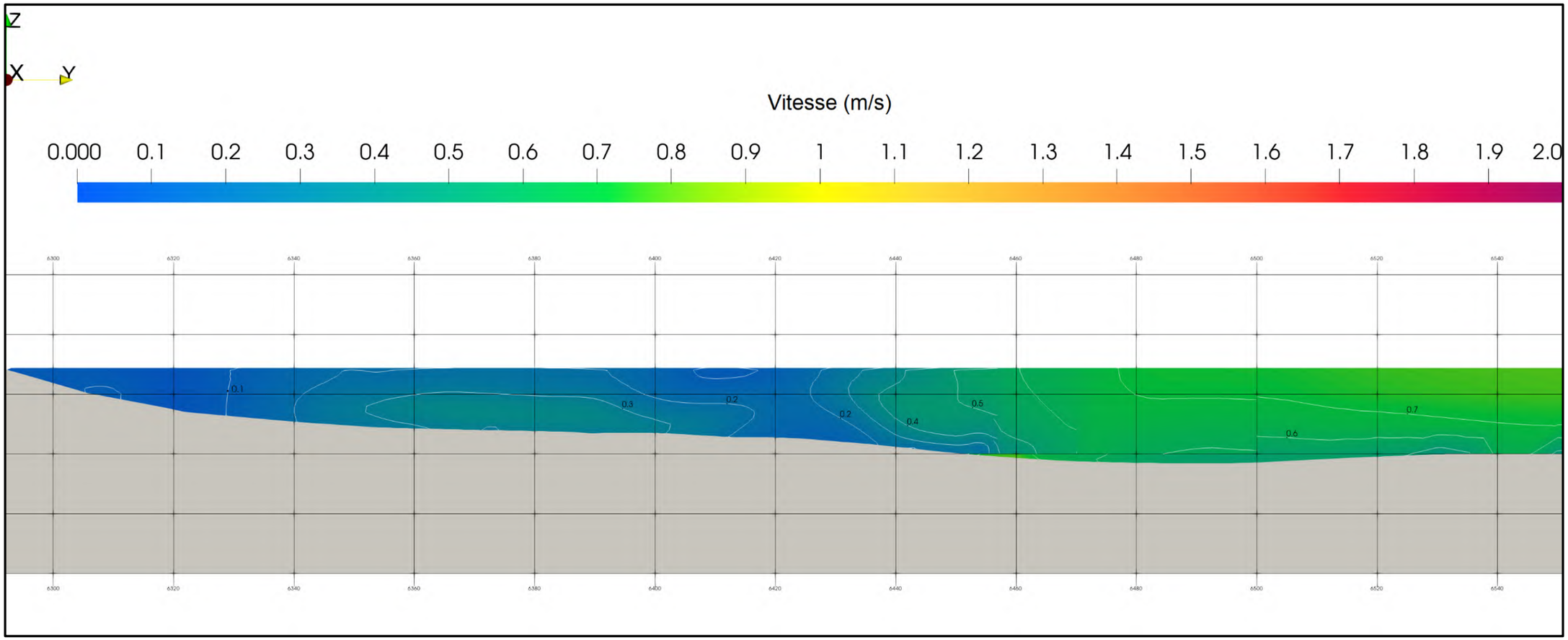


Figure A-9: Vitesses d'écoulement à la section D-D – Option A – Débit d'étiage

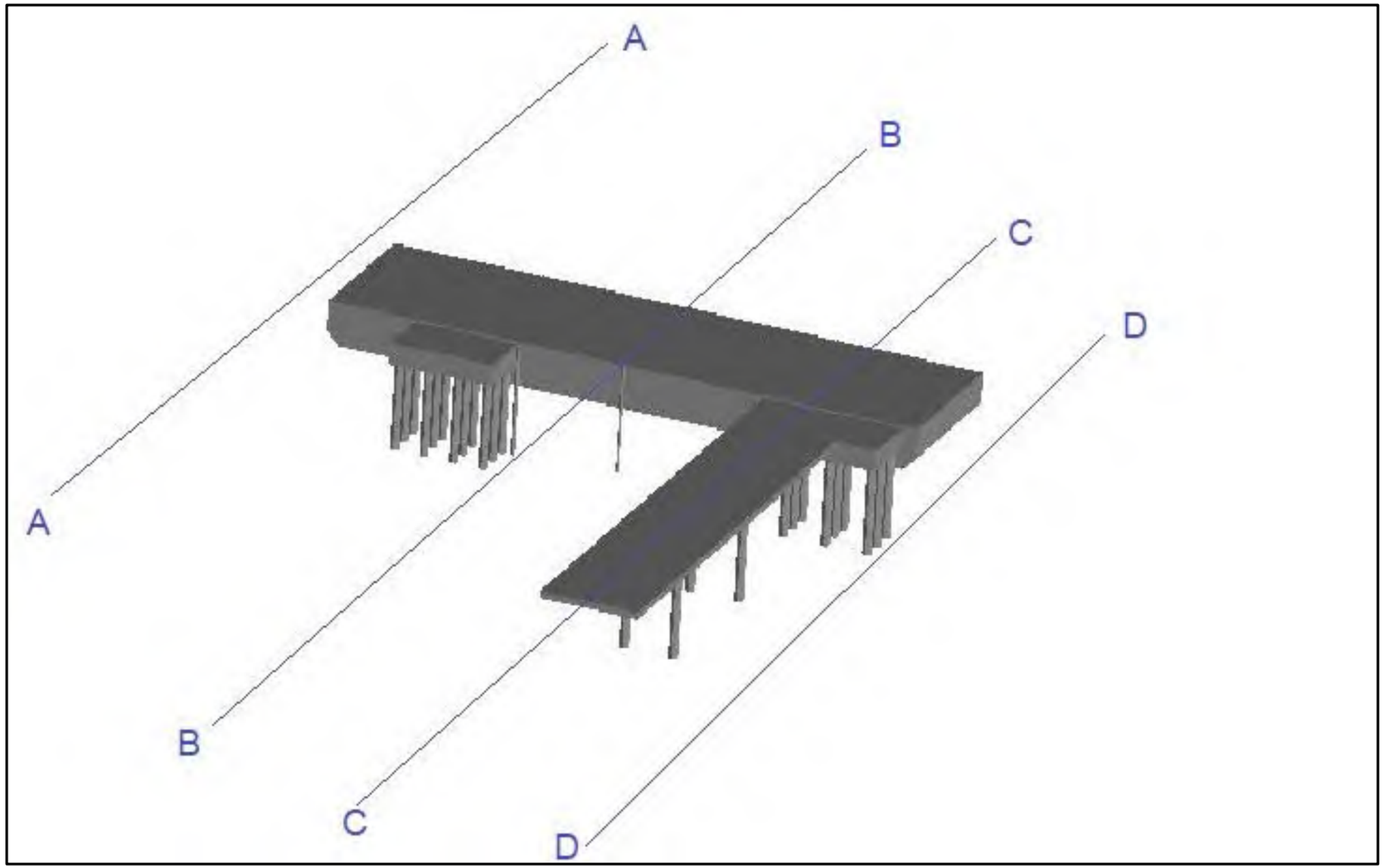


Figure A-10: Géométrie de l’option B et position des vues coupes supplémentaires

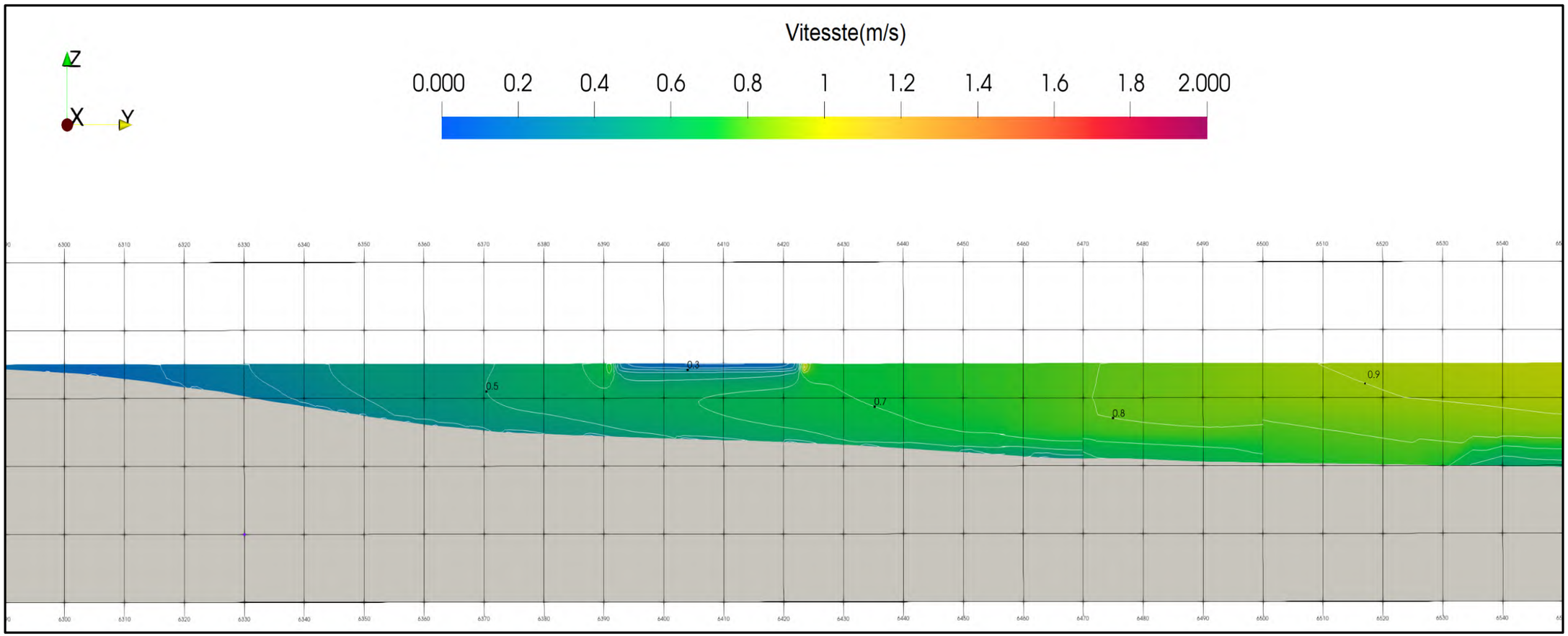


Figure A-11: Vitesses d'écoulement à la section A-A – Option B – Débit moyen

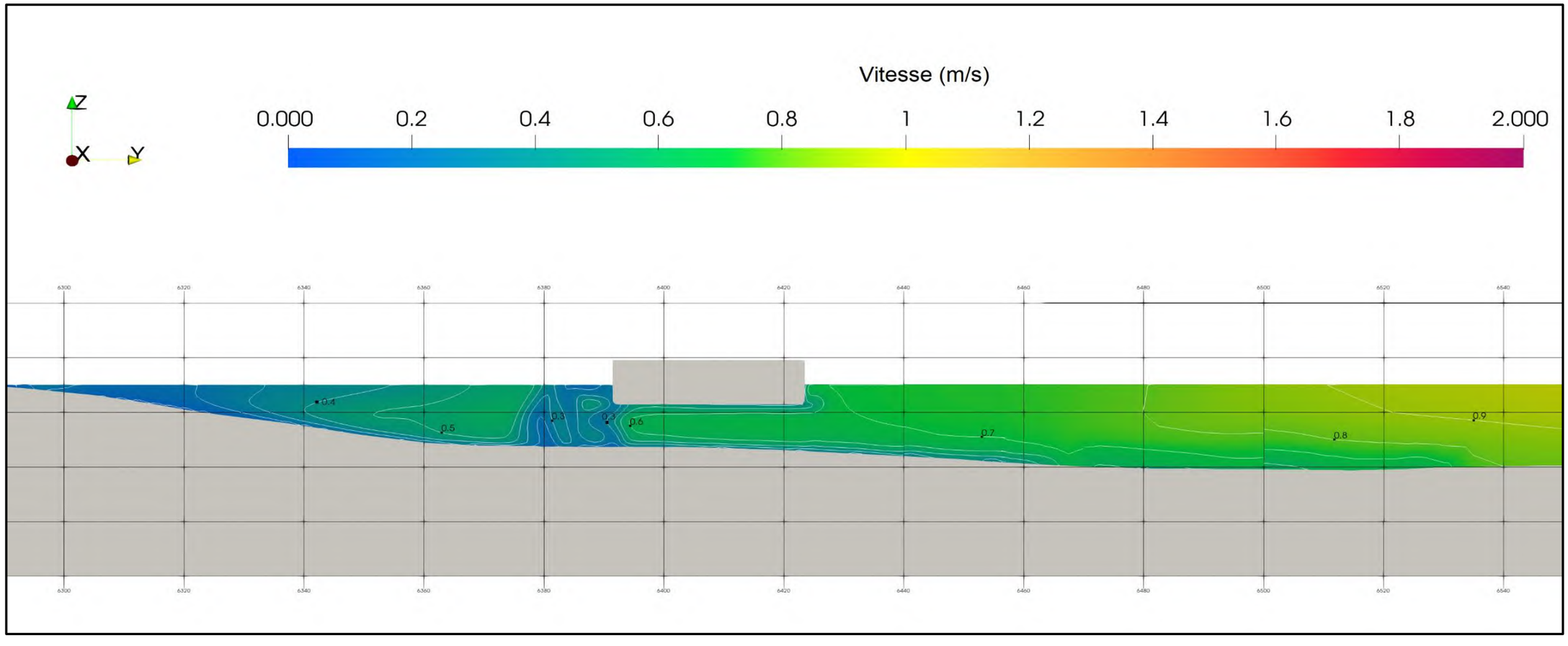


Figure A-12: Vitesses d'écoulement à la section B-B – Option B – Débit moyen

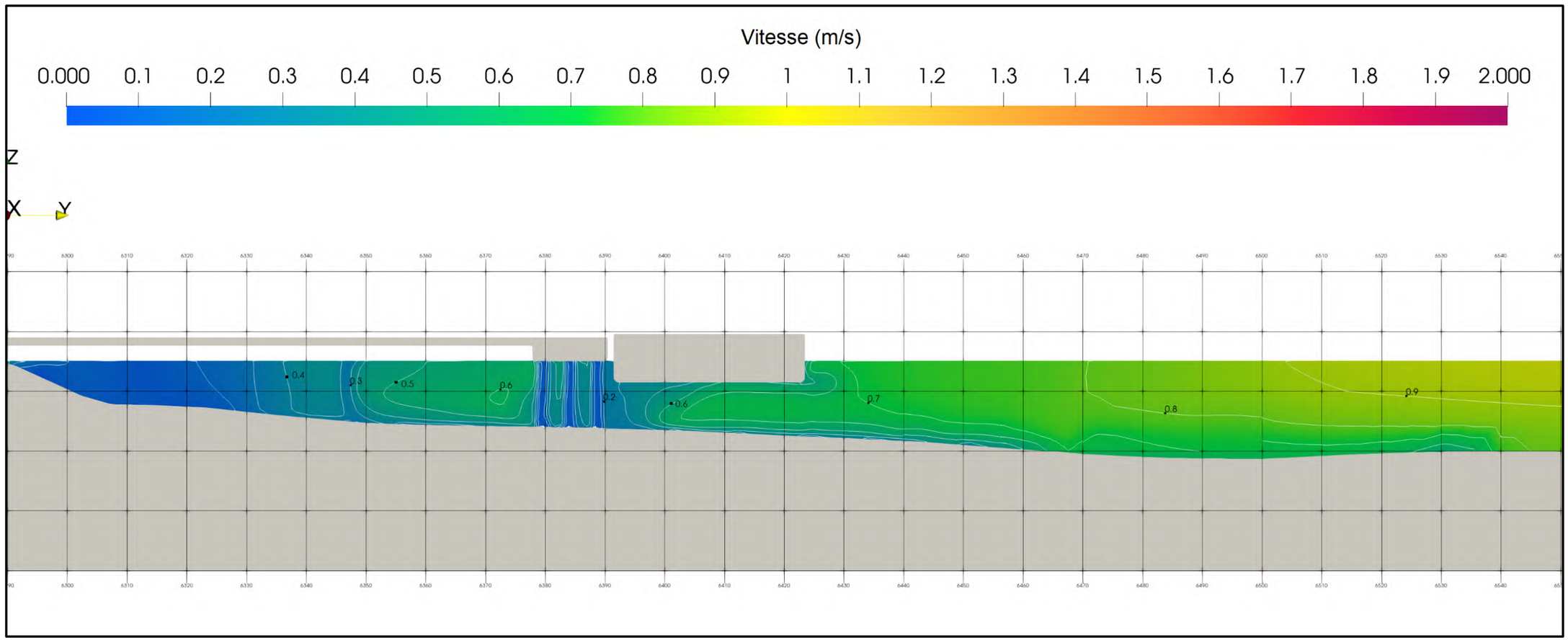


Figure A-13: Vitesses d'écoulement à la section C-C – Option B – Débit moyen

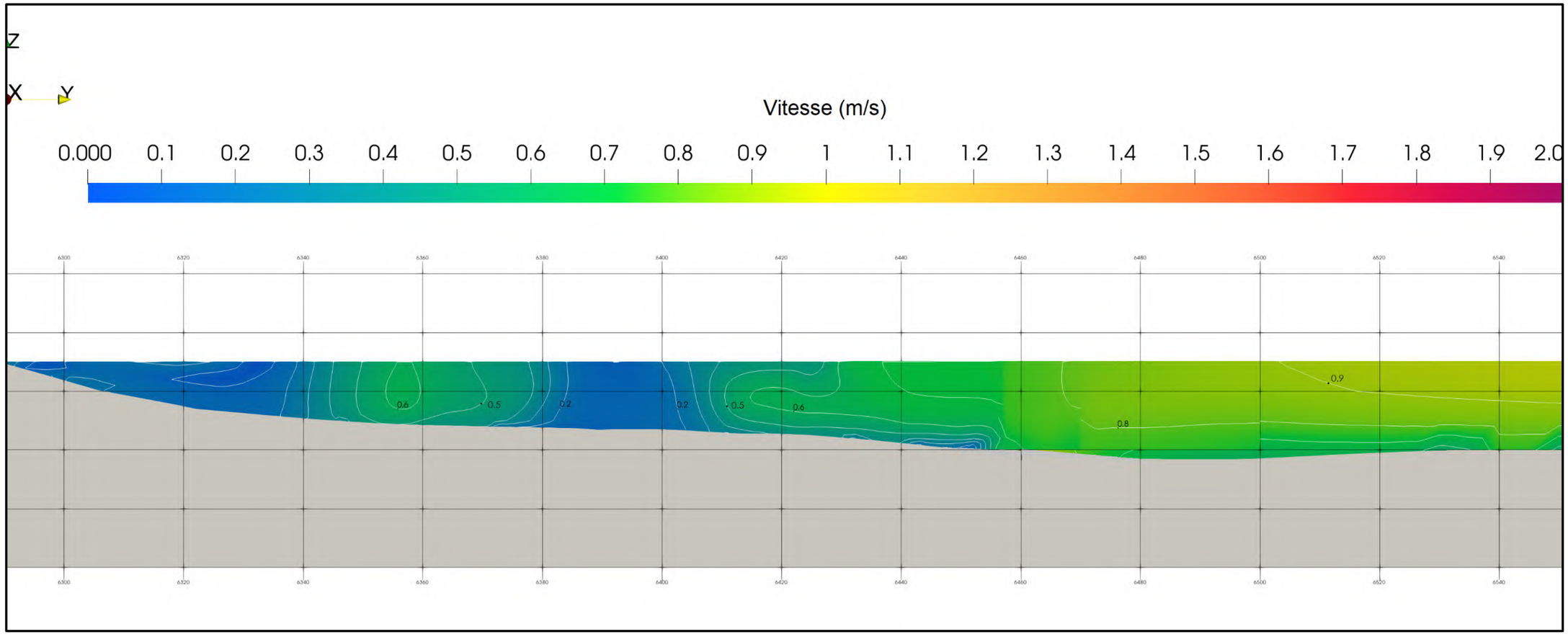


Figure A-14: Vitesses d'écoulement à la section D-D – Option B – Débit moyen

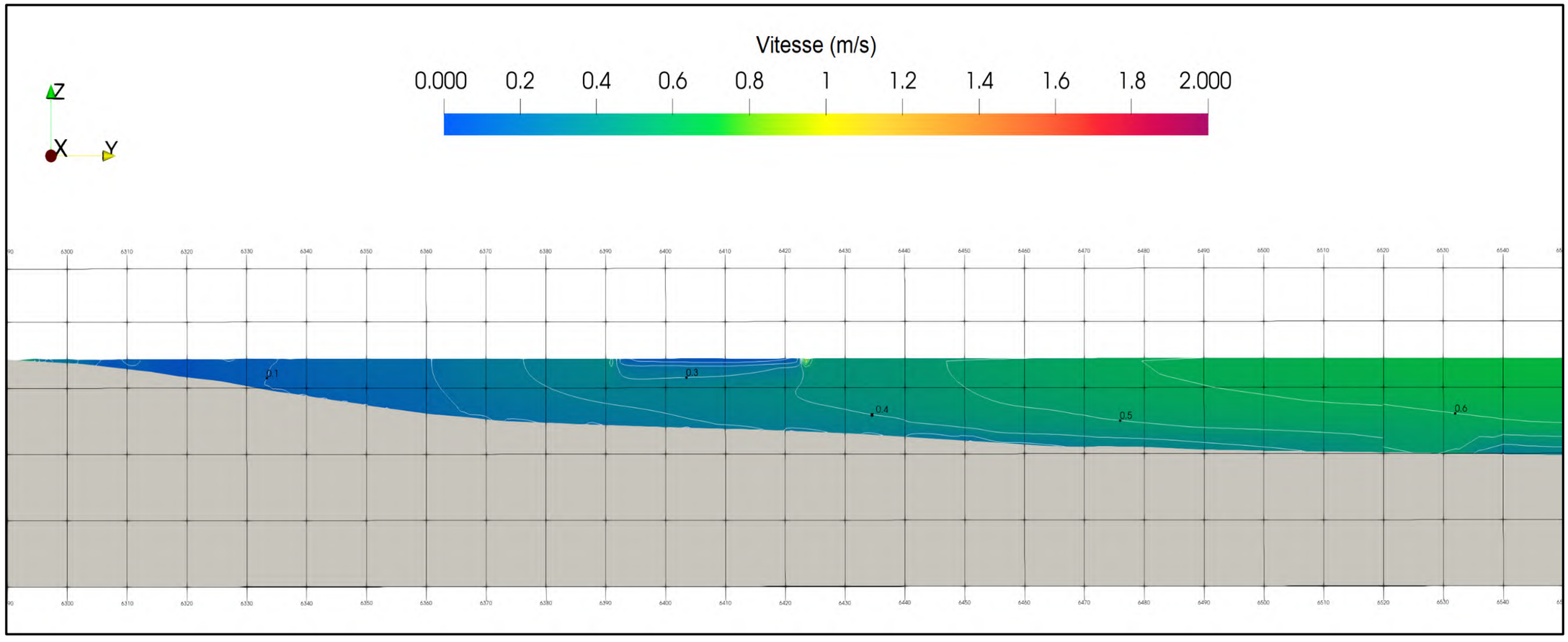


Figure A-15: Vitesses d'écoulement à la section A-A – Option B – Débit d'étiage

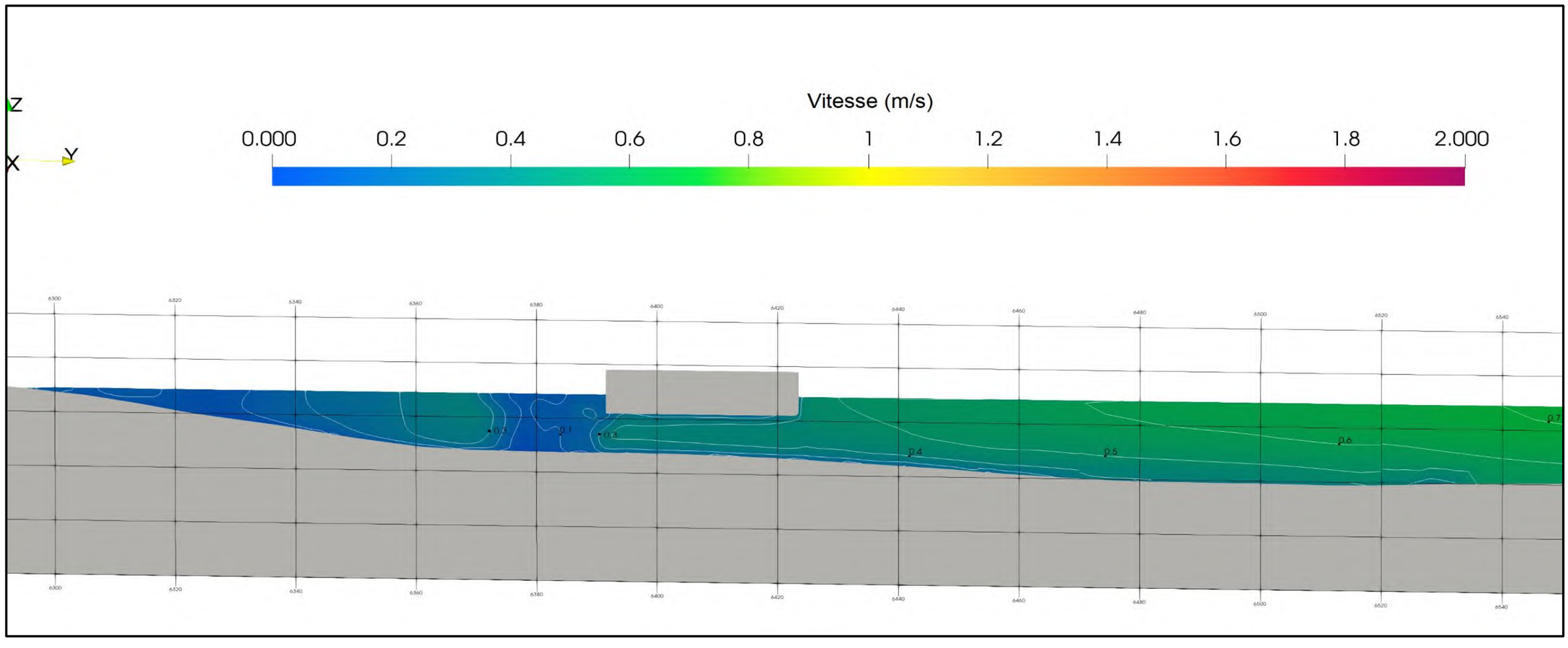


Figure A-16: Vitesses d'écoulement à la section B-B – Option B – Débit d'étiage

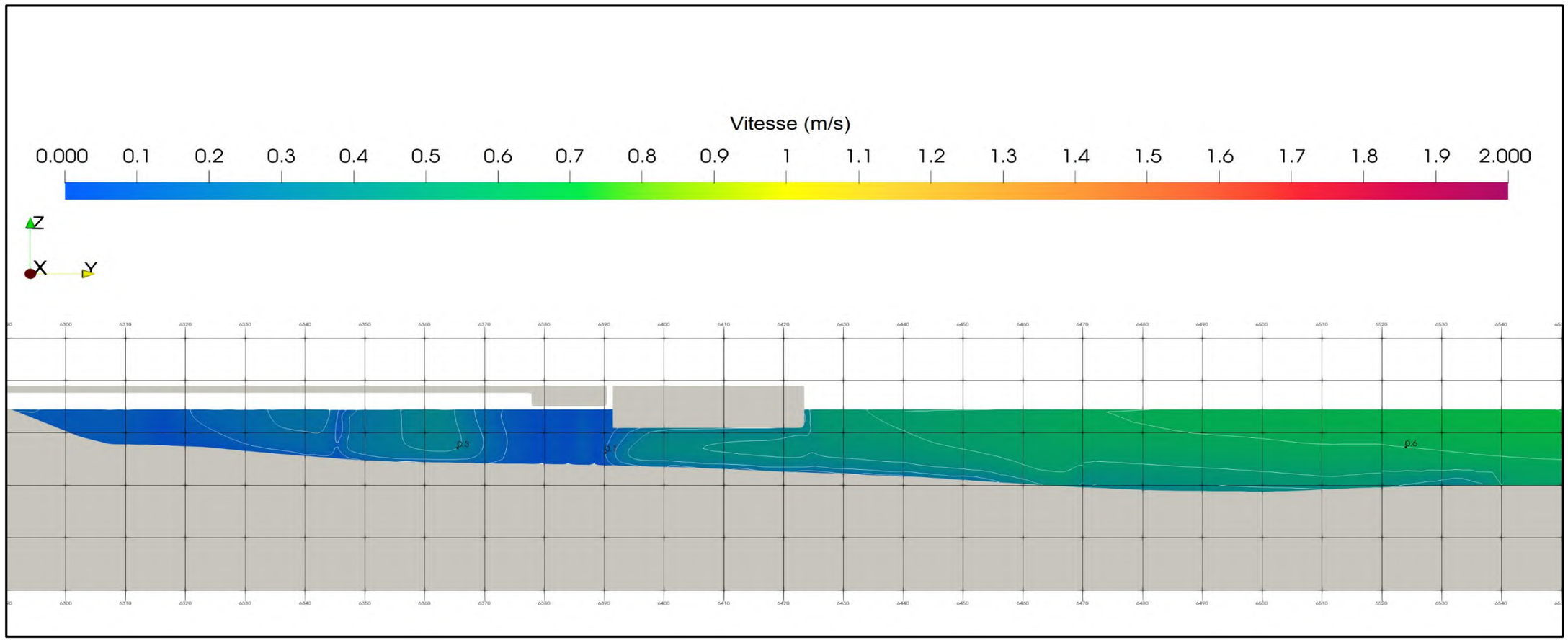


Figure A-17: Vitesses d'écoulement à la section C-C – Option B – Débit d'étiage

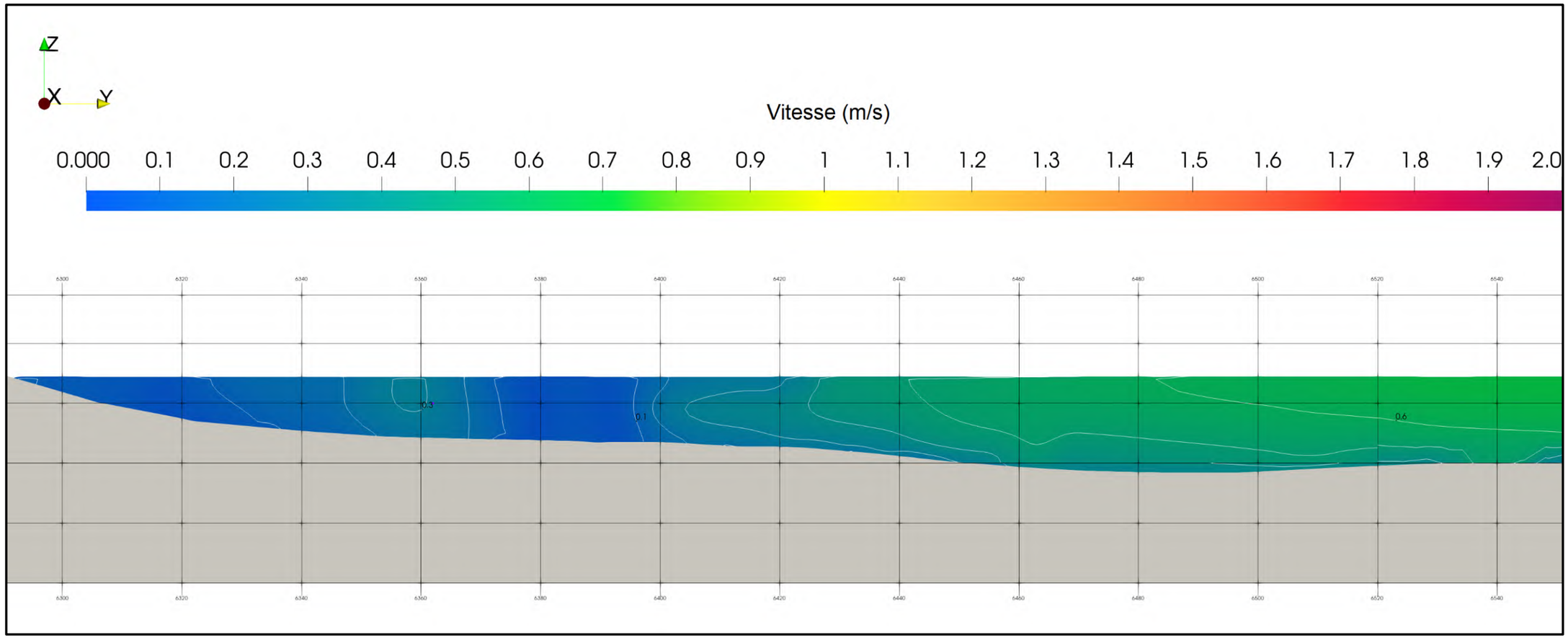


Figure A-18: Vitesses d'écoulement à la section D-D – Option B – Débit d’étiage

10. Étude d’impact sonore. Terminal portuaire de Sorel-Tracy – Secteur Saint-Laurent

AtkinsRéalis

Étude d'impact sonore

QSL International Ltée

23 août 2024

N/Réf. : 695075-4E-L05-00

Terminal portuaire de Sorel-Tracy – Secteur Saint-Laurent

Avis

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

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

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

Signatures

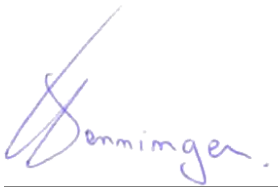
Préparé par :



Nicolas Garcia
Chargé de projets – Acoustique et vibrations

Environnement
Services d'ingénierie - Canada

Révisé par :



Julien Fenninger
Chargé de projets – Acoustique et vibrations

Environnement
Services d'ingénierie - Canada

Équipe de travail

AtkinsRéalis Canada inc.

Alexandre Couture	Technicien
Julien Fenninger	Ingénieur
Nicolas Garcia	Ingénieur

Table des matières

1 Introduction 1

1.1 Références 1

2 Méthodologie 1

2.1 Mesures du bruit initial 1

2.2 Modélisation sonore 4
2.2.1 Phase de construction 4
2.2.2 Phase d'opération 5

2.3 Qualification de l'impact sonore 6

3 Critères de bruit applicables 7

3.1 Critères applicables à la construction 8
3.1.1 Lignes directrices relativement aux niveaux sonores provenant d'un chantier de construction industriel 8

3.2 Critères applicables à l'opération 8
3.2.1 Règlement nº 2380 de Sorel-Tracy 8
3.2.2 Règlement 73-2011 de Lanoraie 8
3.2.3 Note d'instructions 98-01 du MELCCFP 9

4 Résultats des mesures de bruit initial 9

5 Sommaire des critères de bruit de l'opération 10

6 Résultats des simulations numériques 11

6.1 Résultats en phase de construction 11

6.2 Résultats en phase d'opération 12

7 Qualification de l'impact 12

7.1 Phase de construction 12

7.2 Phase d'opération 13

8 Mesures d'atténuation spécifiques 14

8.1 Phase de construction 14

8.2 Phase d'opération 15

9 Qualification de l'impact résiduel 15

9.1 Phase de construction 15

9.2 Phase d'opération 15

10 Conclusion 17

Liste des tableaux

Tableau 2-1 Instrumentation de mesure 1
Tableau 2-2 Activités et sources de bruit en phase de construction 4
Tableau 2-3 Activités et sources de bruit en phase d'opération 5
Tableau 2-4 Intensité de l'effet environnemental – Climat sonore 7
Tableau 4-1 Sommaire des relevés du bruit initial 9
Tableau 5-1 Sommaire du critère de bruit de l'opération (niveaux sonores en dBA) 10
Tableau 5-2 Synthèse des limites de bruit lors de l'opération (niveaux sonores en dBA) 11
Tableau 6-1 Comparaison des niveaux sonores anticipés en construction aux critères sonores applicables 11
Tableau 6-2 Comparaison des niveaux sonores anticipés en opération aux critères sonores applicables 12
Tableau 7-1 Évaluation de l'importance de l'effet sonore durant la phase de construction 13
Tableau 7-2 Évaluation de l'importance de l'effet sonore durant la phase d'opération 13
Tableau 9-1 Évaluation de l'importance de l'effet sonore résiduel durant la phase de construction 15
Tableau 9-2 Évaluation de l'importance de l'effet sonore résiduel durant la phase d'opération 16

Liste des figures

Figure 8-1 Exemple d'utilisation de toiles acoustiques suspendues par une grue 14

Liste des cartes

Carte 1 Localisation des points de mesure de l'ambiance sonore initiale 3

Liste des annexes

Annexe A Introduction à l'acoustique
Annexe B Conditions météorologiques
Annexe C Niveau d'émission sonore des équipements
Annexe D Résultat des relevés sonores

1 Introduction

Les services professionnels d'AtkinsRéalis inc. (AtkinsRéalis) ont été retenus par QSL International Ltée (QSL) afin de procéder à l'étude d'impact sur l'environnement (EIE) d'un projet de terminal portuaire (le Projet) situé au 12 125, route Marie-Victorin à Sorel-Tracy (Québec).

Faisant partie de l'EIE, une étude sectorielle a été réalisée sur l'impact sonore du Projet. Le présent document contient une description de la méthodologie suivie lors des relevés du bruit initial (été 2023), lors de la modélisation numérique du bruit anticipé en phases de construction et d'opération, une analyse comparative entre ces niveaux de bruit anticipé et les valeurs guides et finalement, une qualification de l'impact sonore.

Le lecteur est invité à consulter, au besoin, les informations apparaissant à l'annexe A pour une introduction à l'acoustique. Tous les descripteurs de bruit utilisés dans le texte (p. ex. le $L_{Aeq\,T}$) y sont définis.

1.1 Références

Règlement n° 2380, « Concernant la sécurité, la paix, l'ordre et les nuisances », octobre 2017, Ville de Sorel-Tracy.

Règlement 76-2011, Règlement concernant les nuisances, mars 2011, Municipalité de Lanoraie.

Note d'instructions 98-01, Traitement des plaintes sur le bruit et exigences aux entreprises qui le génèrent, juin 2006, Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs.

Lignes directrices relativement aux niveaux sonores provenant d'un chantier de construction industriel, mars 2015, Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs.

2 Méthodologie

2.1 Mesures du bruit initial

Des mesures de bruit ont été réalisées en continu du 19 au 21 juillet 2023, sur une période consécutive d'au moins 48 heures, afin de caractériser le climat sonore initial, soit celui qui prévaut dans les zones sensibles voisines du Projet avant sa mise en service.

Afin de représenter au mieux la zone d'étude, un point de mesure a été localisé aux résidences les plus rapprochées du site prévu pour l'aménagement du Projet, soit directement au sud du site (Point 1 : 12 425, route Marie-Victorin), directement au nord du site (Point 2 : 11 475, route Marie-Victorin), plus en retrait au sud (Point 3 : 3201, chemin du Golf) et sur l'autre rive du fleuve Saint-Laurent (Point 4 : 495, chemin Grande Côte Est). Les points de mesure sont localisés sur la carte 1.

Les instruments utilisés lors de la séance de mesure sont décrits au tableau 2-1.

Tableau 2-1 Instrumentation de mesure

Point	Instrumentation
Point 1	Sonomètre Larson Davis, modèle LxT1, n/s 2535

Point 2	Sonomètre Brüel & Kjær, modèle 2250, n/s 3024808
Point 3	Sonomètre Brüel & Kjær, modèle 2250, n/s 3009355
Point 4	Sonomètre Brüel & Kjær, modèle 2270, n/s 2746618
Tous les points	Source sonore étalon Brüel & Kjær, modèle 4231, n/s 2253479

Les sonomètres utilisés sont de classe I, soit le niveau de précision le plus élevé des instruments jugés acceptables dans la directive[1] du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP).

Les instruments ont été étalonnés sur place, avant et après la séance de mesure, à l'aide de la source étalon. Aucune déviation significative (c.-à-d. de plus de 0,5 dBA) n'a été observée lors de ces vérifications. Par ailleurs, la précision des instruments utilisés est vérifiée par un laboratoire indépendant sur une base annuelle.

Les microphones étaient à une hauteur de 1,5 m du sol et ils étaient pourvus d'un écran anti-vent de type environnemental en tout temps lors des relevés.

Les conditions météorologiques propices pour la réalisation de relevés de bruit environnemental sont des températures supérieures à -10 °C, des taux d'humidité relative inférieurs à 90 %, des vitesses de vent n'excédant pas 20 km/h et finalement, l'absence de précipitations.

Les conditions météorologiques observées à la station d'Environnement Canada la plus proche, soit celle du lac Saint-Pierre, sont présentées à l'annexe B.

La période retenue pour l'analyse des données est celle du 19 juillet à 02h au 21 juillet à 02h. Durant cette période de 48 heures, des conditions météorologiques propices ont été généralement observées à l'exception de la vitesse du vent qui a légèrement excédé 20 km/h sur trois heures. Toutefois cette situation n'est pas suffisamment en excès de la limite pour entrainer le rejet des résultats obtenus lors de cette période, notamment à l'écoute des enregistrements qui ne démontrent pas une augmentation significative du bruit durant ces heures.

De cette période de 48 heures, du 19 juillet à 02h au 21 juillet à 02h, les évènements sonores non représentatifs d'une ambiance sonore normale ont été retirés de l'analyse. Par évènements non représentatifs, on entend des évènements bruyants et irréguliers, qui ont eu pour effet de faire augmenter le climat sonore initial. En retirant ces évènements de l'analyse, on permet de ramener l'ambiance sonore initiale mesurée à un niveau plus bas. Les résultats des mesures sont présentés à la section 4 et à l'annexe D.

[1] Note d'instructions 98-01 (NI 98-01) du MELCCFP.



PROJET

- Zone du projet
- Empreinte du quai

AMBIANCE SONORE INITIALE

- Point de mesure du bruit

HYDROGRAPHIE

- Cours d'eau permanent
- Cours d'eau intermittent

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer principal
- Autre chemin de fer

QSL

AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Carte 1
Localisation des points de mesure de l'ambiance sonore initiale

Sources :

Adresses Québec, MERN Québec, décembre 2019
GRHQ, MERN Québec, février 2018
MAXAR image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-C1-pmesure-240402.mxd

0 100 200 m

1/10 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Avril 2024 | **Carte 1**

V:\Projets\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\Produits\01-EtudeImpact\Bruit\695075-E4-C1-pmesure-240402.mxd

2.2 Modélisation sonore

2.2.1 Phase de construction

Les niveaux sonores anticipés en phase de construction ont été déterminés selon la méthode de dispersion géométrique à l'aide du logiciel *Road Construction Noise Model* (RCNM) de la *Federal Highway Administration* (FHWA).

La méthode employée permet de prédire le niveau moyen de pression acoustique équivalent pondéré A (L_{Aeq}) en tenant compte du type et nombre d'équipements de construction en opération, ainsi que de la distance entre la source et le récepteur.

Les activités de construction ont été fournies par le client, et comprennent les types d'équipement utilisés, leur nombre, ainsi que l'horaire de travail.

Les activités et sources de bruit considérées sont décrites au tableau 2-2. Les quatre (4) premières activités sont communes aux deux variantes du projet, et la dernière activité, « Pose d'enrobé », est propre à la variante du projet qui comprend un tablier fixe.

Tableau 2-2 Activités et sources de bruit en phase de construction

Phase	Activité	Source de bruit	Horaire de travail
Construction	Acheminement des barges de travail	2 barges 1 grue 1 remorqueur	du lundi au vendredi, 9 heures par jour
Construction	Fonçage des pieux	1 grue 1 vibrofonceur	du lundi au vendredi, 9 heures par jour
Construction	Bétonnage	2 bétonnières 1 chariot élévateur 1 compresseur 1 grue 1 pompe à béton	du lundi au vendredi, 9 heures par jour
Construction	Terrassement	2 camions hors route 1 chariot élévateur 1 grue 2 pelles mécaniques	du lundi au vendredi, 9 heures par jour
Construction	Pose d'enrobé	2 camions 1 finisseuse 1 grue 2 rouleaux compacteurs	du lundi au vendredi, 9 heures par jour

La durée des travaux de construction s'échelonne sur 2 années, à raison de 8 mois d'activités par année (environ entre avril et novembre), soit un total de 16 mois d'activités.

Les niveaux d'émission sonore des équipements de construction sont présentés à l'annexe C. Ils proviennent pour la plupart de la base de données du logiciel RNCM de la FHWA.

Notons qu'il est prévu que les équipements mobiles sur le site soient équipés d'alarmes de recul à bruit blanc.

Les niveaux sonores anticipés ont été comparés aux limites de bruit des « Lignes directrices relativement aux niveaux sonores provenant d'un chantier de construction industriel », du MELCCFP. Les niveaux sonores anticipés ont aussi été utilisés pour qualifier l'impact sonore du Projet selon les sources de bruit impliquées en phase de construction.

2.2.2 Phase d'opération

Les niveaux sonores anticipés en phase d'opération ont été déterminés par simulation numérique de propagation sonore à l'aide des équations de la méthode de la norme ISO 9613-2 dans le logiciel SoundPLAN, version 9.0, de SoundPLAN GmgH. Cette méthode tient compte de la puissance sonore par bandes de fréquences des sources de bruit et des atténuations procurées par la dispersion géométrique (distance de la source au récepteur), par la diffraction (effet-écran des obstacles tels que les bâtiments), par l'absorption moléculaire de l'air et du type de terrain.

La méthode employée permet de prédire le L_{Aeq} dans des conditions météorologiques favorables à la propagation du bruit. Ces conditions consistent en une propagation par vent portant (soit de la source vers le récepteur) ou sous une inversion de température modérée comme cela arrive communément la nuit.

Les sources sonores considérées ont été identifiées à partir des plans et autres intrants fournis par le Client.

La topographie de la zone d'étude a été importée à partir des données ouvertes de Google Maps.

Les activités et sources de bruit considérées sont décrites au tableau 2-3. Ces activités et sources de bruit sont les mêmes pour les deux variantes du projet.

Tableau 2-3 Activités et sources de bruit en phase d'opération

Phase	Activité	Source de bruit	Fréquence
Opération	Mouvements maritimes	1 vraquier amarré à quai	5 jours par vraquier ; 35 vraquiers par an
		2 remorqueurs	2 heures par vraquier
Opération	Manutention de sel et autres vracs extérieurs (24/24h)	1 convoyeur principal	100 %
		3 convoyeurs de transfert	50 %
		1 convoyeur « stacker »	100 %
		2 dépoussiéreurs	Un à 100 %, l'autre à 50 %
		Déchargements dans trémie	Toutes les 30 secondes
Opération	Manutention d'acier (12/24h, de jour)	2 chargeuses sur roue	100 %
		Camions à plateau	2 mouvements par heure

Phase	Activité	Source de bruit	Fréquence
Opération	Manutention d'engrais (24/24h)	1 convoyeur principal 2 convoyeurs de transfert (à l'intérieur) 1 dépoussiéreur Déchargements dans trémie	100 % 100 % 100 % Toutes les 30 secondes
Opération	Expédition par camionnage (12/24h, de jour)	1 chargeuse sur roue Camions	100 % 4 mouvements par heure

La manutention des marchandises (c.-à-d. le déchargement des vraquiers) se fait 175 jours par année, soit quand un vraquier est à quai (35 vraquiers par an fois 5 jours par vraquier) entre approximativement mi-mars et mi-décembre.

Les diverses manutentions se font selon la répartition suivante :

- Manutention de sel et autres vracs extérieurs : 46 % ;
- Manutention d'acier : 36 % ;
- Manutention d'engrais : 18 %.

Le sel et l'acier sont entreposés à l'extérieur (sur la dalle d'entreposage ou sur la parcelle de l'autre côté de la route 132), tandis que l'engrais est entreposé à l'intérieur de l'entrepôt.

L'expédition par camionnage quant à elle se fait toute l'année, à raison d'une capacité maximale de 14 600 camions par an (équivalent à environ 4 camions par heure, de jour uniquement, soit entre 7 h et 19 h).

Les niveaux d'émission sonore des équipements liés à l'opération sont présentés à l'annexe C.

Notons qu'il est prévu que les équipements mobiles sur le site soient équipés d'alarmes de recul à bruit blanc.

Les niveaux sonores anticipés ont été comparés aux limites de bruit municipales (le cas échéant) et provinciales (NI 98-01 du MELCCFP), et ont été utilisés pour qualifier l'impact sonore du Projet selon les sources de bruit impliquées en phase d'opération.

2.3 Qualification de l'impact sonore

Le rapport principal de l'étude d'impact décrit la méthodologie suivie pour évaluer les impacts environnementaux du Projet. Cette approche repose, en premier lieu, sur la détermination de l'intensité des effets appréhendés qui peut être qualifiée de faible, moyenne ou forte. Par la suite, l'étendue, la durée et la fréquence sont considérées pour en venir à un indicateur synthèse, soit l'importance de l'impact environnemental. Pour d'avantage de détail sur la méthode d'évaluation des effets, le lecteur est invité à se référer au Chapitre 8 de l'EIE.

En ce qui a trait à la composante du bruit, la détermination de l'intensité de l'effet environnemental a été basée principalement sur la norme ISO 1996-1[2].

[2] ISO-1996-1, Acoustique - Description, mesurage et évaluation du bruit de l'environnement, Partie 1, Grandeurs fondamentales et méthodes d'évaluation, 2003.

« Pour être utile, toute méthode de description, de mesurage et d'évaluation du bruit de l'environnement doit être liée, de quelque manière que ce soit, à ce qui est connu de la réaction humaine par rapport au bruit ».

Plusieurs recherches ont établi des relations dose-effet associées au bruit (niveau de bruit vs réaction dans la population). Une des premières relations proposées est celle de Schultz en 1978, basée sur des bruits reliés aux transports. D'autres relations ont aussi été proposées par la suite ; en moyenne, *« elles coïncident virtuellement avec la courbe de Schultz »*.

« Par mesure de simplicité et en raison de sa signification historique, la courbe de Schultz est considérée comme la courbe à utiliser pour définir le pourcentage de la population fortement gênée par le bruit dû à la circulation routière comme une fonction du niveau acoustique jour/nuit (Ldn, en dBA) ».

« Cette relation dose-effet peut être utilisée pour évaluer la réponse de la collectivité à la gêne causée par d'autres sources si les termes correctifs suggérés ont été appliqués. »

En tenant compte de ce qui précède, il est possible de déterminer le pourcentage de la population fortement gênée par le bruit du Projet avec la courbe de Schultz, à partir des résultats de mesures et de prévisions de bruit du Projet[3], auxquels ont été appliqués des termes correctifs lorsqu'applicables.

Pour évaluer l'intensité de l'effet du Projet sur le climat sonore, en des termes qualitatifs (c.-à-d. faible, moyenne ou forte), la méthodologie du département des Transports des États-Unis[4] a été utilisée. Certains critères, sur lesquels s'est appuyée cette méthode, se retrouvent par ailleurs dans des publications internationales et nationales. Essentiellement, l'intensité est déterminée par l'ampleur du changement dans le pourcentage de la population fortement perturbée par le bruit apporté par le Projet (approche relative), ainsi que par des niveaux sonores cibles (approche absolue). Les valeurs considérées sont indiquées au tableau 2-4.

Tableau 2-4 Intensité de l'effet environnemental – Climat sonore

Qualification de l'intensité de l'effet environnemental	Changement du % de la population fortement gênée par le bruit causé par le projet		Niveaux sonores cibles, climat sonore projeté
Faible	2,0 % et moins	ou	$L_{dn} \leq 55$ dBA
Moyen	2,1 à 6,2 %	et	$L_{dn} > 55$ dBA
Fort	6,3 à 13,9 %	et	$L_{dn} > 55$ dBA

Par la suite, l'étendue, la durée et la fréquence sont considérées pour déterminer l'importance de l'effet sur le climat sonore.

3 Critères de bruit applicables

Les critères de bruit des paliers municipal et provincial sont applicables. Ces critères sont ceux des villes de Sorel-Tracy (Règlement nº 2380) et de Lanoraie (Règlement 76-2011) et ceux du MELCCFP (NI 98-01 et Lignes

[3] Pour la qualification de l'impact du Projet, le bruit de celui-ci doit être évalué sur le long terme, et non uniquement selon différents scénarios d'opération comme c'est le cas pour l'analyse comparative avec les valeurs guides.
[4] HMMH, *Transit Noise and Vibration Impact Assessment*, Avril 1995, Rapport DOT-T-95-16.

directrices pour les chantiers de construction industriels). Ces critères ont des limites différentes ainsi que des modes d'application différents.

3.1 Critères applicables à la construction

3.1.1 Lignes directrices relativement aux niveaux sonores provenant d'un chantier de construction industriel

Les Lignes directrices du MELCCFP prévoient des limites sonores applicables aux chantiers de construction industriels applicables aux récepteurs dont l'occupation est résidentielle ou l'équivalent (hôpital, institution, école). Ces limites sonores varient selon la période de la journée, soit le jour (entre 7 h et 19 h), le soir (entre 19 h et 22 h) et la nuit (entre 22 h et 7 h).

Ces limites sonores sont les suivantes :

- Jour : le niveau acoustique d'évaluation ($L_{Ar,\ 12h}$) provenant du chantier de construction doit être inférieur ou égal à 55 dBA ou le niveau de bruit initial s'il est supérieur à 55 dBA.
- Soit et nuit : le niveau acoustique d'évaluation ($L_{Ar,\ 1h}$) provenant du chantier de construction doit être inférieur ou égal à 45 dBA ou le niveau de bruit initial s'il est supérieur à 45 dBA.

3.2 Critères applicables à l'opération

3.2.1 Règlement nº 2380 de Sorel-Tracy

Le Règlement nº 2380 de Sorel-Tracy concernant la sécurité, la paix, l'ordre et les nuisances comporte une section relative au bruit.

L'Article 20 stipule que « constitue une nuisance le fait de faire ou de permettre de faire des opérations de chargement de marchandises sur une propriété entre 23 h et 7 h le lendemain ».

L'Article 21 stipule que « constitue une nuisance le fait de faire ou de permettre de faire […] un bruit perçu à l'extérieur dont l'intensité est équivalente à 50 décibels ou plus, entre 20 h et 8 h, et à 65 décibels ou plus, entre 8 h et 20 h, […] à la limite de toute propriété servant à l'habitation. »

Le règlement présente ainsi des limites de bruit quantitatives.

3.2.2 Règlement 73-2011 de Lanoraie

Le Règlement 73-2011 de Lanoraie concernant les nuisances comporte une section relative au bruit.

L'Article 1.2 stipule que « quiconque fait, tolère que soit fait ou utilise un outil, un véhicule ou autre appareil faisant du bruit de la façon ci-après détaillée, cause une nuisance et commet une infraction […] :

1. L'émission d'un bruit excessif de façon à troubler la paix et la tranquillité du voisinage, cela en tout temps ;

2. L'émission d'un bruit à l'extérieur des limites […] de tout […] lieu […] entre 23 h 00 et 07 h 00. »

Le règlement ne présente pas de limites de bruit quantitatives.

3.2.3 Note d'instructions 98-01 du MELCCFP

La Note d'instructions 98-01 du MELCCFP présente des limites de niveau sonore maximum applicables aux sources fixes.

Selon la NI 98-01, « le niveau acoustique d'évaluation d'une source fixe sera inférieur, en tout temps, pour tout intervalle de référence d'une heure continue et en tout point de réception du bruit, au plus élevé des niveaux sonores suivants :

1. le niveau de bruit résiduel, ou

2. le niveau maximal permis selon le zonage et la période de la journée tel que mentionné au tableau suivant :

Zonage	Nuit (19 h à 7 h) en dBA	Jour (7 h à 19 h) en dBA
I - Habitations unifamiliales	40	45
II - Habitations en logements multiples	45	50
III - Usages commerciaux ou récréatifs	50	55
IV - Usages industriels ou agricoles	70	70

La catégorie de zonage est établie en vertu des usages permis par le règlement de zonage municipal. »

4 Résultats des mesures de bruit initial

Des mesures de bruit ont été réalisées en continu du 19 au 21 juillet 2023, sur une période consécutive d'au moins 48 heures, afin de caractériser le climat sonore initial.

Les résultats des mesures sont présentés en détail sous forme graphique à l'annexe D ; un sommaire est au présenté au tableau 4-1.

Tableau 4-1 Sommaire des relevés du bruit initial

Période	Descripteur de bruit, dBA	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4
Premier 24 h : du 19 juillet 02 h au 20 juillet 02 h	$L_{Aeq,\ 24h}$	49	50	51	59
	L_{dn}	52	57	54	62
	$L_{Aeq,\ 1h}$ minimum - 7 h à 19 h	49	46	51	59
	$L_{Aeq,\ 1h}$ minimum - 19 h à 7 h	36	35	34	46
Second 24 h : du 20 juillet 02 h au 21 juillet 02 h	$L_{Aeq,\ 24h}$	48	46	53	59
	L_{dn}	52	49	56	62
	$L_{Aeq,\ 1h}$ minimum 7 h à 19 h	48	44	52	59
	$L_{Aeq,\ 1h}$ minimum 19 h à 7 h	34	34	40	44

Les niveaux sonores présentés au tableau 4-1 tiennent compte du retrait des évènements non représentatifs de l'analyse. Au Point 1, ces évènements non représentatifs ont été des bruits d'impacts et des bruits de travaux. Au

Point 2 ils ont été une tondeuse à gazon, des discussions et activités de voisinage, des tentatives de démarrage d'un véhicule et un survol d'avion. Au Point 3 ils ont été des passages de trains. Et au Point 4 ils ont été un tracteur à proximité.

À partir des résultats de mesures recueillies, les constats suivants sont posés :

- Au point 1, la principale source de bruit constituant le climat sonore initial est la circulation routière de la route 132. Des bruits de la nature sont aussi audibles par moment, tel que le chant des oiseaux.
- Au point 2, lors de la présence d'un navire au quai de l'entreprise voisine, c'est la contribution sonore de cette source qui est prédominante. En l'absence de navire à quai, c'est le bruit de la circulation routière de la route 132 et les bruits de la nature (tel que les oiseaux) qui constituent le climat sonore initial.
- Au point 3, le climat sonore initial est principalement constitué du bruit ponctuel de la circulation routière locale et du bruit des industries voisines, y compris des alarmes de recul, des bruits d'impacts et du bruit d'équipements de chauffage, ventilation et climatisation.
- Enfin au point 4, c'est le bruit de la circulation routière qui est dominant. Il est aussi accompagné de bruits de la nature (oiseaux), de survols occasionnels d'hélicoptères et de passages de bateaux sur le fleuve.

Notons que la présence d'un navire au quai de l'entreprise voisine pendant une partie de la campagne de mesures du bruit initial n'a eu d'effet que sur le climat sonore observé au point 2, et pas aux autres points de mesures. Pour la période de mesure retenue, le navire était présent le 19 juillet de 02h00 à 06h00.

Les relevés témoignent de la présence d'un environnement sonore régi principalement par les infrastructures routières, étant acceptable aux points 1 à 3, et faiblement perturbé au point 4.

5 Sommaire des critères de bruit de l'opération

Le tableau 5-1 présente le sommaire des critères de bruit applicables à l'opération pour chacun des points d'évaluation considérés.

Tableau 5-1 Sommaire du critère de bruit de l'opération (niveaux sonores en dBA)

Point	Ville	Règlement municipal		NI 98-01						
				Zonage	Bruit résiduel		Niveau maximal selon zonage		Limite	
		Jour	Nuit		Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Point 1	Sorel-Tracy	65	50	I	48	34	45	40	48	40
Point 2	Sorel-Tracy	65	50	I	44	34	45	40	45	40
Point 3	Sorel-Tracy	65	50	I	51	34	45	40	51	40
Point 4	Lanoraie	s.o.	s.o.	I	59	44	45	40	59	44

Le tableau 5-2 présente la synthèse des limites de bruit permises lors de l'opération pour chacun des points d'évaluation considérés. Cette limite correspond au plus restrictif du règlement municipal et du règlement provincial (NI 98-01).

Tableau 5-2 Synthèse des limites de bruit lors de l'opération (niveaux sonores en dBA)

Point	Jour (7 h à 19 h)	Nuit (19 h à 7 h)
Point 1	48	40
Point 2	45	40
Point 3	51 (50 entre 7 h et 8 h)	40
Point 4	59	44

À noter qu'en vertu de la portée de chacun des critères de bruit, ce n'est pas l'ensemble des sources de bruit du Projet qui sont incluses à la vérification.

Plus précisément, le critère municipal n'est pas applicable sur tout ce qui touche les transports (dans le cas présent, le camionnage et les navires). En ce qui a trait au critère provincial, le camionnage sur le site même du Projet doit être considéré. Les navires sont eux exclus considérant qu'ils ne sont pas dans les limites d'emprise du Projet. Pour ces deux critères, tous les équipements fixes du Projet, soient ceux à l'intérieur des limites du site, sont pris en considération.

6 Résultats des simulations numériques

6.1 Résultats en phase de construction

Une série de calculs a été réalisée pour chacune des activités de construction. Le tableau 6-1 présente les résultats de ces calculs et les compare aux critères sonores applicables établis à la section précédente.

Tableau 6-1 Comparaison des niveaux sonores anticipés en construction aux critères sonores applicables

Activité (Jour/Nuit)	LAr (dBA) Pt1	Critère sonore (dBA)	Écart Point 1	Écart Point 2	Écart Point 3	Écart Point 4
Acheminement des barges (J)	50	55	≤ 0	≤ 0	≤ 0	≤ 0
Fonçage des pieux (J)	67	55	12	8	1	≤ 0
Bétonnage (J)	54	55	≤ 0	≤ 0	≤ 0	≤ 0
Terrassement (J)	55	55	≤ 0	≤ 0	≤ 0	≤ 0
Pose d'enrobé (J)	54	55	≤ 0	≤ 0	≤ 0	≤ 0

Des écarts positifs sont anticipés aux points 1, 2 et 3 pour l'activité de fonçage des pieux. Au point 4, ainsi que pour les autres activités de construction, aucun écart positif n'est anticipé.

Suite à ce constat, des mesures d'atténuation spécifiques sont proposées pour la source de bruit responsable des écarts positifs anticipés, soit le vibrofonceur. Ces mesures d'atténuation spécifiques sont présentées à la section 8.1.

6.2 Résultats en phase d'opération

Une série de calculs a été réalisée pour chacune des activités prévues lors de l'opération du site, soient les divers types de manutention (sel, acier et engrais) et l'expédition par camionnage.

Le tableau 6-2 présente les résultats de ces calculs et les compare aux critères sonores applicables établis à la section précédente.

Tableau 6-2 Comparaison des niveaux sonores anticipés en opération aux critères sonores applicables

Activité (Jour/Nuit)	Occurrence (annuelle)	LAr (dBA) Pt1	Écart Point 1	Écart Point 2	Écart Point 3	Écart Point 4
Manutention de sel (J/N)	22 %	42	2	≤ 0	≤ 0	≤ 0
Manutention d'acier (J)	9 %	48	≤ 0	≤ 0	≤ 0	≤ 0
Manutention d'engrais (J/N)	9 %	41	1	≤ 0	≤ 0	≤ 0
Aucune manutention	60 %	0	≤ 0	≤ 0	≤ 0	≤ 0
Expédition par camionnage (J)	50 %	45	≤ 0	≤ 0	≤ 0	≤ 0

Des écarts positifs sont anticipés au point 1 et pour les activités de manutention de sel et autres vracs et d'engrais, qui peuvent avoir lieu de jour et de nuit. Aux points 2, 3 et 4, aucun écart positif n'est anticipé. L'expédition par camionnage ne génère pas non plus d'écart positif à aucun des quatre points d'évaluation.

Suite à ces constats, les sources de bruit responsables des écarts positifs anticipés ont été identifiées et des mesures d'atténuation spécifiques sont proposées pour se conformer aux critères sonores. Ces mesures d'atténuation spécifiques sont présentées à la section 8.2.

7 Qualification de l'impact

La qualification de l'impact a été déterminée selon la méthodologie décrite précédemment à la section 2.3.

7.1 Phase de construction

La qualification de l'importance de l'effet sonore pour la phase de construction est déterminée au tableau 7-1.

Les niveaux d'évaluation jour-nuit initiaux indiqués à la 2e colonne du tableau proviennent des résultats des mesures du bruit initial réalisées en juillet 2023 (réf. tableau 4-1, L_{dn}). Les niveaux d'évaluation jour-nuit projetés indiqués à la 3e colonne sont des moyennes longs termes sur toute la durée de la construction ; elles ont été obtenues en combinant les niveaux projetés pour toutes les activités de construction. Finalement, ces niveaux ont été additionnés[5] pour obtenir le niveau d'évaluation jour-nuit total (4e colonne).

[5] Les niveaux sonores en décibel s'additionnent de manière logarithmique, et non arithmétique. Se référer au lexique en annexe pour des exemples d'addition.

Tableau 7-1 Évaluation de l'importance de l'effet sonore durant la phase de construction

Point	Niveau d'évaluation jour-nuit initial L_{Rdn}, dBA	Niveau d'évaluation jour-nuit projeté L_{Rdn}, dBA	Niveau d'évaluation jour-nuit total L_{Rdn}, dBA	Intensité	Étendue	Durée	Fréquence	Importance
Pt 1	52	57	58	moyenne	ponctuelle	courte	régulière	mineure
Pt 2	49	53	55	faible	ponctuelle	courte	régulière	mineure
Pt 3	54	47	55	faible	ponctuelle	courte	régulière	mineure
Pt 4	62	45	62	faible	ponctuelle	courte	régulière	mineure

Ainsi, l'importance de l'effet sonore lors de la phase de construction est qualifiée de mineure.

Toutefois, des mesures d'atténuation spécifiques sont quand même requises pour les conformer au critère de bruit provincial (Lignes directrices du MELCCFP pour les chantiers de construction). Celles-ci sont présentées à la section 8.1.

7.2 Phase d'opération

Contrairement à l'évaluation de la conformité vis-à-vis les critères de bruit des paliers municipal et provincial, la qualification de l'impact tient compte de l'ensemble des sources de bruit associées au projet, y compris les mouvements maritimes (navires et remorqueurs).

La qualification de l'importance de l'effet sonore pour la phase d'opération est déterminée au tableau 7-2.

Les niveaux d'évaluation jour-nuit initiaux indiqués à la 2e colonne du tableau proviennent des résultats des mesures du bruit initial réalisées en juillet 2023 (réf. tableau 4-1, L_{dn}). Le niveau de bruit initial le plus faible parmi les deux journées de mesure est retenu. Les niveaux d'évaluation jour-nuit projetés indiqués à la 3e colonne sont des moyennes longs termes ; elles ont été obtenues en combinant les niveaux projetés pour chacun des scénarios d'opération, y compris les mouvements maritimes et l'expédition par camionnage, et en tenant compte des occurrences respectives détaillées à la section 2.2.2. Ils sont donc représentatifs des opérations prévues tout au long de l'année. Finalement, ces niveaux ont été additionnés pour obtenir le niveau d'évaluation jour-nuit total (4e colonne).

Tableau 7-2 Évaluation de l'importance de l'effet sonore durant la phase d'opération

Point	Niveau d'évaluation jour-nuit initial L_{Rdn}, dBA	Niveau d'évaluation jour-nuit projeté L_{Rdn}, dBA	Niveau d'évaluation jour-nuit total L_{Rdn}, dBA	Intensité	Étendue	Durée	Fréquence	Importance
Pt 1	52	51	54	faible	ponctuelle	longue	régulière	mineure
Pt 2	49	49	52	faible	ponctuelle	longue	régulière	mineure
Pt 3	54	37	54	faible	ponctuelle	longue	régulière	mineure
Pt 4	62	41	62	faible	ponctuelle	longue	régulière	mineure

Ainsi, l'importance de l'effet sonore lors de la phase d'opération est qualifiée de mineure.

Toutefois, des mesures d'atténuation spécifiques sont quand même requises pour les conformer aux critères de bruit des paliers municipal (règlements municipaux sur le bruit) et provincial (NI 98-01 du MELCCFP). Celles-ci sont présentées à la section 8.2.

8 Mesures d'atténuation spécifiques

8.1 Phase de construction

Comme présenté à la section 6.1, des écarts positifs sont anticipés aux points 1, 2 et 3 pour l'activité de fonçage des pieux. Des mesures d'atténuation spécifiques sont donc requises pour cette activité afin de se conformer aux Lignes directrices du MELCCFP pour les chantiers de construction. Les mesures d'atténuation spécifiques qui seront mises en place sont les suivantes :

- Utilisation de toiles acoustiques installées autour du vibrofonçeur, soit suspendues au niveau de celui-ci tel qu'illustré sur la figure 8-1 ; L'atténuation visée par cette mesure d'atténuation spécifique est de 10 dBA.



Figure 8-1 Exemple d'utilisation de toiles acoustiques suspendues par une grue

- Limitation du temps effectif d'opération du vibrofonçeur à une durée d'une heure par jour, entre 7 h et 19h. L'atténuation visée par cette mesure d'atténuation spécifique est de l'ordre de 2 dBA comparativement à une utilisation normale du vibrofonçeur.

8.2 Phase d'opération

Comme présenté à la section 6.2, des écarts positifs sont anticipés au point 1 pour les activités de manutention de sel et autres vracs, et de manutention d'engrais. Des mesures d'atténuation spécifiques sont donc requises pour ces activités afin de se conformer à la NI 98-01 du MELCCFP. Ces mesures d'atténuation spécifiques sont les suivantes :

- Mise en place d'un mur antibruit le long du convoyeur principal, sur toute la longueur du quai. La hauteur du mur antibruit devra dépasser d'au moins un mètre celle du convoyeur. L'atténuation visée par cette mesure d'atténuation spécifique est de l'ordre de 3 dBA.
- Mise en place d'un encoffrement/coquille/écran autour du moteur du convoyeur principal. L'atténuation sonore visée par cette mesure spécifique est de 5 dBA.

Alternativement, au lieu de ces deux mesures d'atténuation spécifiques, QSL pourra procéder à la manutention de sel et autres vracs et d'engrais, à l'aide de camions 12 roues plutôt que par le biais de convoyeurs, à raison d'un maximum de 6 allers-retours par heure en période de jour (entre 7 h et 19 h) et 1 aller-retour par heure en période de nuit (entre 19 h et 7 h) entre le quai et la zone d'entreposage.

9 Qualification de l'impact résiduel

La qualification de l'impact résiduel, c'est-à-dire incluant les mesures d'atténuation spécifiques présentées à la section 8, a été déterminée selon la méthodologie décrite précédemment à la section 2.3.

9.1 Phase de construction

La qualification de l'importance de l'effet sonore résiduel pour la phase de construction est déterminée au tableau 9-1.

Tableau 9-1 Évaluation de l'importance de l'effet sonore résiduel durant la phase de construction

Point	Niveau d'évaluation jour-nuit initial L_{Rdn}, dBA	Niveau d'évaluation jour-nuit projeté L_{Rdn}, dBA	Niveau d'évaluation jour-nuit total L_{Rdn}, dBA	Intensité	Étendue	Durée	Fréquence	Importance
Pt 1	52	50	54	faible	ponctuelle	courte	régulière	mineure
Pt 2	49	47	51	faible	ponctuelle	courte	régulière	mineure
Pt 3	54	40	54	faible	ponctuelle	courte	régulière	mineure
Pt 4	62	38	62	faible	ponctuelle	courte	régulière	mineure

Ainsi, l'importance de l'effet sonore résiduel lors de la phase de construction est qualifiée de mineure.

9.2 Phase d'opération

La qualification de l'importance de l'effet sonore résiduel pour la phase d'opération est déterminée au tableau 9-2.

Tableau 9-2 Évaluation de l'importance de l'effet sonore résiduel durant la phase d'opération

Point	Niveau d'évaluation jour-nuit initial L_{Rdn}, dBA	Niveau d'évaluation jour-nuit projeté L_{Rdn}, dBA	Niveau d'évaluation jour-nuit total L_{Rdn}, dBA	Intensité	Étendue	Durée	Fréquence	Importance
Pt 1	52	51	54	faible	ponctuelle	longue	régulière	mineure
Pt 2	49	49	52	faible	ponctuelle	longue	régulière	mineure
Pt 3	54	37	54	faible	ponctuelle	longue	régulière	mineure
Pt 4	62	41	62	faible	ponctuelle	longue	régulière	mineure

Ainsi, l'importance de l'effet sonore résiduel lors de la phase d'opération est qualifiée de mineure.

Notons que les mesures d'atténuation spécifiques, appliquées seulement aux activités de manutention de sel et autres vracs, et de manutention d'engrais, bien qu'elles aient un effet sur la conformité vis-à-vis de la NI 98-01 du MELCCFP, n'ont un effet que marginal non significatif sur les niveaux d'évaluation jour-nuit long terme qui font l'objet de l'évaluation de l'importance de l'effet sonore. Cela explique pourquoi les niveaux sonores présentés aux tableaux 7-2 et 9-2, arrondis au décibel près, sont les mêmes.

10 Conclusion

Les services professionnels d'AtkinsRéalis ont été retenus par QSL afin de procéder à l'étude d'impact sur l'environnement d'un projet de terminal portuaire à Sorel-Tracy. Le présent document constitue l'étude sectorielle sur l'impact sonore du Projet.

Des mesures de bruit ont été réalisées en continu du 18 au 21 juillet 2023 afin de caractériser le climat sonore initial.

Une modélisation sonore des phases de construction et d'opération du Projet a aussi été réalisée. Les résultats de cette modélisation ont été comparés aux critères de bruit des paliers municipal et provincial applicables. Ceux-ci sont les critères des villes de Sorel-Tracy et de Lanoraie ainsi que ceux du MELCCFP.

La qualification de l'impact sonore a été réalisée et a démontré une importance mineure tant pour la phase de construction que pour la phase d'opération.

En revanche, des dépassements des critères de bruit municipaux ou provinciaux ont été identifiés, d'une part pour la phase de construction (activité de fonçage des pieux avec des dépassements anticipés aux points 1, 2 et 3) et d'autre part pour la phase d'exploitation (activités de manutention de sel et de manutention d'engrais avec des dépassements anticipés au point 1).

Mes mesures d'atténuation spécifiques ont alors été identifiées pour ces activités. Celles-ci sont présentées à la section 8.

La qualification de l'impact sonore résiduel a ensuite été réalisée en tenant compte des mesures d'atténuation spécifiques, et a démontré une importance mineure tant pour la phase de construction que pour la phase d'opération.

ANNEXES

Annexe A Introduction à l’acoustique

Son : Un son est le résultat d'une action (plaque en vibration, turbulence de l'air, etc.) qui produit des surpressions et des dépressions qui se propagent sous la forme d'onde dans l'air jusqu'à notre système auditif.

Bruit : Un bruit est un son jugé indésirable par la personne qui le perçoit.

Décibel (dB) : L'intensité d'un bruit se mesure en décibels (dB).

Décibel pondéré A (dBA) : L'oreille humaine n'est pas sensible également aux sons à toutes les hauteurs ou fréquences. Afin de pouvoir chiffrer l'impression sonore ressentie par l'oreille, les niveaux de bruit sont ajustés selon une courbe de pondération normalisée « A ».

Hauteur d'un son ou sa fréquence : la hauteur d'un son (est-il grave ou aigu ?) est déterminée selon sa fréquence, qui est le nombre de cycles de variation de la pression acoustique par seconde, ou Hertz (Hz). L'oreille humaine peut percevoir des sons dont la fréquence est comprise grossièrement entre 20 Hz et 20 000 Hz. Un son grave aura une fréquence basse et un son aigu aura une fréquence haute. Par exemple, les notes graves d'un piano ont une fréquence de l'ordre de 30 Hz alors que les notes aiguës ont une fréquence de l'ordre de 4 000 Hz. Pour en simplifier le traitement, les fréquences sont regroupées en bandes de largeurs correspondant à une octave ou un tier d'octave. Une octave correspond à une bande dont la fréquence supérieure est le double de la fréquence inférieure ; p. ex., il y a une octave entre 2 000 Hz et 4 000 Hz, une octave sur un piano correspond à 8 touches.

Sonomètre : instrument de mesure permettant de déterminer l'intensité d'un son, et aussi généralement sa répartition selon les fréquences.

Échelle des dBA : L'échelle de variation de l'intensité d'un son est généralement comprise entre 0 dBA, le seuil d'audition, et 120 dBA, le seuil de la douleur.

Variation des dBA : L'échelle des dBA n'est pas linéaire, c.-à-d. qu'un son de 50 dBA n'est pas perçu à l'oreille humaine comme étant deux fois plus fort qu'un son à 25 dBA. En fait, une différence inférieure à 3 dBA est peu ou pas perceptible à l'oreille humaine, tandis qu'une différence de 10 dBA est perçue comme étant un doublement de l'intensité sonore.

La propagation d'une onde sonore dans l'environnement fait intervenir plusieurs phénomènes. Ceux-ci sont décrits sommairement dans les paragraphes suivants.

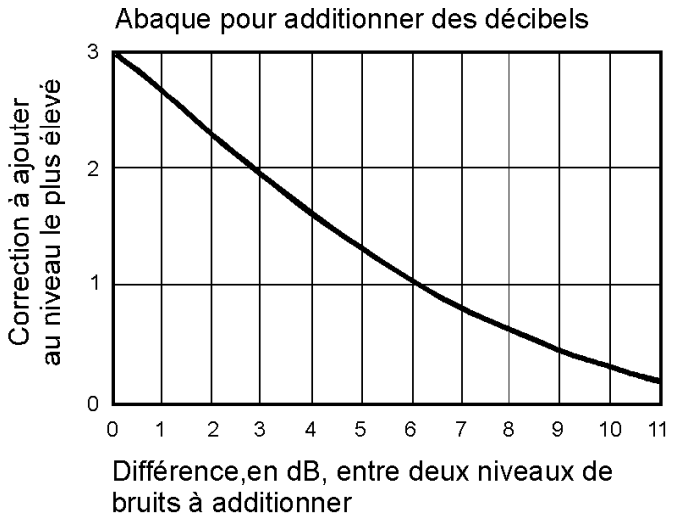
- **Atténuation par la distance** : l'intensité d'une onde sonore diminue à mesure que l'on s'éloigne de la source. Pour une source ponctuelle, l'atténuation par la distance se traduit par une réduction de 6 dBA à chaque fois que la distance entre un récepteur et une source est doublée.
- **Absorption de l'air** : lorsque l'air se met en vibration sous l'action du passage d'une onde sonore, il y a une perte d'énergie. Cette perte dépend de la fréquence d'un son, de la température et du taux d'humidité de l'air.
- **Effet d'écran** : lorsqu'une onde sonore rencontre un obstacle (p. ex. mur-écran, bâtiment, dénivellation du sol, etc.), elle le contourne en subissant une réduction dans son intensité par un phénomène de diffraction. La réduction du niveau de bruit est appréciable par effet-écran dans la mesure où ce dernier bloque la ligne de vue entre la source et le récepteur.
- **Effet de sol** : une onde sonore se propage beaucoup plus loin au-dessus d'un sol dur (p. ex., surface asphaltée, eau) qu'au-dessus d'un sol poreux (p. ex. champs agricoles, neige poudreuse).
- **Effets atmosphériques** : certaines conditions atmosphériques ont tendance à faire courber les ondes sonores vers le haut, ce qui se traduit par une réduction du bruit pour un récepteur situé au niveau du sol, ou faire courber

vers le bas pour le résultat contraire. Par exemple, un vent porteur c.-à-d. qui souffle de la source de bruit vers un récepteur, fera courber les ondes sonores vers le sol, ce qui fera augmenter le niveau de bruit puisque ces ondes déviées n'ont généralement pas subi de réduction due à l'effet d'écran ni à l'effet de sol qui sont alors court-circuités.

L'importance de ces phénomènes s'accentue lorsque la distance entre une source et un récepteur augmente.

Addition de niveaux de bruit : L'addition de niveaux de bruit ne se fait pas de manière arithmétique. Elle doit être logarithmique. Un abaque peut être utilisé à cet effet pour additionner les dB ou les dBA :

Exemples : 40 + 50 = 50
44 + 50 = 51
48 + 50 = 52
50 + 50 = 53



Bruit ambiant : bruit total existant dans une situation donnée à un instant donné, habituellement composé de bruits émis par plusieurs sources, proches ou éloignées (niveau mesuré directement par un sonomètre).

Bruit particulier : composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et qui est associée à une source particulière.

Bruit résiduel : bruit ambiant qui perdure à un endroit donné, dans une situation donnée, quand les bruits particuliers considérés sont supprimés (p.ex. le bruit routier).

Bruit fluctuant : bruit continu dont le niveau de pression acoustique varie de façon notable, mais pas de façon impulsionnelle.

Bruit intermittent : bruit pouvant être observé pendant certaines périodes seulement et qui se produit à intervalles réguliers ou irréguliers et tel que la durée de chaque occurrence est supérieure à environ 5 s.

Bruit impulsionnel : bruit caractérisé par de brefs relèvements de la pression acoustique.

$L_{Aeq\ T}$: niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, pour un intervalle de temps T, exprimé en dBA. À des fins de vulgarisation, le terme « moyenne » sera employé dans le texte, placé entre guillemets parce qu'il ne s'agit pas d'une moyenne courante. Par exemple, un bruit de 50 dBA durant 30 minutes, qui monte à 70 dBA durant les 30 minutes suivantes, ne donnera pas un $L_{Aeq60min}$ de 60 dBA, mais le $L_{Aeq60min}$ ou encore la « moyenne horaire » serait plutôt de 67 dBA.

« Moyenne journalière » : L_{Aeq24h} ; L_{AeqT}, avec un temps d'intégration *T* de 24 heures consécutives.

« Moyenne de nuit » : L_{night} ; L_{AeqT}, avec un temps d'intégration *T* de 8 heures consécutives, soit entre 23 h et 7 h.

« Moyenne jour-nuit » : **L_{dn}** *ou DNL* ; descripteur de bruit sur 24 heures similaires au L_{Aeq24h}, mais avec la nuance que les niveaux sonores observés entre 22 h et 7 h (la nuit) sont augmentés de 10 dB pour représenter le fait que les bruits sont plus dérangeants la nuit que le jour.

« Moyenne pondérée jour-nuit » : **L_{Rdn}** ; L_{dn} auquel des termes correctifs ont été appliqués (voir définition du $L_{Ar,\ 1h}$ pour des explications sur les termes correctifs).

L_{AF} : niveau de pression acoustique instantané pondéré A, selon la pondération temporelle rapide (« Fast »).

L_{AFNT} : Niveau de dépassement de seuil pondéré A, selon la pondération temporelle rapide (« Fast »). Par exemple, le $L_{AF10\ 1h}$ est le niveau qui a été excédé 10 % du temps durant 1 heure d'échantillonnage (soit durant 6 minutes cumulatives, et non nécessairement consécutives).

$L_{Ar,\ 1h}$: Niveau acoustique d'évaluation pour un intervalle de temps de 1 heure. $L_{Ar,\ 1h}$. À des fins de vulgarisation, le terme « moyenne horaire pondérée » sera employé dans le texte, placé entre guillemets parce qu'il ne s'agit pas d'une moyenne courante. Cette « moyenne horaire pondérée » est égale à la « moyenne horaire » L_{Aeq1h}, à laquelle on ajoute des termes correctifs lorsqu'ils sont applicables. Ces termes viennent corriger à la hausse le niveau de bruit réellement mesuré, afin de rendre compte davantage de la gêne perçue. Afin d'illustrer le tout, nous proposons l'exemple suivant :

Caractéristique du bruit mesuré	avec tonalité	sans tonalité
Niveau de bruit mesuré ; « moyenne horaire » L_{Aeq1h}	40 dBA	40 dBA
Terme correctif applicable	+ 5	0
« Moyenne horaire pondérée » $L_{Ar,\ 1h}$	45 dBA	40 dBA

En définitive, pour deux bruits ayant à l'origine la même intensité de 40 dBA, cette approche attribue un niveau plus élevé au bruit avec tonalité (45 dBA par rapport à 40 dBA), parce qu'il est jugé potentiellement plus dérangeant en raison de la présence de cette tonalité.

Bruit à caractère tonal (ou avec tonalité) : bruit caractérisé par une composante à fréquence unique ou des composantes à bandes étroites qui émergent de façon audible du bruit ambiant. Un bruit qui comporte une tonalité est plus facilement perceptible qu'un bruit qui en est dépourvu. À titre d'exemple, les sonneries de téléphone comportent des tonalités afin qu'elles puissent se distinguer des bruits ambiants. D'autres exemples de bruit avec tonalité : bourdonnement d'un transformateur électrique, sifflet d'un train.

Annexe B Conditions météorologiques

Avis

INTERRUPTION DE LA DISPONIBILITÉ DU SERVICE. Veuillez noter qu'il y aura une interruption de service sur la page Radar météo canadiens historique en raison d'une mise à jour opérationnelle le mercredi 22 novembre 2023 entre 9h00 et 14h00 HNE. Le site ne disposera pas d'images radar à jour pendant cette période. Nous vous remercions de votre patience. Si vous avez des questions ou des préoccupations, n'hésitez pas à communiquer avec nous.

Rapport de données horaires pour le 19 juillet 2023

Si vous avez sélectionné l'heure normale locale (HNL), ajoutez 1h pour convertir l'heure locale en heure avancée, s'il y a lieu.

LAC SAINT-PIERRE
QUÉBEC
Opérateur de station opérationnelle : ECCC - SMC

Latitude :	46°11'00,000" N
Longitude :	72°55'00,000" O
Altitude :	16,20 m
ID climatologique :	701LP0N
ID de l'OMM :	71198
ID de TC :	WBS

HEURE HNL	Temp. °C	Point de rosée °C	Hum. rel. %	Hauteur de précip. mm	Dir. du vent 10's deg	Vit. du vent km/h	Visibilité km	Pression à la station kPa	Hmdx	Refr. éolien	Météo
00:00	21,9	20,2	90		20	24			**30**		ND
01:00	22,5	16,6	69		24	21			**28**		ND
02:00	22,2	16,6	71		24	12			**27**		ND
03:00	21,0	17,1	78		26	14			**26**		ND
04:00	20,6	17,4	82		24	12			**26**		ND
05:00	20,0	16,5	80		28	16			**25**		ND
06:00	20,0	15,8	77		28	13					ND
07:00	20,3	15,7	75		26	11			**25**		ND
08:00	20,8	15,4	71		25	10			**25**		ND
09:00	21,6	14,6	64		23	13			**25**		ND
10:00	21,8	15,6	68		19	17			**26**		ND
11:00	22,8	13,6	56		21	22			**26**		ND
12:00	23,8	13,7	53		21	17			**27**		ND
13:00	24,2	13,6	51		23	18			**27**		ND
14:00	24,8	13,6	50		23	19			**28**		ND
15:00	25,0	14,9	54		24	15			**29**		ND
16:00	25,4	12,5	45		25	24			**28**		ND
17:00	23,9	14,6	56		30	22			**28**		ND
18:00	24,7	14,2	52		30	17			**28**		ND
19:00	24,5	14,7	55		28	12			**28**		ND
20:00	24,1	15,2	58		27	12			**28**		ND
21:00	23,0	16,1	65		26	14			**28**		ND
22:00	21,5	15,5	69		30	16			**26**		ND
23:00	20,7	15,7	73		30	15			**25**		ND

Légende

- E = Valeur estimée
- M = Données manquantes
- ND = Non disponible*
- [vide] = Indique une valeur non observée

Date de modification :
2023-11-07

Avis

INTERRUPTION DE LA DISPONIBILITÉ DU SERVICE. Veuillez noter qu'il y aura une interruption de service sur la page Radar météo canadiens historique en raison d'une mise à jour opérationnelle le mercredi 22 novembre 2023 entre 9h00 et 14h00 HNE. Le site ne disposera pas d'images radar à jour pendant cette période. Nous vous remercions de votre patience. Si vous avez des questions ou des préoccupations, n'hésitez pas à communiquer avec nous.

Rapport de données horaires pour le 20 juillet 2023

Si vous avez sélectionné l'heure normale locale (HNL), ajoutez 1h pour convertir l'heure locale en heure avancée, s'il y a lieu.

LAC SAINT-PIERRE
QUÉBEC
Opérateur de station opérationnelle : ECCC - SMC

Latitude :	46°11'00,000" N
Longitude :	72°55'00,000" O
Altitude :	16,20 m
ID climatologique :	701LP0N
ID de l'OMM :	71198
ID de TC :	WBS

HEURE HNL	Temp. °C	Point de rosée °C	Hum. rel. %	Hauteur de précip. mm	Dir. du vent 10's deg	Vit. du vent km/h	Visibilité km	Pression à la station kPa	Hmdx	Refr. éolien	Météo
00:00	20,3	15,1	72		33	8					ND
01:00	19,5	14,6	73		33	11					ND
02:00	18,9	14,7	76		35	15					ND
03:00	18,7	14,8	78		36	14					ND
04:00	18,2	14,1	77		3	14					ND
05:00	17,8	14,2	79		1	13					ND
06:00	18,0	14,3	79		2	10					ND
07:00	18,8	15,2	80		5	10					ND
08:00	19,6	16,0	80		4	9					ND
09:00	20,2	16,5	79		5	8			**25**		ND
10:00	21,0	15,8	72		6	3			**25**		ND
11:00	21,8	17,1	75		10	3			**27**		ND
12:00	22,5	17,2	72			0			**28**		ND
13:00	23,2	17,4	70		4	1			**29**		ND
14:00	25,8	17,4	60			0			**31**		ND
15:00	24,4	17,1	64		7	2			**30**		ND
16:00	24,9	16,8	61		8	3			**30**		ND
17:00	25,6	13,5	47		18	7			**29**		ND
18:00	25,2	17,0	60		13	3			**30**		ND
19:00	24,6	17,8	66		7	6			**30**		ND
20:00	24,6	18,2	68		8	13			**31**		ND
21:00	24,4	18,0	67		9	15			**30**		ND
22:00	24,2	17,8	67		9	18			**30**		ND
23:00	23,7	18,0	71		8	20			**30**		ND

Légende

- E = Valeur estimée
- M = Données manquantes
- ND = Non disponible*
- [vide] = Indique une valeur non observée

Date de modification :
2023-11-07

Avis

INTERRUPTION DE LA DISPONIBILITÉ DU SERVICE. Veuillez noter qu'il y aura une interruption de service sur la page Radar météo canadiens historique en raison d'une mise à jour opérationnelle le mercredi 22 novembre 2023 entre 9h00 et 14h00 HNE. Le site ne disposera pas d'images radar à jour pendant cette période. Nous vous remercions de votre patience. Si vous avez des questions ou des préoccupations, n'hésitez pas à communiquer avec nous.

Rapport de données horaires pour le 21 juillet 2023

Si vous avez sélectionné l'heure normale locale (HNL), ajoutez 1h pour convertir l'heure locale en heure avancée, s'il y a lieu.

LAC SAINT-PIERRE
QUÉBEC
Opérateur de station opérationnelle : ECCC - SMC

Latitude :	46°11'00,000" N
Longitude :	72°55'00,000" O
Altitude :	16,20 m
ID climatologique :	701LP0N
ID de l'OMM :	71198
ID de TC :	WBS

HEURE HNL	Temp. °C	Point de rosée °C	Hum. rel. %	Hauteur de précip. mm	Dir. du vent 10's deg	Vit. du vent km/h	Visibilité km	Pression à la station kPa	Hmdx	Refr. éolien	Météo
00:00	22,6	17,7	74		10	20			28		ND
01:00	21,6	17,1	75		10	19			27		ND
02:00	20,8	16,7	77		10	20			26		ND
03:00	20,4	16,6	79		9	22			25		ND
04:00	20,3	16,2	77		9	25			25		ND
05:00	20,4	16,4	78		6	12			25		ND
06:00	18,6	16,8	89		26	17					ND
07:00	18,2	17,4	95		12	1					ND
08:00	19,0	17,7	92		9	25					ND
09:00	19,2	17,8	92		9	24					ND
10:00	19,4	17,5	89		10	30					ND
11:00	21,4	18,4	83		14	26			28		ND
12:00	22,5	18,1	76		14	26			29		ND
13:00	23,3	18,1	72		14	19			29		ND
14:00	24,3	18,5	70		17	24			31		ND
15:00	21,6	18,2	81		29	20			28		ND
16:00	20,3	17,4	84		20	9			26		ND
17:00	21,3	17,8	80		19	11			27		ND
18:00	20,7	17,9	84		16	28			27		ND
19:00	20,3	18,4	89		15	25			27		ND
20:00	20,0	17,8	87		15	29			26		ND
21:00	19,9	17,7	87		16	27					ND
22:00	19,7	17,6	88		17	33					ND
23:00	19,8	17,9	89		18	31					ND

Légende

- E = Valeur estimée
- M = Données manquantes
- ND = Non disponible*
- [vide] = Indique une valeur non observée

Date de modification :
2023-11-07

Annexe C Niveau d’émission sonore des équipements

Tableau C-1 Niveau d'émission sonore des équipements de construction

Équipement	Pression sonore Lp à 15 m (en dBA)	Pourcentage d'utilisation
Bétonnière	79	40 %
Camion hors route	76	40 %
Chariot élévateur	75	20 %
Compresseur	78	40 %
Finisseuse	77	50 %
Grue	81	16 %
Pelle mécanique	81	40 %
Pompe à béton	81	20 %
Remorqueur	78	50 %
Rouleau compacteur	80	20 %
Vibrofonçeur	101	20 %

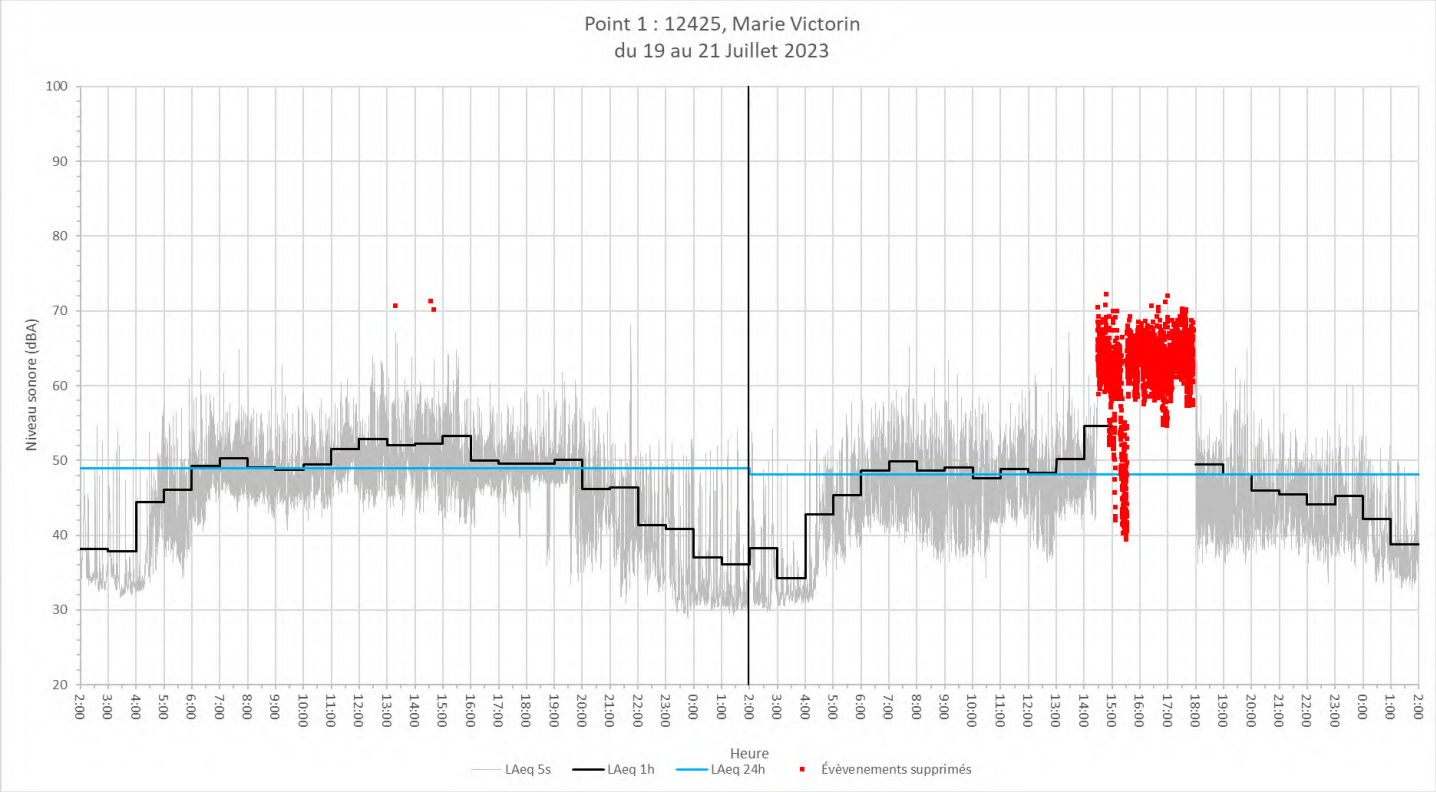
Tableau C-2 Niveau d'émission sonore des équipements liés à l'opération

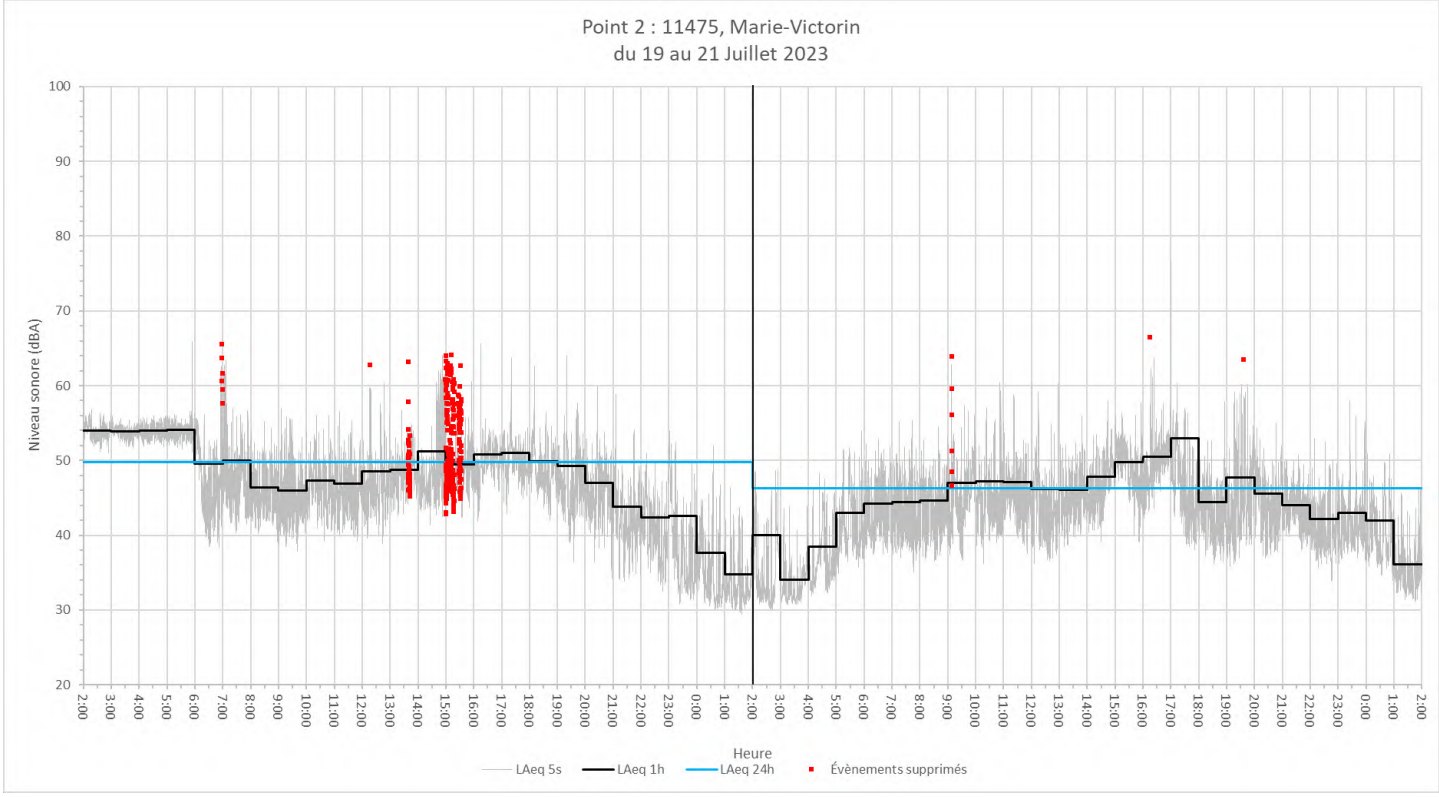
Équipement	Puissance sonore Lw (en dBA ou dBA/m[6])
Camion (à 10 km/h)	69,8 dBA/m
Camion (au ralenti)	98,1 dBA
Chargeuse sur roue	106,0 dBA
Alarme de recul	106,7 dBA
Convoyeur principal (roulement)	77,5 dBA/m
Convoyeur principal (moteur)	97,0 dBA
Convoyeur de transfert (roulement)	77,5 dBA/m
Convoyeur de transfert (moteur)	92,0 dBA
Convoyeur-stacker (roulement)	77,5 dBA/m
Convoyeur-stacker (moteur)	97,0 dBA
Déchargement dans trémie	97,6 dBA

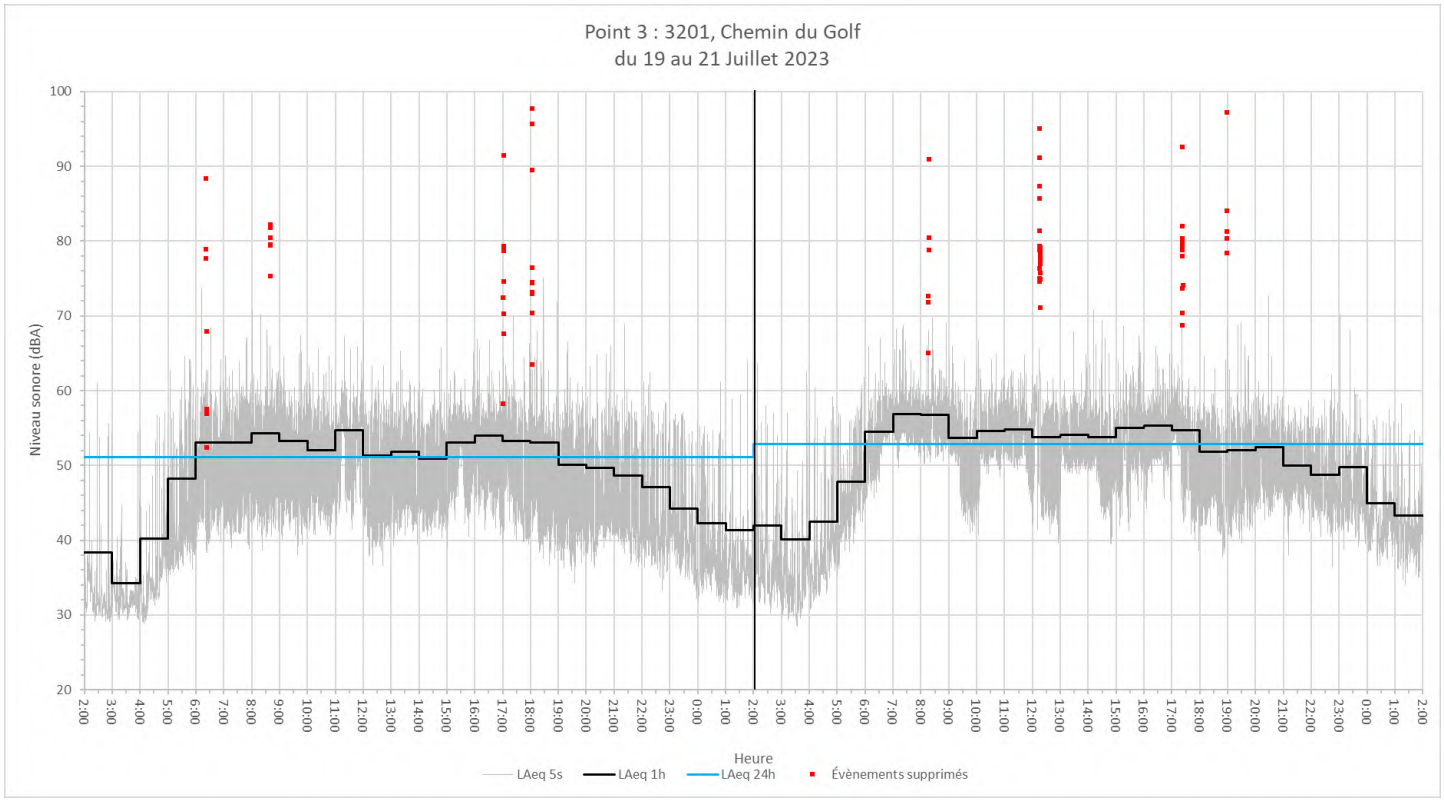
[6] L'unité sonore dBA/m (ou décibel par mètre) est utilisée pour qualifier les sources sonores linéaires. Ainsi, l'énergie sonore produite par cette source sonore s'accumule algorithmiquement selon la longueur de la source. Par exemple, un camion parcourant une distance de 300 m, produirait une puissance sonore totale de 69,8 + 10 x log (300) = 94,6 dBA.

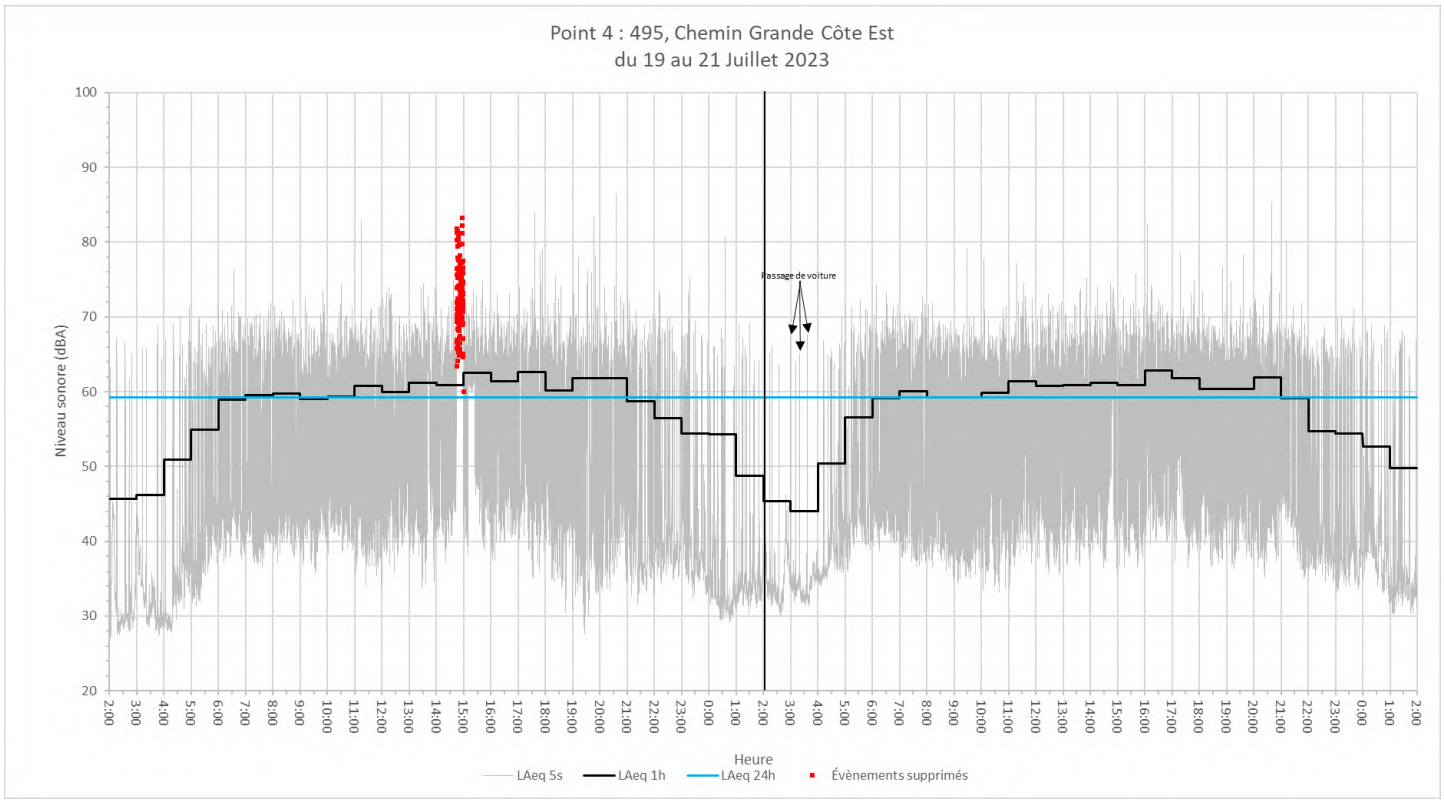
Dépoussiéreur	91,6 dBA
Remorqueur	116,6 dBA
Vraquier	110,6 dBA
Note : un convoyeur est composé de deux sources sonores dont l'énergie sonore s'accumule. D'une part le moteur, et d'autre part le roulement (ou le tapis du convoyeur) qui produit du bruit par son mouvement. Les deux sources sonores opèrent toujours ensemble. L'une ne peut opérer sans l'autre.	

Annexe D Résultat des relevés sonores


Point 1 : 12425, Marie Victorin
du 19 au 21 Juillet 2023
Niveau sonore (dBA)
Heure
LAeq 5s
LAeq 1h
LAeq 24h
Évènements supprimés


Point 2 : 11475, Marie-Victorin
du 19 au 21 Juillet 2023
Niveau sonore (dBA)
Heure
LAeq 5s
LAeq 1h
LAeq 24h
Évènements supprimés


Point 3 : 3201, Chemin du Golf
du 19 au 21 Juillet 2023
Niveau sonore (dBA)
Heure
LAeq 5s
LAeq 1h
LAeq 24h
Évènements supprimés


Point 4 : 495, Chemin Grande Côte Est
du 19 au 21 Juillet 2023
Passage de voiture
Niveau sonore (dBA)
Heure
LAeq 5s
LAeq 1h
LAeq 24h
Évènements supprimés

AtkinsRéalis

AtkinsRéalis
4700 rue de la Savane
Montréal, Québec
H4P 1T7

© AtkinsRéalis sauf indication contraire

11. Modélisation de la trajectoire des particules d'hydrocarbures en cas de défaillances. Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy – secteur Saint-Laurent

AtkinsRéalis

Modélisation de la trajectoire des particules d'hydrocarbures en cas de défaillances

QSL International Ltée

22 janvier 2025

N/Réf.: 695075-4E-L13-03

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy – Secteur Saint-Laurent

Avis

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

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

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

Page de signatures

Préparé par :

Flora Umuhire, PhD
Professionnelle en hydrologie

Sciences hydrologique et océanique
Services d'ingénierie - Canada

Révisé par :

Julie Tremblay, biol. B. Sc., ENV-SP
Directrice de projet

Évaluation environnementale et gestion de projet
Services d'ingénierie - Canada

Patrick Verhaar, Ph.D.
Chef d'équipe – Géomorphologue fluviale

Sciences hydrologique et océanique
Services d'ingénierie - Canada

Équipe de travail

AtkinsRéalis Canada inc.

Sara Dubosq	Configuration du modèle et Rédaction
Flora Umuhire	Modélisation et Rédaction
Jeremy Pajares	Cartographie
Julie Tremblay	Révision
Patrick Verhaar	Révision
Camille, adjointe administrative	Édition

Table des matières

1. Introduction 1

2. Modèles numériques 2

2.1 Modélisation hydraulique 2

2.2 Modélisation de la trajectoire des particules d'hydrocarbure 2

3. Définition des intrants 3

3.1 Conditions environnementales 3
3.1.1 Conditions hydrauliques – Débits amont 3
3.1.2 Conditions hydrauliques : Débits des tributaires du lac Saint-Pierre 4
3.1.3 Conditions de vent 4

3.2 Conditions de fonctionnement prévues 6
3.2.1 Localisation des accidents possibles 6
3.2.2 Type d'hydrocarbure 6

3.3 Choix des scénarios 8

4. Paramétrage du modèle 10

4.1 Déversements 10

4.2 Trajectoires 10

4.3 Propagation des particules dans le domaine 11

4.4 Fichiers de sortie 11

5. Résultats 12

5.1 Trajectoires probables 12
5.1.1 Analyse des trajectoires sans vents 12
5.1.2 Analyse des trajectoires avec des vents du sud 13
5.1.3 Analyse des trajectoires avec des vents du sud-ouest 13

5.2 Trajectoires possibles 14

5.3 Berges et littoraux sensibles dans les trajectoires possibles 17

6. Conclusion 18

6.1 Trajectoires 18

6.2 Trajectoires possibles 19

7. Références 20

Les tableaux

Tableau 3-1 Conditions hydrauliques considérées pour modéliser la dispersion d'hydrocarbure en cas d'accident. 4

Tableau 3-2 Conditions de vents considérées pour modéliser la dispersion d'hydrocarbure en cas d'accident. . 5

Tableau 3-3 Caractéristiques des hydrocarbures transitant par le quai Kildair 7

Tableau 3-4 Caractéristiques des hydrocarbures possibles dans le logiciel GNOME 7

Tableau 3-5 Synthèse des scénarios et des variables des déversements d'hydrocarbures dans la voie navigable (VN) modélisés avec le logiciel GNOME 8

Tableau 3-6 Synthèse des scénarios et des variables des déversements d'hydrocarbures au quai Kildair (QK) modélisés avec le logiciel GNOME 9

Tableau 5-1 Bilan (pourcentage -%) des scénarios après 24 heures (sans intervention) des particules (diesel) et le délai (heure -h) d'atteinte des lieux, en l'absence des vents (NA- Non appliqué), avec les vents du sud (S), avec les vents du Sud-Ouest (SO) pour les trajectoires probables 15

Tableau 5-2 Bilan (pourcentage -%) des scénarios après 24 heures (sans intervention) des particules (non-dégradable) et le délai (heure -h) d'atteinte des lieux, en l'absence des vents (NA- Non appliqué), avec les vents du sud (S), avec les vents du Sud-Ouest (SO) pour les trajectoires probables..... 16

Tableau 5-3 Étendue et sensibilité des zones littorales selon les trajectoires possibles de déversement. 17

Tableau 6-1 Zones affectées suivant le scénario, le type déversement et la direction des vents 19

Les annexes

Annexe A. Bilan (pourcentage -%) des scénarios après 24 heures (sans intervention) des particules (diesel) et le délai (heure -h) d'atteinte des lieux, en l'absence des vents (NA- Non-Appliqué), avec les vents du sud (S), avec les vents du Sud-Ouest (SO) pour les trajectoires possibles

Annexe B. Bilan (pourcentage -%) des scénarios après 24 heures (sans intervention) des particules (non-dégradable) et le délai (heure -h) d'atteinte des lieux, en l'absence des vents (NA- Non-Appliqué), avec les vents du sud (S), avec les vents du Sud-Ouest (SO) pour les trajectoires probables

Annexe C. Panaches d'hydrocarbures selon le scénario de déversement de carburant à la suite d'une collision avec un autre navire

Carte 01 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario A de déversement de 13 800 m^3 de carburant diesel à la suite d'une collision avec un autre navire au quai Kildair

Carte 02 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario B de déversement de 13 800 m^3 de carburant diesel à la suite d'une collision avec un autre navire au quai Kildair

Carte 03 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario C de déversement de 13 800 m^3 de carburant diesel à la suite d'une collision avec un autre navire au quai Kildair

Carte 04 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario D de déversement de 13 800 m^3 de carburant diesel à la suite d'une collision avec un autre navire au quai Kildair

Carte 05 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario A de déversement de 4 600 m^3 de carburant diesel à la suite d'une collision dans la voie navigable

Carte 06 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario B de déversement de 4 600 m^3 de carburant diesel à la suite d'une collision dans la voie navigable

Carte 07 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario C de déversement de 4 600 m^3 de carburant diesel à la suite d'une collision dans la voie navigable

Carte 08 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario D de déversement de 4 600 m^3 de carburant diesel à la suite d'une collision dans la voie navigable

Carte 09 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario A de déversement de 13 800 m^3 de carburant non-dégradable à la suite d'une collision avec un autre navire au quai Kildair

Carte 10 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario B de déversement de 13 800 m^3 de carburant non-dégradable à la suite d'une collision avec un autre navire au quai Kildair

Carte 11 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario C de déversement de 13 800 m^3 de carburant non-dégradable à la suite d'une collision avec un autre navire au quai Kildair

Carte 12 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario D de déversement de 13 800 m^3 de carburant non-dégradable à la suite d'une collision avec un autre navire au quai Kildair

Carte 13 Étendue de la couverture détaillée du modèle ECCC

1. Introduction

QSL doit évaluer les risques liés à l'installation d'un nouveau quai dans le secteur Saint-Laurent de la zone industrialo-portuaire de Sorel-Tracy. Le déversement accidentel d'hydrocarbures dans le fleuve Saint-Laurent figure parmi ces risques. Le présent document vise à présenter des scénarios de déversement dans des conditions environnementales représentatives de cette zone ainsi que dans les conditions de fonctionnement prévues du quai. Le but est de représenter la propagation des particules d'hydrocarbure durant les saisons en condition d'eau libre (printemps, été, automne) où les impacts sur la faune et la flore seraient majeurs.

La modélisation des déversements en présence de glace n'est pas prise en compte dans cette étude. La voie navigable n'est pas opérationnelle pendant la période de glace et est ouverte uniquement lorsque la voie maritime est dégagée. Le quai de QSL en serait donc opéré que dans la saison libre de glaces. L'inclusion des conditions de glace dans la modélisation des trajectoires des hydrocarbures serait ainsi moins pertinente pour cette étude. Cette étude permet ainsi d'évaluer les scénarios les plus susceptibles de se produire dans des conditions réalistes.

2. Modèles numériques

2.1 Modélisation hydraulique

Le modèle hydrodynamique développé par Environnement Canada[1] a été utilisé pour déterminer les niveaux d'eau et les courants dans la zone d'étude pour différentes conditions de débits du fleuve Saint-Laurent, des tributaires du lac Saint-Pierre et des niveaux d'eau à Trois-Rivières. Les débits des tributaires (Rivières Richelieu, Yamaska, Saint-François, Nicolet, Maskinongé et Du Loup) ont été définis, puisqu'ils influencent l'hydraulique du fleuve Saint-Laurent en amont du lac Saint-Pierre au-delà du quai de QSL, influençant ainsi la trajectoire des particules.

2.2 Modélisation de la trajectoire des particules d'hydrocarbure

Afin de générer la dispersion d'un panache d'hydrocarbures, le modèle de trajectoire GNOME (General NOAA Operational Modeling Environment) a été utilisé. Il s'agit d'un outil de simulation numérique utilisé par l'Office of Response and Restoration's (OR&R) Emergency Response Division pour prédire la trajectoire possible qu'un polluant peut suivre sur un plan d'eau en fonction des courants et des vents. Le domaine dans lequel les trajectoires des particules sont calculées s'étend de l'amont du futur quai (environ 2 km plus en amont) jusqu'au pont Laviolette à Trois-Rivières en aval.

Mis à part la définition des paramètres relatifs aux contaminants à simuler, le modèle de dispersion requiert les intrants suivants :

- La ligne de côte (contour des rives et des îles) à différentes élévations du niveau d'eau, qui diffère selon le débit simulé. Cette information est tirée du modèle numérique de terrain (bathymétrie et topographie) utilisé par le modèle hydrodynamique et le niveau d'eau modélisé dans le domaine;
- Les champs de vitesses modélisés dans le modèle hydrodynamique pour les conditions de débit choisies;
- La vitesse et la direction du vent. Cette information provient de l'analyse des données météorologiques dans la région (section 3.1.3).

[1] Système de simulation Hydrodynamique Opérationnelle, SHOP version 3.0.0. (Carte 13), Environnement et Changement Climatique Canada, communication personnelle (Rémi Gosselin, Services Hydrologiques Nationaux), 2023

3. Définition des intrants

3.1 Conditions environnementales

3.1.1 Conditions hydrauliques – Débits amont

Morin et Bouchard (2001) ont déterminé un certain nombre de scénarios de débits représentatifs du fleuve Saint-Laurent pour décrire la variabilité saisonnière du régime d'écoulement entre 1960 et 1998. Les valeurs de débit ont été obtenues à partir du calcul des récurrences saisonnières (période de 1960 à 1998). Durant cette période, le débit à Sorel, obtenu en combinant les apports aux rapides de Lachine, aux tributaires non-jaugés de la rive sud de Montréal, et à ceux des rivières des Mille-Îles, des Prairies et de la rivière L'Assomption, a varié entre 6 000 m³/s et 19 400 m³/s (Morin et Bouchard, 2001, SNC-Lavalin, 2017, SNC-Lavalin, 2019).

Dans leur rapport, Morin et Bouchard ont défini deux périodes :

- la période printanière s'étend du 15 mars au 1er juin;
- la période estivale s'étend du 7 août au 15 septembre.

En revanche, la période automnale n'a pas été considérée par les auteurs. Suivant la même méthodologie, la période automnale a été choisie comme étant celle où le lit du fleuve est libre de végétation (moins de frottement hydraulique), mais avec des débits moins importants qu'au printemps. Cette période est donc :

- la période automnale du 1er novembre au 30 novembre.

Durant ces 3 périodes, les débits étaient répartis comme suit :

- En conditions printanières, le débit (39 % des cas) est compris dans la fourchette entre 10 750 m³/s et 13 250m³/s, pour un débit représentatif de 12 000 m³/s. Le débit maximum de 20 500 m³/s, utilisé dans les simulations hydrauliques n'a pas été utilisé, car sa récurrence de 1 : 7000 ans est jugée trop extrême;
- En conditions estivales, le débit (62 % des cas) est compris dans la fourchette de 8 750 m³/s et 10 750 m³/s, pour un débit représentatif de 9 500 m³/s. Le débit minimal de 6 650 m³/s a été utilisé pour représenter une condition extrême estivale. Selon Morin et Bouchard (2001), ce débit a une récurrence de 1 : 70 ans;
- En conditions automnales, le débit (48 % des cas) est compris dans la fourchette de 8 750 m³/s et 10 750 m³/s, pour un débit représentatif de 9 500 m³/s.

Quatre conditions de débits représentatifs sont choisies pour simuler un déversement d'hydrocarbures à différentes saisons, à savoir :

- la crue printanière (1);
- les conditions d'étiage estival (sévère et moyen) (2);
- et la crue automnale (1).

3.1.2 Conditions hydrauliques : Débits des tributaires du lac Saint-Pierre

Les conditions de crue ($Q_{2\ ans}$) et d'étiage ($Q_{2;7}$) des tributaires (Rivières Richelieu, Yamaska, Saint-François, Nicolet, Maskinongé et Du Loup) dans le lac Saint-Pierre ont été considérées et combinées avec les conditions hydrauliques du fleuve Saint-Laurent (Tableau 3-1). Ces combinaisons permettent de représenter l'hydraulique probable pour chaque saison et non les conditions extrêmes (moins probable).

Tableau 3-1 Conditions hydrauliques considérées pour modéliser la dispersion d'hydrocarbure en cas d'accident.

	Type d'évènement	
Saison	**Amont**	**Tributaires**
Printemps	Crue Moyenne (12 000 m³/s)	Crue ($Q_{2\ ans}$)
Été (sévère)	Débit d'étiage (6 650 m³/s)	Étiage ($Q_{2;7}$)
Été (moyen)	Débit moyen (9 500 m³/s)	Étiage ($Q_{2;7}$)
Automne	Débit moyen (9 500 m³/s)	Crue ($Q_{2\ ans}$)

3.1.3 Conditions de vent

Les conditions de vents pour les scénarios sont déterminées à partir des vents entre 1995 et 2022 à la station du Lac Saint-Pierre (nº 10975). Or ces données ne sont pas ininterrompues durant les 28 années d'enregistrement (environ 21 % de données manquantes). Comme les données de vent à la station de l'Assomption (nº 5237) sont similaires en direction, mais avec approximativement une magnitude deux fois plus faible, une régression linéaire entre les deux stations a été utilisée afin de compléter la série temporelle de vent au lac Saint-Pierre et ainsi compléter la série temporelle à plus de 99 %.

Parce que les hydrocarbures (majoritairement plus léger que l'eau) restent à la surface de l'eau, leurs trajectoires dépendent donc aussi beaucoup de la force et de la direction des vents. Si l'on souhaite modéliser les scénarios de déversement les plus dommageables (notamment dans les îles de Sorel (Cartes 1-4) et vers le lac Saint-Pierre), les vents du sud, soufflants vers les îles de Sorel, favoriseront l'entrée des particules dans l'archipel et les vents du sud-ouest, soufflant dans le même sens que le courant du Saint-Laurent, contribueront à l'étalement rapide du panache d'hydrocarbure en aval du déversement. Au contraire, des vents provenant du nord auront tendance à rabattre les hydrocarbures sur la rive sud du Saint-Laurent, et des vents en provenance du nord-est ralentiront la propagation du panache.

Durant la période considérée, les roses des vents montrent que les vents dans la zone de Sorel soufflent principalement dans la direction SO-NE tout au long de l'année (Figure 3-1). Comme souligné précédemment, les vents provenant du secteur SO (180º à 270º), favoriseront la propagation du panache d'hydrocarbure dans les îles de Sorel et dans le lac Saint-Pierre.

Ainsi pour modéliser l'évolution du panache d'hydrocarbure, le 90ème percentile des vents saisonniers de ce secteur a été utilisé durant une période de 24 heures. Cette configuration de vent est improbable, mais elle schématise une tempête de 24h dont la moyenne des vents serait égale au 90ème percentile des vents de la saison considérée. Ainsi, les scénarios modélisés considèrent des vents qui se situent dans la fourchette haute des vitesses de vent possibles, garantissant ainsi que le modèle est représentatif des conditions de vent sévères. Les valeurs de vents utilisées dans les scénarios modélisés sont présentées dans le tableau 3-2.

Tableau 3-2 Conditions de vents considérées pour modéliser la dispersion d'hydrocarbure en cas d'accident.

Saison	Vent 90e percentile de la vitesse en provenance du secteur 180º -270º	
Printemps	Avril-Juin	9,88 m/s
Été	Juillet-Septembre	8,78 m/s
Automne	Octobre-Décembre	10,61 m/s

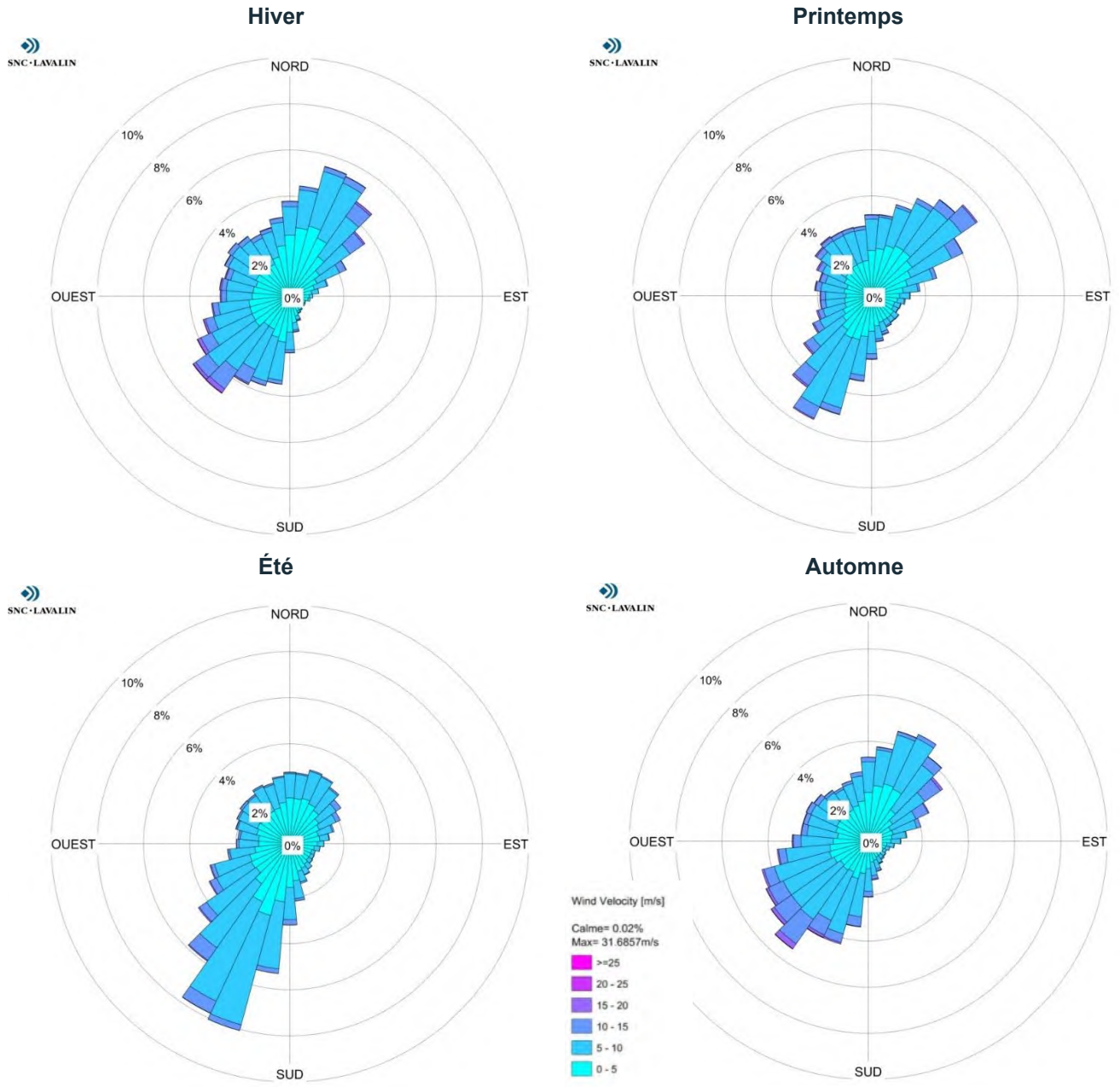


Figure 3-1 Répartition des vents saisonniers au Lac Saint-Pierre [1995-2022], la station du Lac Saint-Pierre (nº 10975)

3.2 Conditions de fonctionnement prévues

3.2.1 Localisation des accidents possibles

Les risques suivants, découlant des opérations du projet, sont à considérer :

- Un navire à destination ou au départ du quai de QSL pourrait subir une avarie (défaillance, collision) dans la voie navigable qui provoquerait le déversement du réservoir de diesel servant à ses moteurs. Dans le cas d'une collision, le déversement pourrait être causé soit par le navire en mouvement, soit par les deux navires impliqués si leurs réservoirs de carburant subissaient des brèches. La source du déversement serait dynamique puisque le navire serait en déplacement. La position de l'avarie choisie pour la modélisation est située dans la voie navigable avant que les opérations d'accostage n'aient commencé (Figure 3-2). Ce point a été sélectionné stratégiquement dans la voie maritime pour simuler un scénario plus critique et extrême où l'hydrocarbure, une fois déversé, pourrait être entraîné par le courant, permettant ainsi d'évaluer la portée maximale de dispersion des particules;
- À la lecture de l'étude du centre de simulation et d'expertise maritime sur les simulations de manœuvres des navires avec l'ajout du quai de QSL (CESM, 2023), le cas d'une collision avec un navire au quai de Kildair est considéré, car ces derniers transportent des produits pétroliers (Figure 3-2).



Figure 3-2 Localisation des sources de déversements pour la modélisation du panache d'hydrocarbure.

3.2.2 Type d'hydrocarbure

Dans le cas d'un déversement dans la voie navigable, le type d'hydrocarbure relâché dans le fleuve serait du diesel marin utilisé par les moteurs des navires.

Dans le cas d'un accident au quai Kildair, plusieurs types hydrocarbures pourraient être déversés. À la suite d'une demande de précisions, le directeur du terminal de Kildair Services a transmis des informations sur les hydrocarbures transportés au quai de Kildair (Tableau 3-3). Comme mentionné dans la suite du rapport (section 4.2), GNOME ne modélise pas les particules d'hydrocarbure qui coulent; celles-ci restent dans une couche à la surface. Ainsi, parmi le choix d'hydrocarbure possible dans le logiciel, la densité est toujours inférieure ou égale à la densité de l'eau (=1). Parmi les produits transportés, deux types d'hydrocarbures sont modélisés pour le cas d'un déversement au Quai Kildair :

- Le diesel marin est le plus léger et donc celui qui potentiellement se propagera le plus loin et le plus rapidement dans le fleuve si le vent est favorable.
- L'hydrocarbure non dégradable, qui permet de représenter le type le plus lourd modélisable (donc moins dépendant du vent). Sans évaporation, toutes les trajectoires sur 24h des particules d'hydrocarbure sont modélisées.

Tableau 3-3 Caractéristiques des hydrocarbures transitant par le quai Kildair

Nom	Densité	Volume des cuves	
		Million de L	m³
Mazout lourd 6C	Entre 0,94 et 1,1	55,65	55 650
Diesel marin	Entre 0,80 et 0,89	35	35 000
Bitume	> 1	30	30 000

Le tableau 3-4 présente les types de carburants disponibles dans le modèle numérique GNOME utilisé dans cette étude.

Tableau 3-4 Caractéristiques des hydrocarbures possibles dans le logiciel GNOME

Nom	Densité [g/cm^3]
Gasoline (à 15º C)	0,75
Kerosene / Jet Fuels (à 15º C)	0,81
Diesel (à 15º C)	**0,87**
Fuel oil #~4 (à 15º C)	0,90
Medium crude (température non-précisée)	0,90
Fuel oil (température non-précisée)	0,99
Hydrocarbure non dégradable (Non-weathering)	**1,0**

*En gras : les hydrocarbures dont le déversement a été modélisé

3.2.3 Type de fuite (durée, débit de déversement, volume)

Dans le cas d'une avarie dans la voie navigable, une fuite de 2 heures à un débit de 2 300 m³/h est considérée. Il s'agit ici d'un choix arbitraire, mais défini pour simuler un déversement rapide.

Les cuves des navires accostant au quai Kildair ont une capacité comprise entre 30 000 m³ et 55 650 m³ (Tableau 3-3) en passant par 35 000 m³ pour le diesel marin. Dans une étude précédente réalisée dans le cadre de l'étude d'impact du terminal portuaire de Contrecœur, un déversement rapide de 2 300 m³/h avait été utilisé

pour simuler, avec GNOME, le cas d'un déversement majeur. À ce débit, il faudrait environ 15 heures pour vider complètement une cuve de diesel endommagée. Le temps d'intervention des services d'urgence avait été estimé entre 4 et 6 heures (SNC-Lavalin, 2017, SNC-Lavalin, 2019). Les services d'urgence étant basés à Verchères, le quai de QSL se trouve à seulement 20 km de plus que le quai de Contrecœur; ainsi il est raisonnable de considérer que le temps moyen d'intervention sera similaire. Afin d'être conservateur, le scénario choisi est donc une fuite pour laquelle 6 heures s'écoulent avant d'être colmatée ou contenue, ce qui correspond à 40 % du volume de la cuve qui serait déversée dans le fleuve.

3.3 Choix des scénarios

En somme, 4 scénarios seront modélisés pour évaluer la propagation du diesel marin en cas de déversement dans la voie navigable (Tableau 3-5) et 8 scénarios seront modélisés pour évaluer la propagation de diesel marin ou de l'hydrocarbure non dégradable en cas de déversement au quai Kildair (Tableau 3-6).

Tableau 3-5 Synthèse des scénarios et des variables des déversements d'hydrocarbures dans la voie navigable (VN) modélisés avec le logiciel GNOME

Scenario	A_{VN}	B_{VN}	C_{VN}	D_{VN}
Localisation*	Voie Navigable (46,003467°; -73,175283°)			
Débit fuite [m³/h]	2300			
Durée de la fuite [h]	2			
Type hydrocarbure	Diesel Marin			
Saison	Printemps	Été	Été	Automne
Débit Amont [m³/s]	Crue Moyenne (12 000)	Débit d'étiage (6 650)	Débit moyen (9 500)	Débit moyen (9 500)
Débit Tributaires	Crue Moyenne ($Q_{2\ ans}$)	Débit d'étiage ($Q_{2;7}$)	Débit d'étiage ($Q_{2;7}$)	Crue Moyenne ($Q_{2\ ans}$)
Vent [m/s] (Secteur 180-270º)	9,88	8,78	8,78	10,61

Tableau 3-6 Synthèse des scénarios et des variables des déversements d'hydrocarbures au quai Kildair (QK) modélisés avec le logiciel GNOME

Scenario	A_{QK}	B_{QK}	C_{QK}	D_{QK}	A_{QK}	B_{QK}	C_{QK}	D_{QK}
Localisation*	Quai Kildair (45,998233° ; -73,173517°)							
Débit fuite [m³/h]	2300							
Durée de la fuite [h]	6							
Type hydrocarbure	Diesel Marin				Hydrocarbure non dégradable			
Saison	Printemps	Été	Été	Automne	Printemps	Été	Été	Automne
Débit Amont [m³/s]	Crue Moyenne (12 000)	Débit d'étiage (6 650)	Débit moyen (9 500)	Débit moyen (9 500)	Crue Moyenne (12 000)	Débit d'étiage (6 650)	Débit moyen (9 500)	Débit moyen (9 500)
Débit Tributaires	Crue Moyenne ($Q_{2\ ans}$)	Débit d'étiage ($Q_{2;7}$)	Débit d'étiage ($Q_{2;7}$)	Crue Moyenne ($Q_{2\ ans}$)	Crue Moyenne ($Q_{2\ ans}$)	Débit d'étiage ($Q_{2;7}$)	Débit d'étiage ($Q_{2;7}$)	Crue Moyenne ($Q_{2\ ans}$)
Vent [m/s] (Secteur 180-270º)	9,88	8,78	8,78	10,61	9,88	8,78	8,78	10,61

4. Paramétrage du modèle

4.1 Déversements

La modélisation des déversements dans GNOME s'effectue en calculant la trajectoire de masses ponctuelles appelées "LE" (éléments lagrangiens) représentant les particules d'hydrocarbure. La modélisation du déversement peut être configurée initialement comme des libérations ponctuelles ou continues de ces LE. À chaque pas de temps, un bilan de masse est disponible, indiquant la quantité des particules du polluant dans l'eau, échouées, évaporées ou sorties du domaine qui s'étend jusqu'au pont Laviolette. Pour chaque LE, on peut ainsi suivre au cours du temps les paramètres tels que la localisation, le moment de libération, l'âge, le type de polluant, et son statut (flottant dans l'eau, échoué, évaporé, hors domaine). Suivant le type d'hydrocarbure, la proportion évaporée au cours du temps sera différente. Il est cependant possible de ne pas modéliser les dégradations chimiques des hydrocarbures et ainsi empêcher l'évaporation des particules durant le déplacement des LE. Cette option permet de représenter des hydrocarbures dont la dégradation est beaucoup plus faible.

Il est possible de choisir le nombre de LE dans une simulation ; cependant, il est recommandé d'utiliser au moins 1 000 LE pour garantir la qualité des statistiques. Le paramétrage initial pour la simulation de déversement de diesel a été établi en respectant la règle de trois. Pour une quantité de 4600 barils (environ 731 400 litres) de diesel déversé dans la voie navigable sur 2 heures et une quantité de 13 800 barils (environ 2 M de litres) déversée au quai sur 6 heures, une échelle proportionnelle a été appliquée en raison de la limite maximale de 10 000 LE imposée par GNOME. Un baril équivaut à environ 159 litres.

Ainsi, la limite maximale de 10 000 LE est utilisée pour le déversement au quai Kildair (maximal) et 3 333 LE ont été utilisées pour les simulations dans la voie navigable.

4.2 Trajectoires

La trajectoire des particules dans GNOME est fonction des courants et des vents. En fonction des caractéristiques de l'hydrocarbure, l'influence relative des courants et des vents sera différente. En effet, pour des particules moins lourdes, donc plus en surface de l'eau, le vent aura une plus grande influence sur la trajectoire des LE, alors que lorsque que la densité des particules est plus grande, ces dernières sont plus « enfoncées » dans l'eau et ainsi dépendent moins du vent. Cependant, GNOME est limité à un déplacement des particules en deux dimensions et ainsi ne peut modéliser les particules d'hydrocarbure qui coulent sur le lit du fleuve.

Le modèle GNOME génère ensuite deux types de trajectoires pour un scénario de déversement :

- Une trajectoire **probable** dite de « meilleure estimation », représentant le résultat du modèle en supposant que :
  - (1) les vents soufflent régulièrement à la vitesse et de la direction qui ont été saisies comme intrants, et que
  - (2) les données de courant saisies sont représentatives des conditions durant le déversement. Dans ses calculs, GNOME tient compte de la turbulence qui est inhérente à des processus naturels, comme les vents et les courants, mais ne considère pas les erreurs dans les prévisions de vent ou de courant;
- Une trajectoire **possible** (dispersion plus aléatoire). GNOME ajoute un facteur d'incertitude dans les paramètres du vent et des courants. De manière très générale et en considérant un certain degré « typique » d'incertitude dans les intrants qui ont été saisis, la probabilité que les hydrocarbures déversés restent dans les limites de la zone couverte par le panache ainsi généré est de l'ordre de 90 %. L'intérêt de considérer les résultats « possibles » permet d'identifier des conditions moins probables que la simulation de la trajectoire

probable, mais est potentiellement plus dommageable ou plus coûteux compte tenu de la dispersion spatiale engendrée.

4.3 Propagation des particules dans le domaine

À partir des conditions hydrauliques déterminées précédemment, les patrons de courants 2D ont été modélisés par Environnement Canada. Ces courants ont par la suite été interpolés dans le domaine de calcul dans le logiciel GNOME. Comme souligné précédemment, ce domaine s'étend de l'amont du futur quai (environ 2 km plus en amont) jusqu'au pont Laviolette à Trois-Rivières en aval. La discrétisation du maillage dans ce domaine est de 20 m x 25 m permet de représenter l'écoulement dans l'ensemble du domaine. Les chenaux présents dans la modélisation de ECCC sont aussi représentés dans GNOME. Par exemple, les deux chenaux qui entourent l'île aux Castors sont inclus dans le modèle numérique. Car ils sont suffisamment larges (généralement plus de 100m en étiage) pour qu'il y ait plusieurs mailles du domaine de calcul dans GNOME. Cependant comme les courants dans les chenaux y sont bien plus faibles que dans la veine principale du fleuve, la trajectoire des LE sont principalement dépendante des vents. En l'absence de vent dans l'archipel, les particules parcourront les chenaux jusqu'au lac Saint-Pierre. En présence de vent, les particules s'échoueront rapidement sur les rives des îles, car les courants dans les chenaux ne seront pas assez forts pour les maintenir dans le courant.

En revanche, lorsque la largeur de ces chenaux est inférieure aux dimensions du maillage, il est probable que le courant associé à cette maille (bien que probablement très faible dans ECCC) soit nul dans GNOME. C'est-à-dire que le modèle numérique considère qu'il y a de l'eau et que des particules pourraient s'y propager uniquement si les vents les y poussent.

4.4 Fichiers de sortie

Le modèle GNOME génère des fichiers NetCDF en sortie, qui fournissent des informations statistiques sur la dispersion pour une analyse des résultats plus approfondie. Ces fichiers illustrent la structure des données, incluant des dimensions telles que le temps, les données, et des variables telles que la longitude, la latitude, la masse, l'âge, le statut et l'identifiant d'un LE. L'identifiant d'un LE est un identifiant unique attribué à chaque LE simulée dans le modèle GNOME. Cet identifiant permet de différencier et de suivre individuellement chaque LE tout au long de la simulation, en associant des informations des variables telles que la position, l'âge, le statut à chaque LE dans les résultats du modèle. Le statut des différentes LE (« dans l'eau », « échouée », « hors domaine », et « évaporée ») a offert la possibilité d'évaluer le sort des LE, facilitant ainsi la compréhension des résultats et leur illustration à travers des tableaux et des cartes. Le terme « hors domaine » désigne la situation où un LE simulé sort du domaine de simulation défini dans le modèle. Ce domaine couvre les trajectoires des LE depuis l'amont du futur quai (environ 2 km plus en amont) jusqu'au pont Laviolette à Trois-Rivières en aval. Lorsqu'un LE dépasse ces limites, il n'est plus suivi ou pris en compte par le modèle.

5. Résultats

Le modèle GNOME a été exécuté afin de représenter la trajectoire des particules sur une période de 24h sans intervention, pour simuler le comportement naturel du déversement dans des conditions non-atténuées, permettant de comprendre l'impact environnemental le plus critique. Toutefois, des périodes de 2h et 6h ont également été prises en compte dans les simulations, et leurs résultats ont été extraits pour illustrer sur les cartes l'étendue de la dispersion des particules à ces moments spécifiques qui correspondent à ce que pourrait ressembler un temps d'intervention par les services d'urgence. Les scénarios comprennent différents déversements du polluant, avec des variations de courant et de direction des vents qui représentent chaque saison : printemps, été, automne.

Les résultats des simulations ont été compilés dans des tableaux de synthèse (Tableau 5.1 et 5.2, Annexe A et B) et présentés sur des cartes (Annexe C). Le tableau synthèse présente le comportement des particules après 24h suivant le déversement. Les colonnes 5 à 8 du tableau présentent les pourcentages de particules [%] se trouvant dans l'eau, sur terre, hors domaine ou évaporées. Les colonnes 9 à 15 (Heures depuis le début du déversement [h]) indiquent le temps écoulé depuis le déversement, avec le dépôt possible de particules sur les berges des différentes îles où il pourrait se produire.

Les cartes 1 à 4 illustrent le panache formé par un déversement du diesel, des scénarios (Section 3.3) au quai Kildair : carte 1 (A_{QK}), carte 2 (B_{QK}), carte 3 (C_{QK}) et carte 4 (D_{QK}). Les cartes 5 à 8 présentent le panache formé par un déversement du diesel, des scénarios dans la voie navigable : carte 5 (A_{VN}), carte 6 (B_{VN}), carte 7 (C_{VN}) et carte 8 (D_{VN}). Les cartes 9 à 12 montrent le panache formé par un déversement d'hydrocarbure non-dégradable, des scénarios au quai Kildair : carte 9 (A_{QK}), carte 10 (B_{QK}), carte 11 (C_{QK}) et carte 12 (D_{QK}). Sur chaque carte, les panaches de 2h, 6h et 24h depuis le début du déversement, en nuances de bleu, indiquent les trajectoires probables sous l'influence du vent du Sud, tandis que les nuances orange-jaune représentent les trajectoires probables sous l'influence du vent du sud-ouest. Les trajectoires en l'absence de vent sont représentées par une ligne continue rouge. Les trajectoires possibles sont indiquées par un panache blanc cassé pour 24h, un contour en ligne discontinue rose pour celles de 2h, et un contour en ligne continue rose pour celles de 6h.

À la fin, le tableau bilan (Tableau 5.3) présente les berges sensibles qui pourraient être touchées (Sensibilité des berges [m]) et littoraux (Milieux humides [ha]). À titre indicatif, les données figurant dans ce tableau ont été obtenues grâce à la superposition des informations, réalisée avec le logiciel ArcGIS, relatives aux zones sensibles avec les panaches *d*es trajectoires possibles. Le découpage des surfaces touchées a été réalisé afin d'identifier les zones potentiellement affectées.

5.1 Trajectoires probables

Les tendances significatives qui émergent des résultats des trajectoires probables dans les modélisations sont présentées dans cette section, sur les cartes 1 à 12 (Annexe C), ainsi que dans le tableau 5-1 pour le diesel et dans le tableau 5-2 pour l'hydrocarbure non-dégradable. Les tableaux 5-1 et 5-2 présentent un bilan des scénarios après 24h et indiquent également le délai nécessaire aux particules pour atteindre une zone donnée.

5.1.1 Analyse des trajectoires sans vents

5.1.1.1 Diesel

En général, les trajectoires probables révèlent que 65-68 % des particules restent dans l'eau 24 heures après le déversement, tandis que 32-38 % s'évaporent. Les délais pour que les particules atteignent le lac Saint-Pierre se

situent entre 10h (scénarios A_{QK}, C_{QK} et D_{QK}) et 13 h (scénario B_{QK}). Lors d'un déversement dans la voie navigable, le scénario A_{VN} entraînerait les particules d'hydrocarbure vers l'île Plate, proche du lac Saint-Pierre, via le chenal central. Dans les scénarios C_{VN} et D_{VN}, des particules s'échoueraient sur l'île de Grâce dans un délai de 6 heures.

5.1.1.2 Hydrocarbure non-dégradable

En l'absence de vent, les résultats montrent que dans tous les scénarios simulés au quai, 100 % de l'hydrocarbure non-dégradable reste dans l'eau, sans aucune évaporation ni aucune particule échouée sur les rives. Les scénarios survenus au quai affecteraient exclusivement la rive droite du fleuve pendant la première heure, et entraîneraient les particules d'hydrocarbure dans le lac Saint-Pierre via le chenal maritime dans un délai de 7h. Dans la modélisation, les particules atteignent le lac Saint-Pierre dans un délai variant entre 7h (A_{QK}) et 13h (B_{QK}).

5.1.2 Analyse des trajectoires avec des vents du sud

5.1.2.1 Diesel

Les vents du sud favorisent le développement d'un panache vers l'archipel des îles de Sorel en rive gauche du fleuve, en particulier vers les îles Dupas et Saint-Ignace. Elles seraient impactées dans les 2 à 3 premières heures d'un déversement, indépendamment du scénario ou de la saison. Considérant la faible étendue du panache et la forte concentration de particules échouées vers un endroit plus restreint, ceci pourrait faciliter les mesures d'interventions. Cependant, comme souligné dans la section 4.3, il faut considérer que le panache pourrait s'étendre plus loin au travers de l'archipel, ce qui compliquerait les mesures d'intervention compte tenu du faible délai avant que le panache n'atteigne cette zone.

5.1.2.2 Hydrocarbure non-dégradable

Après 24 heures, pour les scénarios survenus au quai, une proportion importante de l'hydrocarbure, atteignant jusqu'à 90 %, se retrouve échoué sur les rives, sous l'influence des vents du sud. Aucune évaporation significative n'est observée. Comme pour le diesel, les îles Dupas et Saint-Ignace sont touchées rapidement, dans un délai variant entre 2h et 3h, selon le scénario. Toutefois, le panache pourrait également pénétrer plus loin dans l'archipel, rendant les interventions plus complexes.

5.1.3 Analyse des trajectoires avec des vents du sud-ouest

5.1.3.1 Diesel

En considérant les trajectoires probables, peu importe la saison, les déversements au quai n'affecteront que le quai et la rive droite juste en aval du quai Kildair. Aucune particule ne sera transportée par le courant vers les îles ou le lac Saint-Pierre. Le pourcentage de particules dans l'eau est presque nul, indiquant que les scénarios sur le quai ne devraient pas avoir d'impact sur le milieu aquatique plus en aval après 24h, quelle que soit la saison.

Pour les déversements au niveau de la voie navigable, le panache s'étend vers le lac Saint-Pierre, principalement via le chenal central. En été, selon les débits du fleuve, les particules transitent plus ou moins via le chenal sud de la voie navigable. L'île de Grâce (située au milieu de deux chenaux principaux) serait touchée dans un délai de 5h.

Généralement, les particules s'échoueront dans les îles au nord du chenal central. Par exemple, au printemps (scénario A_{VN}), une portion des particules s'échouera sur l'île Saint-Ignace après 3h. Ensuite, suivant la direction du courant principal, une grande partie emprunterait le chenal central du fleuve avant d'atteindre le lac Saint-Pierre. Les îles le long de ce chenal, en particulier la première île aux Ours, seraient touchées après un délai

variant entre 4h et 5h. Les îles plus au nord vers le lac Saint-Pierre (île de la Grande île, île aux Liards et île Plate) commenceraient à être touchées dans un délai de 6h à 8h, suggérant que le lac Saint-Pierre serait atteint en moyenne dans un délai de 10h, avec un maximum de 13h en étiage (scénarios B). Au printemps, le scénario A_{VN} amène la propagation la plus rapide, où le lac est atteint en 7h.

5.1.3.2 Hydrocarbure non-dégradable

Sous l'influence des vents sud-ouest, presque 100 % des particules de l'hydrocarbure non-dégradable s'échouent sur les rives dans un délai d'une heure. Les déversements au quai n'affecteront que le quai et la rive droite juste en aval du quai Kildair. Aucune particule n'est transportée vers le lac Saint-Pierre ou les îles. Le milieu aquatique en aval est épargné. Seul le scénario C_{QK} montre un résidu de 1 % dans l'eau.

5.2 Trajectoires possibles

5.2.1.1 Diesel

Les trajectoires possibles (illustrées sur les cartes en couleur blanc cassé), tous vents confondus, illustrent la diversité des trajectoires possibles que les particules pourraient emprunter par des variations des conditions environnementales (débits et vents). Le panache est étendu, reflétant la dispersion possible des particules et suggérant ainsi une plus ample variété de trajectoires des particules envisageables.

Puisque la dispersion des particules est étendue, l'ensemble des îles le long de la voie maritime, ainsi que les voies secondaires, sont affectées. Il est d'ailleurs possible que la prise d'eau en rive gauche soit affectée. Les résultats mettent en évidence des similitudes entre les déversements dans la voie navigable et au quai Kildair. La dispersion accrue dans les chenaux secondaires est amplifiée par le courant plus fort observé pendant la crue moyenne du printemps (scénarios A). Avec des pourcentages significatifs de particules échouées (> 60 % en présence des vents) lors des déversements au quai Kildair ou dans la voie navigable, les saisons influent sur les délais d'atteinte aux îles et au lac (Annexe A).

5.2.1.2 Hydrocarbure non-dégradable

De manière similaire au diesel, les trajectoires des particules d'hydrocarbure non-dégradable montrent une dispersion étendue, influencée par les débits et les vents, avec un panache touchant diverses zones le long de la voie maritime et des chenaux secondaires. La quantité des particules échouées devient également prédominante, notamment sous l'effet des vents du sud-ouest, où jusqu'à 98 % des particules se retrouvent échouées sur les rives dans les scénarios B_{QK} et D_{QK}. Dans un délai de 24 h, aucune particule n'est évaporée (0 %), compte tenu de ses propriétés non-dégradable.

Tableau 5-1 Bilan (pourcentage -%) des scénarios après 24 heures (sans intervention) des particules (diesel) et le délai (heure -h) d'atteinte des lieux, en l'absence des vents (NA- Non appliqué), avec les vents du sud (S), avec les vents du Sud-Ouest (SO) pour les trajectoires probables

Caractéristiques des scénarios				Pourcentages de particules [%]				Heures depuis le début du déversement, avec le dépôt de particules sur les berges [h]													
Scenario	Localisation	Vents	Saison[1]	Dans l'eau	Sur terre	Hors domaine	Évaporé	Quai	Rive droite	île aux Castors (sud)	île aux Castors (nord)	île Dupas	île Saint-Ignace	île aux Ours (sud)	île aux Ours	île de la Grande île	île aux Liards	île Plate	île de Grâce	île du Moine	île du Moine-rive droite	Lac Saint-Pierre
A_{VN}	Voie navigable	NA	P	1%	65%	0%	34%											8				
A_{QK}	Quai Kildair	NA	P	67%	1%	0%	32%															10
B_{VN}	Voie navigable	NA	É	65%	1%	0%	34%															12
B_{QK}	Quai Kildair	NA	É	68%	0%	0%	32%															13
C_{VN}	Voie navigable	NA	É	65%	1%	0%	34%												6			11
C_{QK}	Quai Kildair	NA	É	68%	0%	0%	32%															10
D_{VN}	Voie navigable	NA	A	65%	1%	0%	34%												6			11
D_{QK}	Quai Kildair	NA	A	68%	0%	0%	32%															10
A_{VN}	Voie navigable	S	P	0%	66%	0%	34%					2	2									
A_{QK}	Quai Kildair	S	P	0%	68%	0%	32%						3									
B_{VN}	Voie navigable	S	É	0%	66%	0%	34%					2	3									
B_{QK}	Quai Kildair	S	É	0%	68%	0%	32%					3	3									
C_{VN}	Voie navigable	S	É	0%	66%	0%	34%					2	2									
C_{QK}	Quai Kildair	S	É	0%	68%	0%	32%						3									
D_{VN}	Voie navigable	S	A	0%	66%	0%	34%					2	3									
D_{QK}	Quai Kildair	S	A	0%	68%	0%	32%					3	3									
A_{VN}	Voie navigable	SO	P	1%	65%	0%	33%		2				3	4	5	6	6	7	5			7
A_{QK}	Quai Kildair	SO	P	0%	68%	0%	32%	1														
B_{VN}	Voie navigable	SO	É	0%	66%	0%	34%		2					5					5			13
B_{QK}	Quai Kildair	SO	É	0%	68%	0%	32%	1	2													
C_{VN}	Voie navigable	SO	É	1%	65%	0%	34%		2					5		8	7	8	5			8
C_{QK}	Quai Kildair	SO	É	0%	68%	0%	32%	1														
D_{VN}	Voie navigable	SO	A	0%	66%	0%	33%		2					4		7	6	8	5			10
D_{QK}	Quai Kildair	SO	A	0%	68%	0%	32%	1	2													

1 P : Printemps ; É : Été ; A : Automne

Tableau 5-2 Bilan (pourcentage -%) des scénarios après 24 heures (sans intervention) des particules (non-dégradable) et le délai (heure -h) d'atteinte des lieux, en l'absence des vents (NA- Non appliqué), avec les vents du sud (S), avec les vents du Sud-Ouest (SO) pour les trajectoires probables

Caractéristiques des scénarios				Pourcentages de particules [%]				Heures depuis le début du déversement, avec le dépôt de particules sur les berges [h]														
Scenario	Localisation	Vents	Saison[1]	Dans l'eau	Sur terre	Hors domaine	Évaporé	Quai	Rive droite	Île aux Castors (sud)	Île aux Castors (nord)	Île Dupas	Île Saint-Ignace	Île aux Ours (sud)	Île aux Ours	Île de la Grande île	Île aux Liards	Île Plate	Île de Grâce	Île du Moine	Île du Moine-rive droite	Lac Saint-Pierre
A_{QK}	Quai Kildair	NA	P	100%	0%	0%	0%															7
B_{QK}	Quai Kildair	NA	É	100%	0%	0%	0%															13
C_{QK}	Quai Kildair	NA	É	100%	0%	0%	0%															10
D_{QK}	Quai Kildair	NA	A	100%	0%	0%	0%															9
A_{QK}	Quai Kildair	S	P	10%	90%	0%	0%	1				2	2									
B_{QK}	Quai Kildair	S	É	13%	87%	0%	0%	1				2	2									
C_{QK}	Quai Kildair	S	É	11%	89%	0%	0%	1				3	3									
D_{QK}	Quai Kildair	S	A	10%	90%	0%	0%	1				3	3									
A_{QK}	Quai Kildair	SO	P	0%	100%	0%	0%	1	1													
B_{QK}	Quai Kildair	SO	É	0%	100%	0%	0%	1	1													
C_{QK}	Quai Kildair	SO	É	1%	99%	0%	0%	1	1													
D_{QK}	Quai Kildair	SO	A	0%	100%	0%	0%	1	1													

1 P : Printemps ; É : Été ; A : Automne

5.3 Berges et littoraux sensibles dans les trajectoires possibles

Afin d'évaluer les impacts des accidents et des défaillances, les données concernant les berges et littoraux sensibles ont été superposées à la trajectoire possible (24h) d'un déversement d'hydrocarbures. Ces données seront prises en compte dans l'étude d'impact. À titre indicatif, le tableau suivant présente les superficies des zones potentiellement affectées.

Tableau 5-3 Étendue et sensibilité des zones littorales selon les trajectoires possibles de déversement.

Hydrocarbure	Localisation	Scenario	Type de berge			Type d'artificialité		Type de dépôt				Milieu humide						
			Meuble	Milieu humide riverain	Remblai	Enrochement	Remblai sans protection	Matière organique	Remblai	Sable	Sable limoneux ou limon sableux	Eau peu profonde	Marais	Marécage	Prairie humide	Tourbière boisée	Tourbière ouverte (bog)	Tourbière ouverte (fen)
Diesel	Quai Kildair	**A_{QK}**	9675	21235	405	110	331	1178	405	325	29407	745	789	227	193	1	0	1
		B_{QK}	5	0	0	0	0	0	0	0	5	95	3	0	0	0	0	0
		C_{QK}	344	1723	0	30	0	270	0	0	1796	343	122	8	2	0	0	0
		D_{QK}	1726	7584	0	0	0	1082	0	0	8228	362	253	22	15	0	0	0
	Voie navigable	**A_{VN}**	7744	28800	629	348	360	1178	629	806	34560	1433	1492	452	319	0	0	0
		B_{VN}	5	15	0	0	0	0	0	0	19	135	6	1	0	0	0	0
		C_{VN}	405	1828	0	32	0	441	0	0	1793	1189	403	15	4	0	0	0
		D_{VN}	1928	7198	3	39	3	1082	3	0	8044	404	271	20	14	0	0	0
Non-dégradable	Quai Kildair	**A_{QK}**	8923	21154	405	167	331	1178	405	518	28381	828	1036	310	209	0	0	0
		B_{QK}	5	321	0	0	0	0	0	0	325	194	11	1	0	0	0	0
		C_{QK}	299	1514	0	0	0	270	0	0	1542	409	194	8	2	0	0	0
		D_{QK}	1790	7689	0	0	0	1082	0	0	8398	382	231	22	15	0	0	0

Sources : Berges- MELCCCFP (2020); Milieux humides-Canards Illimités Canada (2018)

6. Conclusion

6.1 Trajectoires

En l'absence de vents, les trajectoires probables révèlent que les particules du diesel restent principalement dans l'eau. On note cependant que quelques particules s'échouent sur l'île de Grâce dans les scénarios C_{VN} et D_{VN}. Pour le scénario A_{VN}, la majorité des particules d'hydrocarbure s'échouent sur l'île Plate. Tandis que les résultats montrent que dans les scénarios simulés en l'absence de vent, des scénarios survenus au quai, 100 % de l'hydrocarbure non-dégradable reste dans l'eau et atteigne le lac Saint-Pierre, sans aucune évaporation et aucune particule s'échoue sur les rives.

Dans les deux cas, de diesel et d'hydrocarbure non-dégradable, les trajectoires probables, avec des vents du sud, révèlent une concentration des particules vers la rive gauche, en particulier autour des îles Dupas et Saint-Ignace. Ces particules concentrées, transportées vers les îles au nord du fleuve, peuvent potentiellement se propager par les chenaux secondaires à travers les îles de Sorel. En revanche, dans cette configuration, il semble que les particules d'hydrocarbure n'atteindront pas le lac Saint-Pierre. À noter que, dans le cas d'un déversement à Kildair avec des particules d'une densité supérieure à 1, il est probable que la majorité des particules se déposera rapidement au fond, particulièrement lorsque les débits seront plus faibles.

En présence des vents du sud-ouest, peu importe la saison, les déversements au quai n'ont qu'un impact limité, affectant uniquement le quai et la rive droite, sans que le panache ne soit transporté vers les îles ou le lac. Les scénarios de déversement au quai devraient avoir un impact localisé et les concentrations de particule dans l'eau au bout de 24h sont les plus faibles. En revanche, les déversements du diesel dans la voie navigable montrent des trajectoires avec des particules s'échouant dans les groupes d'îles au niveau de l'île de Grace et principalement via le chenal central. Ainsi, le risque que les particules d'hydrocarbure se propagent à travers les îles de Sorel dans cette zone est probable. De plus, les délais pour que les particules atteignent le lac varient en fonction des saisons, ce délai varie de 7 heures au printemps (scénario A_{VN}) à un maximum de 13 heures en étiage dans les scénarios B.

Le tableau 6-1 résume, suivant les scénarios, les principales zones affectées par le déversement :

- Les particules atteignent les îles de Sorel dès l'amont du groupe d'îles;
- Les particules atteignent les îles de Sorel plus en aval, au niveau de l'île de Grâce;
- Les particules atteignent le lac Saint-Pierre.

Tableau 6-1 Zones affectées suivant le scénario, le type déversement et la direction des vents

Localisation incident		Quai Kildair								Voie Navigable			
Hydrocarbure		Diesel				Non-dégradable				Diesel			
Scénarios		A_{QK}	B_{QK}	C_{QK}	D_{QK}	A_{QK}	B_{QK}	C_{QK}	D_{QK}	A_{VN}	B_{VN}	C_{VN}	D_{VN}
Sans vent	Îles Sorel Amont												
	Îles Sorel Aval									•		•	•
	Lac Saint-Pierre	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Vent sud	Îles Sorel Amont	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Îles Sorel Aval												
	Lac Saint-Pierre												
Vent Sud-Ouest	Îles Sorel Amont									•			
	Îles Sorel Aval									•	•	•	•
	Lac Saint-Pierre									•		•	•

6.2 Trajectoires possibles

Dans les trajectoires possibles, la dispersion des particules est importante, formant un panache élargi tant pour le diesel que pour l'hydrocarbure non-dégradable, touchant toutes les îles au nord et au sud du fleuve, y compris les chenaux secondaires et potentiellement la prise d'eau en rive gauche. Les déversements au quai et dans la voie navigable montrent des similitudes, mais la localisation et les courants influencent les délais d'atteinte des îles.

7. Références

Canards Illimités Canada. Milieux humides cartographie détaillée, [Jeu de données], dans Données Québec, 2018, mis à jour le 15 juillet 2022. [https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/milieux-humides-du-quebec], (consulté le 25 octobre 2024).

Centre de simulation et d'expertise maritime (CESM). 2023. Simulations de manœuvres projet ZIP Saint-Laurent Tracy – Options A, B, C. 32 p. + annexes.

Morin, J et A Bouchard. 2001. Les bases de la modélisation du Tronçon Montréal/Trois-Rivières. Environnement Canada. Rapport Scientifique RS-100. 65 pages.

Ministère de l'Environnement, Lutte contre les changements climatiques, Faune et Parcs (MELCCCFP). Caractérisation des berges de la partie fluviale du Saint-Laurent et analyse de l'évolution des facteurs hydro-climatiques influençant les aléas d'érosion et d'inondation, [Jeu de données], dans Données Québec, 2020, mis à jour le 29 mai 2024. [https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/caracterisation-des-berges-et-analyse-de-l-evolution-des-facteurs-hydro-climatiques], (consulté le 25 octobre 2024).

SNC-Lavalin 2019. Agrandissement du terminal portuaire de Contrecœur. Étude d'impact environnemental - Addenda 2. Réponses à la première série de questions de l'ACÉE. Fait pour l'Administration portuaire de Montréal. 1588 p

SNC-Lavalin. 2017. Agrandissement du terminal portuaire de Contrecœur. Étude d'impact environnemental - Volume 1 - Rapport principal. Fait pour l'Administration portuaire de Montréal. 889 p.

ANNEXES

Annexe A. Bilan (pourcentage -%) des scénarios après 24 heures (sans intervention) des particules (diesel) et le délai (heure -h) d'atteinte des lieux, en l'absence des vents (NA- Non-Appliqué), avec les vents du sud (S), avec les vents du Sud-Ouest (SO) pour les trajectoires possibles

Caractéristiques des scénarios				Pourcentages de particules [%]				Heures après le déversement, avec le dépôt de particules sur les berges [h]												
Scenario	Localisation	Vents	Saison[1]	Dans l'eau	Sur terre	Hors domaine	Évaporé	Quai	Rive droite	Île aux Castors (sud)	Île aux Castors (nord)	Île Dupas	Île Saint-Ignace	Île aux Ours (sud)	Île aux Ours	Île de la Grande île	Île aux Liards	Île Plate	Île de Grâce	Île du Moine	Île du Moine-rive droite	Lac Saint-Pierre
A_{VN}	Voie navigable	NA	P	15%	52%	0%	34%		3	5	7	3	2	5	6	7	7	7	4	6	5	7
A_{QK}	Quai Kildair	NA	P	13%	54%	0%	32%	1	2		21		3	5	6	8	8	7	5	7	6	8
B_{VN}	Voie navigable	NA	É	13%	53%	0%	34%		4	3		3	3	7	9	12	10	12	6	7	7	9
B_{QK}	Quai Kildair	NA	É	12%	55%	0%	32%	1	2				4	7	9	13	12	14	7	9	9	10
C_{VN}	Voie navigable	NA	É	14%	52%	0%	34%		4	5		2	2	6	9	9	8	9	4	5	5	8
C_{QK}	Quai Kildair	NA	É	14%	54%	0%	32%	1	2		18		4	5	9	10	9	10	5	6	6	9
D_{VN}	Voie navigable	NA	A	18%	49%	0%	34%		4	8	8	3	3	5	7	9	9	9	5	7	7	8
D_{QK}	Quai Kildair	NA	A	16%	52%	0%	32%	1	2		20		3	6	8	9	8	10	6	7	7	9
A_{VN}	Voie navigable	S	P	0,09%	66%	0%	34%			2	4	2	2	4	6	7	7		6			10
A_{QK}	Quai Kildair	S	P	0,10%	67%	0%	32%	1	1	2	5	3	3	4	5	7	7	13	6			8
B_{VN}	Voie navigable	S	É	0,03%	66%	0%	34%					2	2	6	7		9		7			
B_{QK}	Quai Kildair	S	É	0,04%	68%	0%	32%		1			2	3	6	10	12	12		9			15
C_{VN}	Voie navigable	S	É	0,09%	66%	0%	34%			2		2	2	4	7	9	7	11	5			11
C_{QK}	Quai Kildair	S	É	0,10%	67%	0%	32%	1	2	3		3	3	5	6	8	7		7	11	11	13
D_{VN}	Voie navigable	S	A	0,03%	66%	0%	34%			2		2	2	5	6		17		6			
D_{QK}	Quai Kildair	S	A	0,06%	68%	0%	32%		1	3		3	3	5	6	7	8	12	11		15	12
A_{VN}	Voie navigable	SO	P	0,87%	66%	0,06%	33%		1			3	2	4	4	5	5	7	4	5	5	7
A_{QK}	Quai Kildair	SO	P	0,18%	67%	0%	32%	1	2			8	3	5	6	7	8	9	6			10
B_{VN}	Voie navigable	SO	É	0,60%	66%	0%	34%		1			4	3	5	6	8	7	11	5	7	8	8
B_{QK}	Quai Kildair	SO	É	0,19%	67%	0%	32%	1	2			7	4	8	14	16	14	17	12			
C_{VN}	Voie navigable	SO	É	1,0%	65%	0%	34%		1			4	2	4	5	6	6	7	4	5	6	8
C_{QK}	Quai Kildair	SO	É	0,26%	67%	0%	32%	1	1			7	3	5	7	9	9	15	8			14
D_{VN}	Voie navigable	SO	A	0,27%	66%	0,06%	34%		2			3	2	4	5	6	5	7	4	6	5	8
D_{QK}	Quai Kildair	SO	A	0,08%	67%	0%	32%	1	2		8	7	3	6	7	8	12	19	7			

1 P : Printemps ; É : Été ; A : Automne

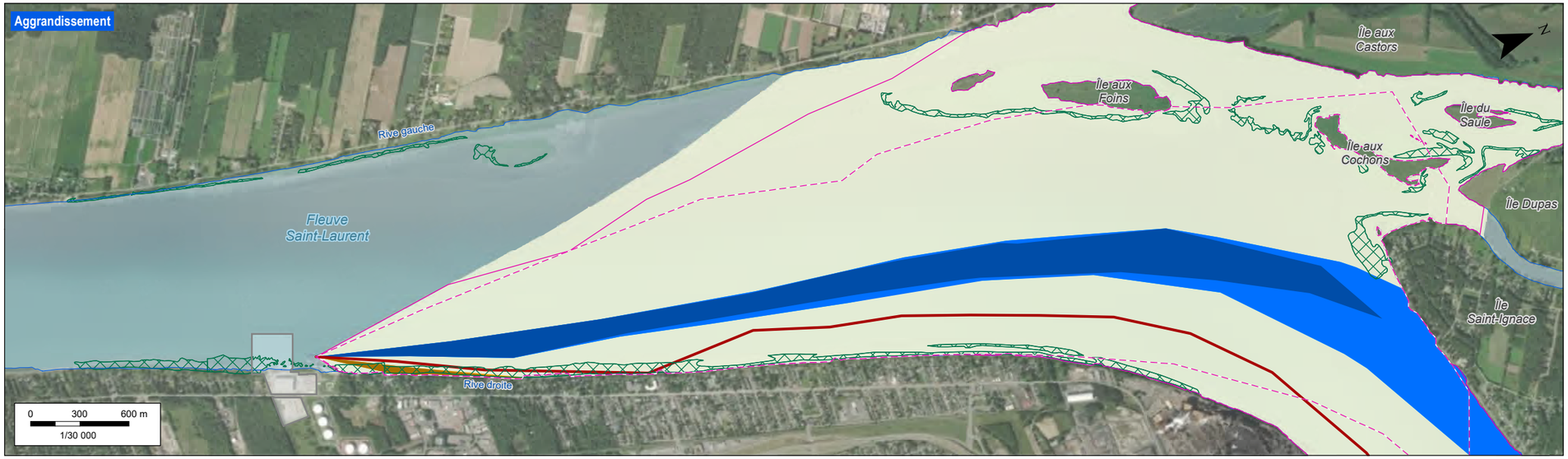
Annexe B. Bilan (pourcentage -%) des scénarios après 24 heures (sans intervention) des particules (non-dégradable) et le délai (heure -h) d'atteinte des lieux, en l'absence des vents (NA- Non-Appliqué), avec les vents du sud (S), avec les vents du Sud-Ouest (SO) pour les trajectoires probables

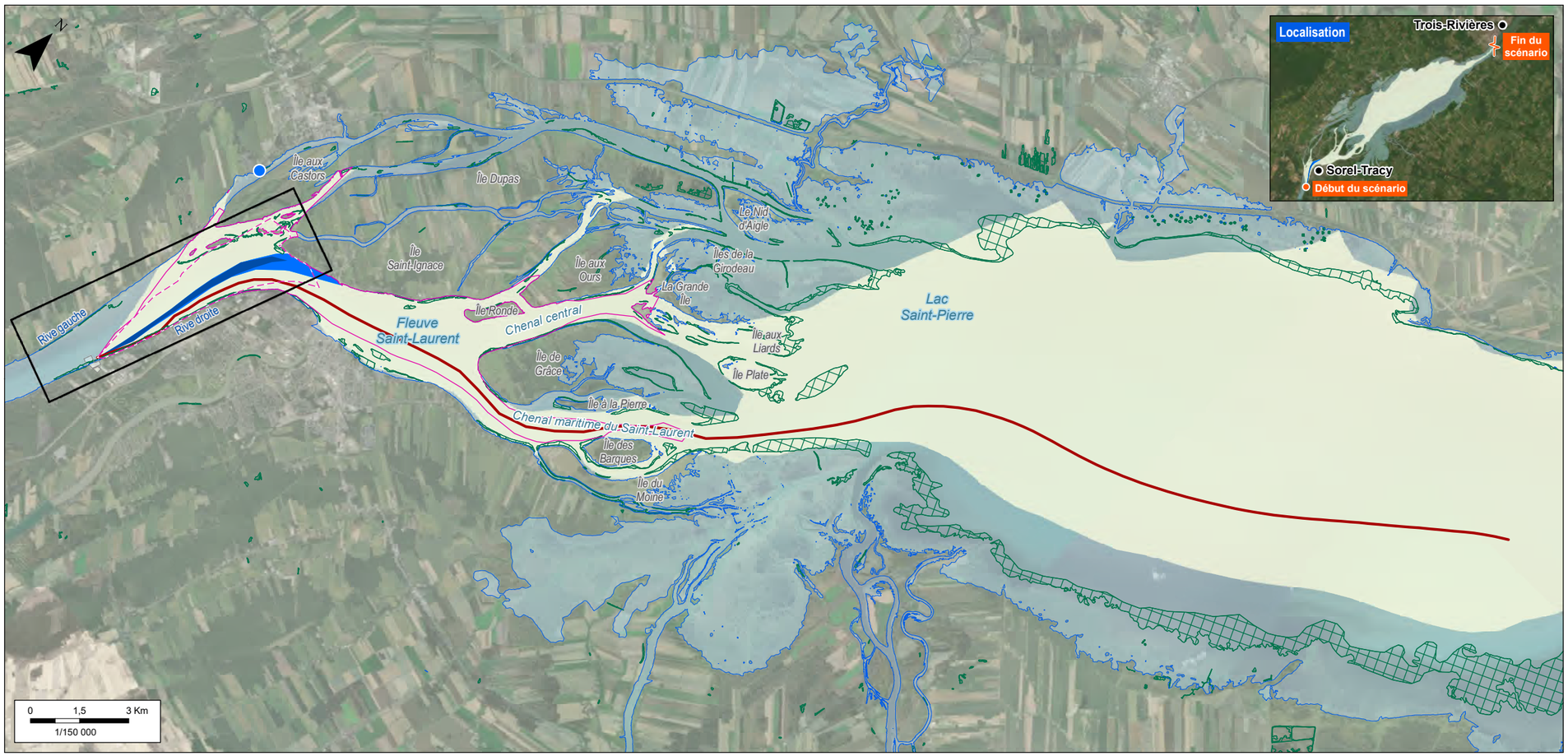
Caractéristiques des scénarios				Pourcentages de particules [%]				Heures après le déversement, avec le dépôt de particules sur les berges [h]												
Scenario	Localisation	Vents	Saison[1]	Dans l'eau	Sur terre	Hors domaine	Évaporé	Quai	Rive droite	Île aux Castors (sud)	Île aux Castors (nord)	Île Dupas	Île Saint-Ignace	Île aux Ours (sud)	Île aux Ours	Île de la Grande île	Île aux Liards	Île Plate	Île de Grâce	Île du Moine	Île du Moine-rive droite	Lac Saint-Pierre
A_{QK}	Quai Kildair	NA	P	42%	58%	0%	0%	1	1				2	4	5	6	6	6	4	6	10	7
B_{QK}	Quai Kildair	NA	É	49%	51%	0%	0%	1	1				4	6	8	10	14	14	6	12	18	10
C_{QK}	Quai Kildair	NA	É	50%	50%	0%	0%	1	1				4	5	6	9	9		6	7	9	8
D_{QK}	Quai Kildair	NA	A	49%	51%	0%	0%	1	1				3	5	6	8	8	9	5	6	12	18
A_{QK}	Quai Kildair	S	P	12%	88%	0%	0%	1	1	2	4	2	2	3	4	5	5		5	8	8	8
B_{QK}	Quai Kildair	S	É	14%	86%	0%	0%	1	1				2	5	8	10	10		7			11
C_{QK}	Quai Kildair	S	É	14%	86%	0%	0%	1	1	2			2	5	6	7	7		5			8
D_{QK}	Quai Kildair	S	A	12%	88%	0%	0%	1	1	3	6	2	2	5	6	7	7		5	10		10
A_{QK}	Quai Kildair	SO	P	5%	95%	0%	0%	1	1	21		8	2	4	4	5	5		4			6
B_{QK}	Quai Kildair	SO	É	2%	98%	0%	0%	1	1				3	7	9	11			8			12
C_{QK}	Quai Kildair	SO	É	3%	97%	0%	0%	1	1				3	5	6	8	7		6			9
D_{QK}	Quai Kildair	SO	A	2%	98%	0%	0%	1	1				3	5	6	8	8	9	7			

1 P : Printemps ; É : Été ; A : Automne

Annexe C. Panaches d’hydrocarbures selon le scénario de déversement de carburant à la suite d’une collision avec un autre navire

Carte 01 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario A de déversement de 13 800 m^3 de carburant diesel à la suite d’une collision avec un autre navire au quai Kildair





COMPOSANTE DU PROJET

Zone du projet

ÉTENDUE « PROBABLE » DU PANACHE POUR DIFFÉRENTS SCÉNARIOS DE VENT

2h 6h 24h

Sud

Sud-ouest

Absence de vent

AUTRES TRAJECTOIRES

2h 6h 24h

Étendue « possible » du panache tous vents confondus

Probable : trajectoire déterminée sur la valeur des intrants
Possible : trajectoire déterminée en ajoutant une incertitude (variabilité) sur la valeur des intrants

AUTRES ÉLÉMENTS DU MILIEU

Prise d'eau potable

Étendue d'eau et rive

Herbier aquatique (CIC, 2020 et AtkinsRéalis, 2021)

NOTE :

Chaque encart représente l'étendue du panache « probable » pour les 2 scénarios de vent considérés (sud, sud-ouest), l'étendue du panache « possible » tous vents confondus ainsi que la trajectoire du panache « probable » en absence de vent.
Le tableau rappel les conditions environnementales utilisées.

Saison :	Printemps
Saint-Laurent :	Crue moyenne
Tributaires :	Crue
Vent :	9,88 m/s

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Panaches d'hydrocarbures selon le scénario A de déversement de 13 800 m^3 de carburant à la suite d'une collision avec un autre navire au quai Kildaire

Sources :

Bathymétrie, Environnement Canada, août 2023
Carte marine 1312, 1/40 000, Pêche et Océan Canada, 1999
Herbiers, Canards Illimités Canada, septembre 2020
Prise d'eau potable, MRC de D'Autray, 19 mars 2024
MAXAR image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

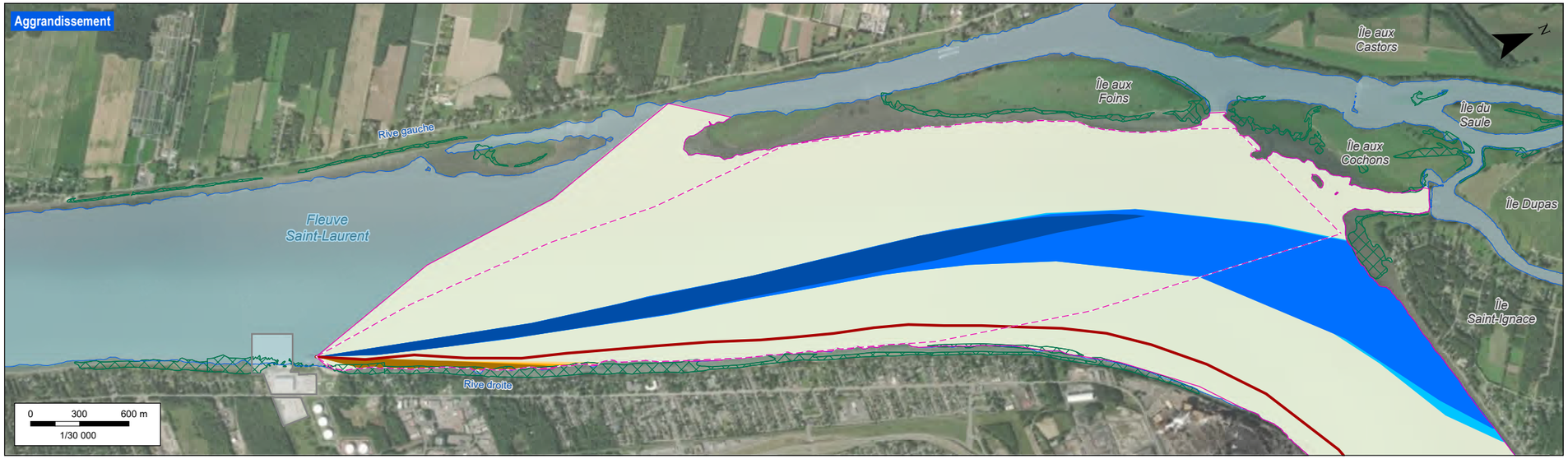
Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C1-DS01-QK-250115-00.mxd

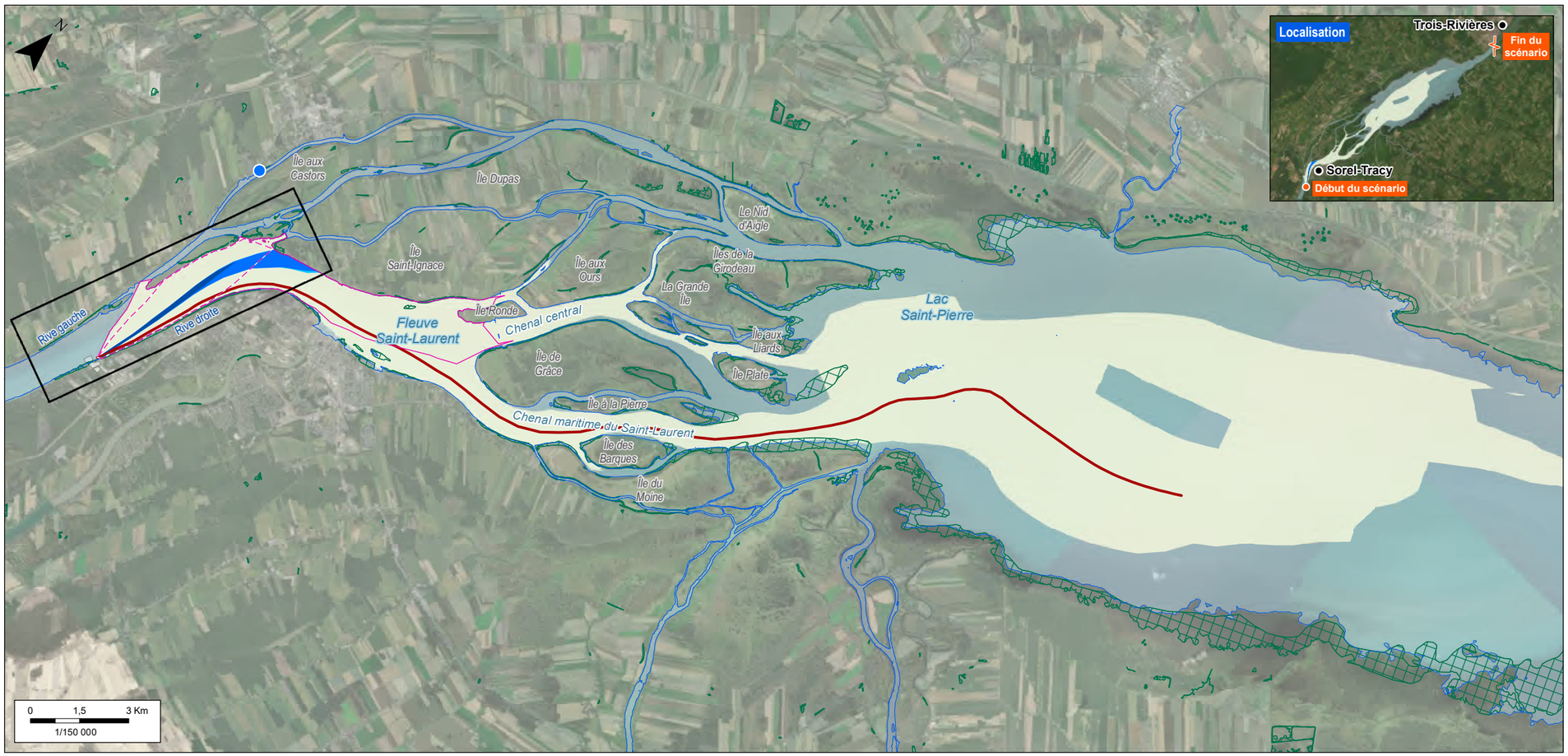
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Janvier 2025 | **Carte 1**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L13_Panache\695075-E4-EI-C1-DS01-QK-250115-00.mxd

Carte 02 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario B de déversement de 13 800 m^3 de carburant diesel à la suite d’une collision avec un autre navire au quai Kildair





COMPOSANTE DU PROJET

Zone du projet

ÉTENDUE « PROBABLE » DU PANACHE POUR DIFFÉRENTS SCÉNARIOS DE VENT

2h 6h 24h

Sud

Sud-ouest

Absence de vent

AUTRES TRAJECTOIRES

2h 6h 24h

Étendue « possible » du panache tous vents confondus

Probable : trajectoire déterminée sur la valeur des intrants
Possible : trajectoire déterminée en ajoutant une incertitude (variabilité) sur la valeur des intrants

AUTRES ÉLÉMENTS DU MILIEU

Prise d'eau potable

Étendue d'eau et rive

Herbier aquatique (CIC, 2020 et AtkinsRéalis, 2021)

NOTE :

Chaque encart représente l'étendue du panache « probable » pour les 2 scénarios de vent considérés (sud, sud-ouest), l'étendue du panache « possible » tous vents confondus ainsi que la trajectoire du panache « probable » en absence de vent.
Le tableau rappel les conditions environnementales utilisées.

Saison :	Été
Saint-Laurent :	Étiage
Tributaires :	Étiage
Vent :	8,78 m/s

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Panaches d'hydrocarbures selon le scénario B de déversement de 13 800 m^3 de carburant à la suite d'une collision avec un autre navire au quai Kildaire

Sources :

Bathymétrie, Environnement Canada, août 2023
Carte marine 1312, 1/40 000, Pêche et Océan Canada, 1999
Herbiers, Canards Illimités Canada, septembre 2020
Prise d'eau potable, MRC de D'Autray, 19 mars 2024
MAXAR image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

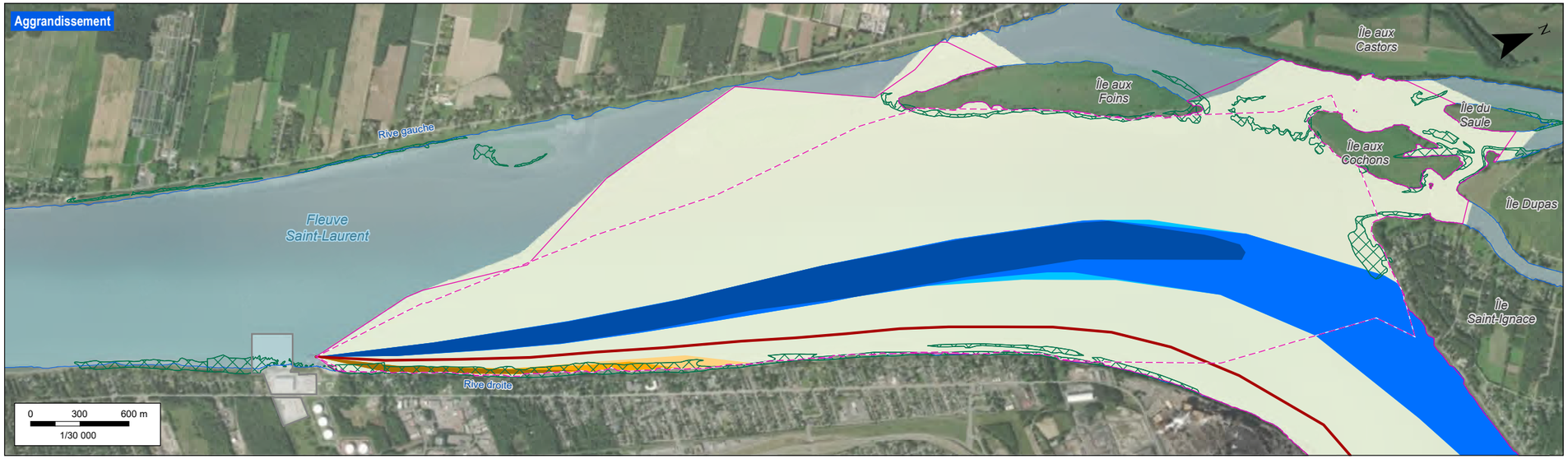
Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C2-DS05-QK-250115-00.mxd

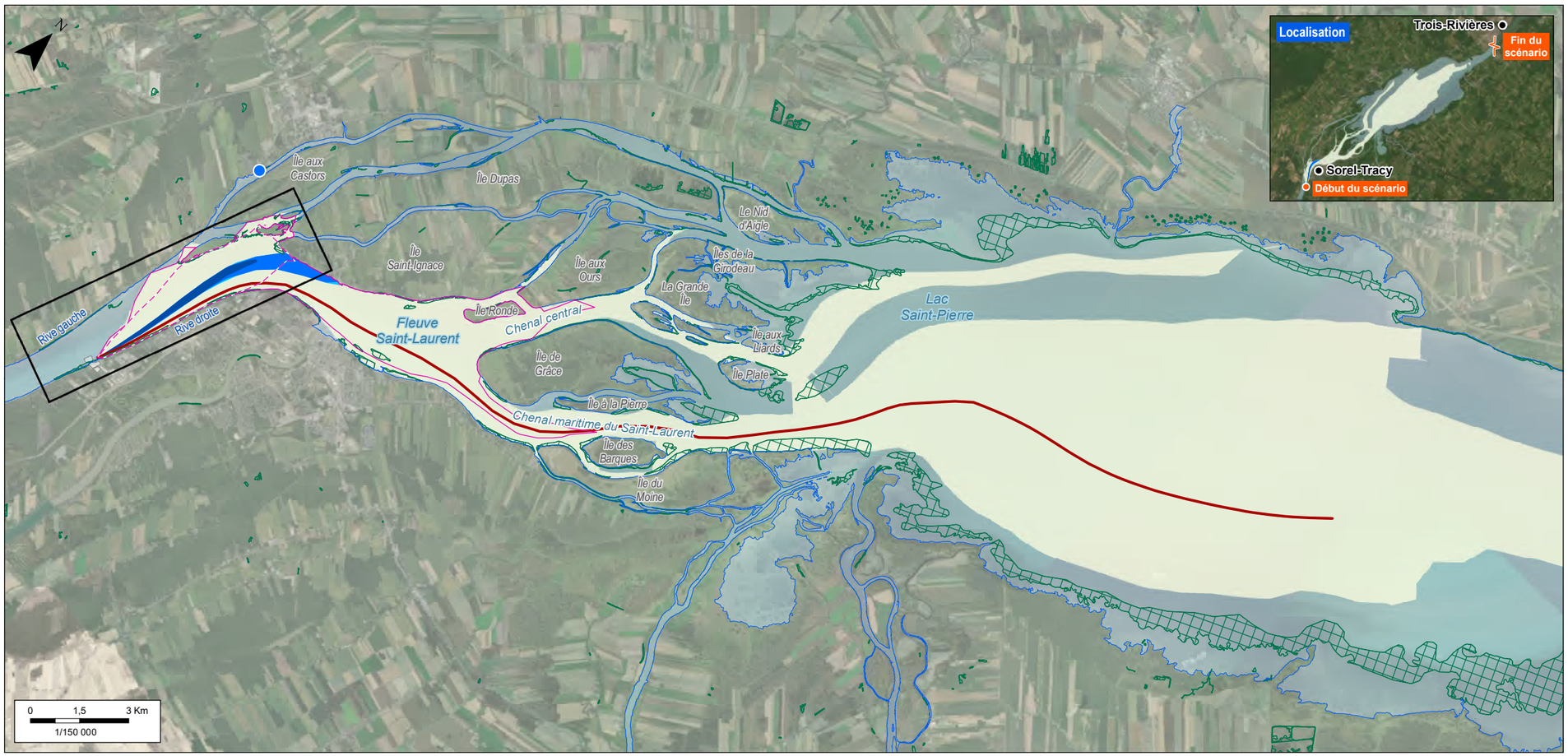
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Janvier 2025 | **Carte 2**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L13_Panache\695075-E4-EI-C2-DS05-QK-250115-00.mxd

Carte 03 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario C de déversement de 13 800 m^3 de carburant diesel à la suite d’une collision avec un autre navire au quai Kildair





COMPOSANTE DU PROJET

Zone du projet

ÉTENDUE « PROBABLE » DU PANACHE POUR DIFFÉRENTS SCÉNARIOS DE VENT

2h 6h 24h

Sud

Sud-ouest

Absence de vent

AUTRES TRAJECTOIRES

2h 6h 24h

Étendue « possible » du panache tous vents confondus

Probable : trajectoire déterminée sur la valeur des intrants
Possible : trajectoire déterminée en ajoutant une incertitude (variabilité) sur la valeur des intrants

AUTRES ÉLÉMENTS DU MILIEU

Prise d'eau potable

Étendue d'eau et rive

Herbier aquatique (CIC, 2020 et AtkinsRéalis, 2021)

NOTE :

Chaque encart représente l'étendue du panache « probable » pour les 2 scénarios de vent considérés (sud, sud-ouest), l'étendue du panache « possible » tous vents confondus ainsi que la trajectoire du panache « probable » en absence de vent.
Le tableau rappel les conditions environnementales utilisées.

Saison :	Été
Saint-Laurent :	Débit moyen
Tributaires :	Étiage
Vent :	8,78 m/s

QSL

AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Panaches d'hydrocarbures selon le scénario C de déversement de 13 800 m^3 de carburant à la suite d'une collision avec un autre navire au quai Kildaire

Sources :

Bathymétrie, Environnement Canada, août 2023
Carte marine 1312, 1/40 000, Pêche et Océan Canada, 1999
Herbiers, Canards Illimités Canada, septembre 2020
Prise d'eau potable, MRC de D'Autray, 19 mars 2024
MAXAR image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

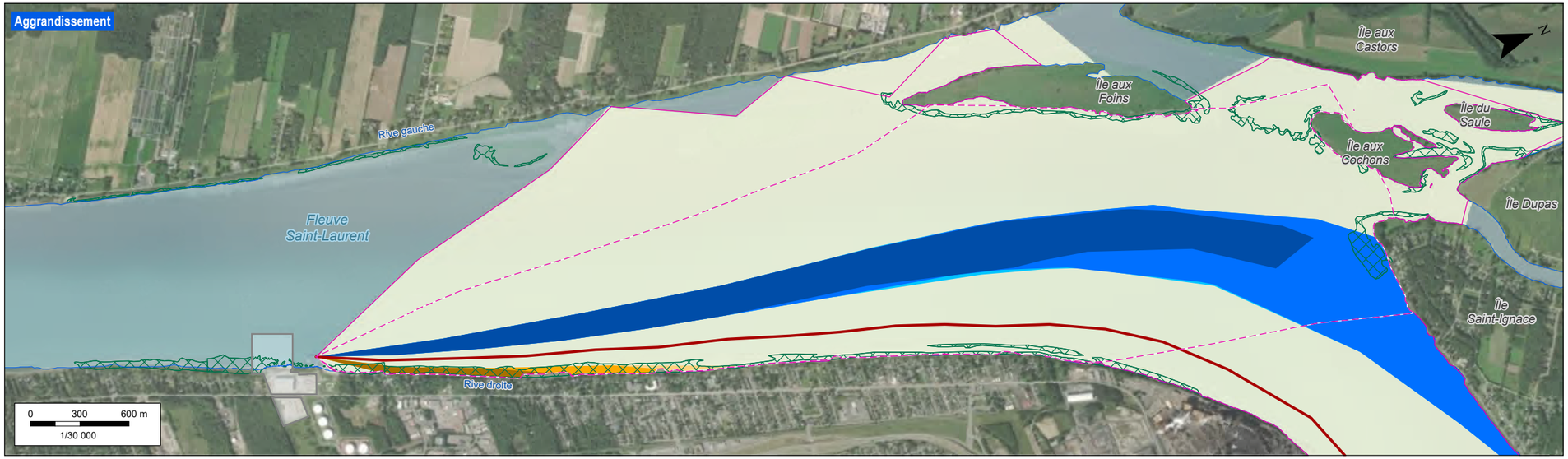
Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C3-DS07-QK-250115-00.mxd

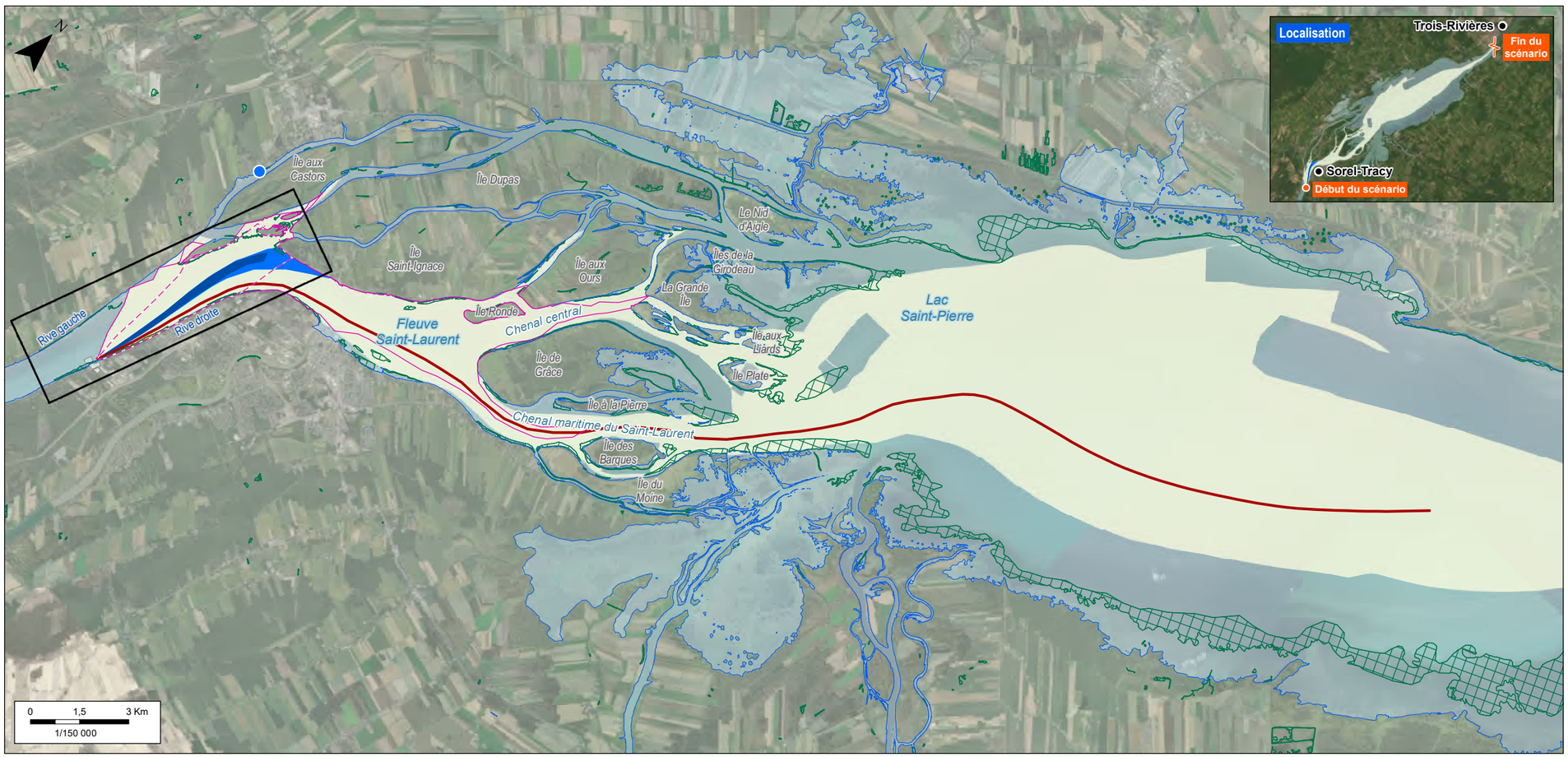
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Janvier 2025 | **Carte 3**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L13_Panache\695075-E4-EI-C3-DS07-QK-250115-00.mxd

Carte 04 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario D de déversement de 13 800 m^3 de carburant diesel à la suite d’une collision avec un autre navire au quai Kildair





COMPOSANTE DU PROJET

Zone du projet

ÉTENDUE « PROBABLE » DU PANACHE POUR DIFFÉRENTS SCÉNARIOS DE VENT

2h 6h 24h

Sud

Sud-ouest

Absence de vent

AUTRES TRAJECTOIRES

2h 6h 24h

Étendue « possible » du panache tous vents confondus

Probable : trajectoire déterminée sur la valeur des intrants
Possible : trajectoire déterminée en ajoutant une incertitude (variabilité) sur la valeur des intrants

AUTRES ÉLÉMENTS DU MILIEU

Prise d'eau potable

Étendue d'eau et rive

Herbier aquatique (CIC, 2020 et AtkinsRéalis, 2021)

NOTE :

Chaque encart représente l'étendue du panache « probable » pour les 2 scénarios de vent considérés (sud, sud-ouest), l'étendue du panache « possible » tous vents confondus ainsi que la trajectoire du panache « probable » en absence de vent.
Le tableau rappel les conditions environnementales utilisées.

Saison :	Automne
Saint-Laurent :	Débit moyen
Tributaires :	Crue
Vent :	10,61 m/s

QSL

AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Panaches d'hydrocarbures selon le scénario D de déversement de 13 800 m^3 de carburant à la suite d'une collision avec un autre navire au quai Kildaire

Sources :

Bathymétrie, Environnement Canada, août 2023
Carte marine 1312, 1/40 000, Pêche et Océan Canada, 1999
Herbiers, Canards Illimités Canada, septembre 2020
Prise d'eau potable, MRC de D'Autray, 19 mars 2024
MAXAR image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

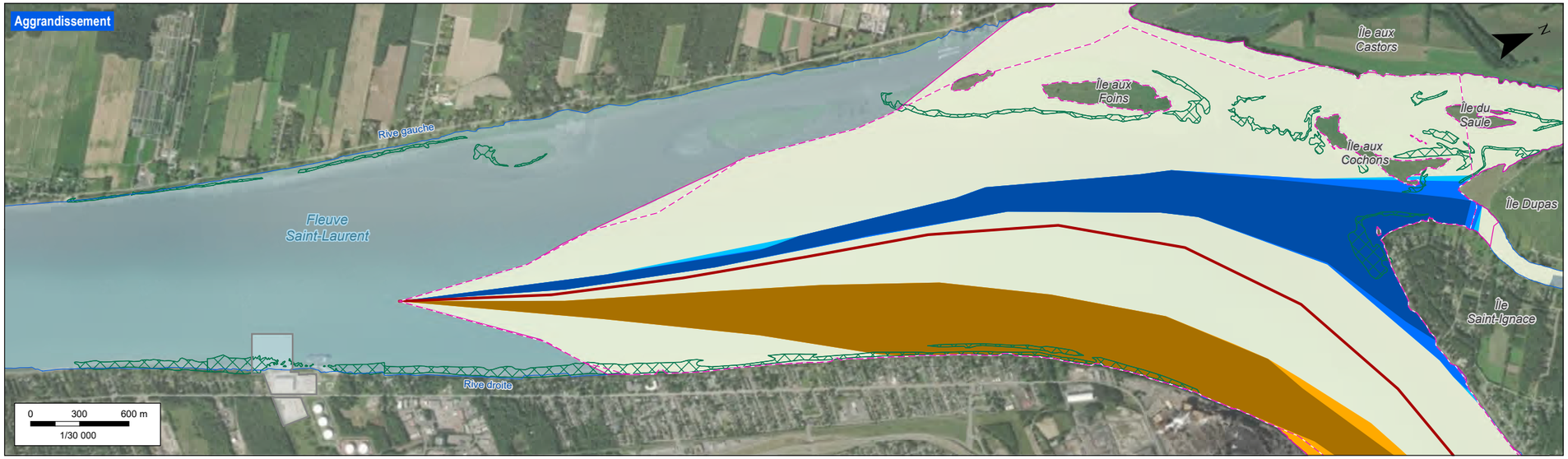
Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-DS08-QK-250115-00.mxd

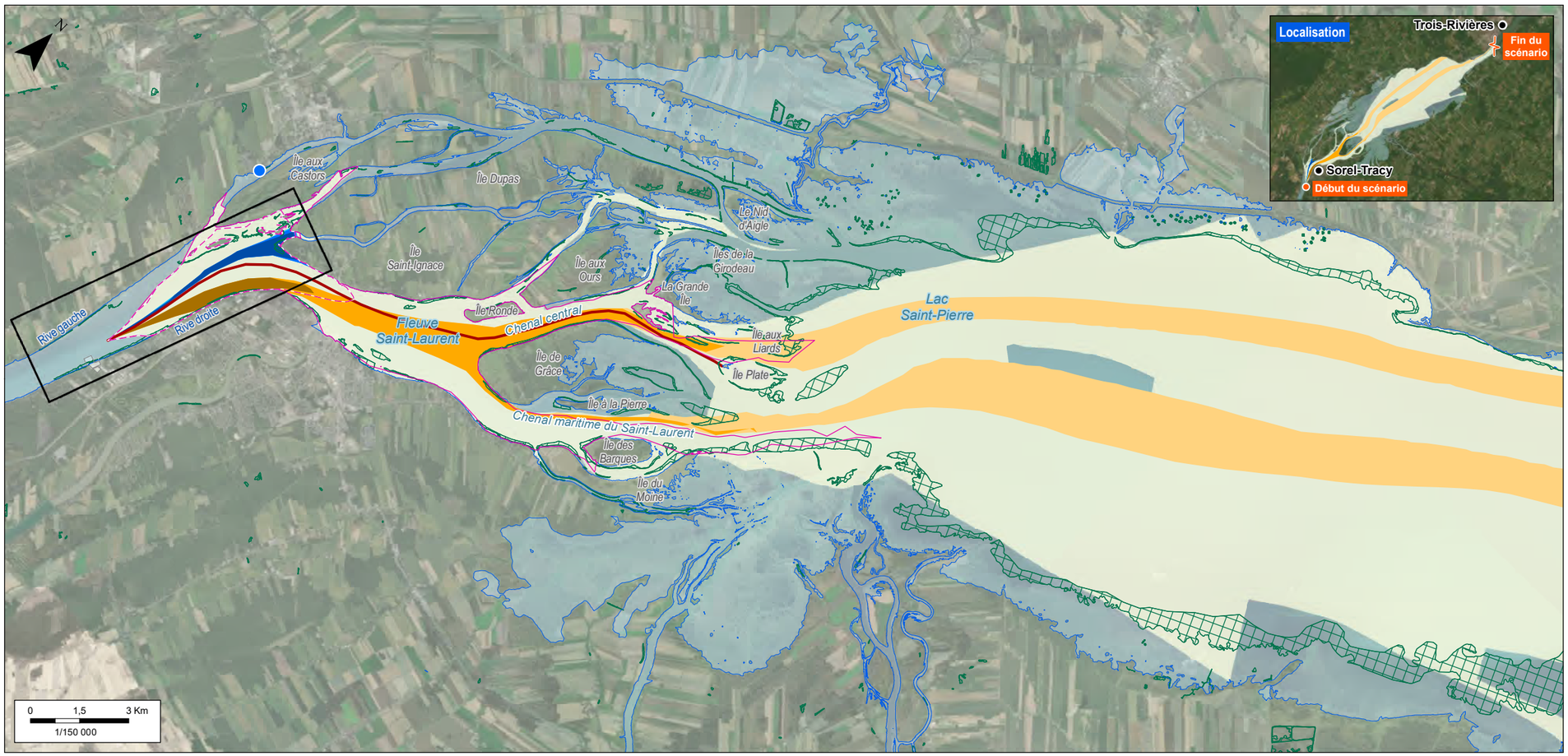
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Janvier 2025 | **Carte 4**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L13_Panache\695075-E4-EI-C4-DS08-QK-250115-00.mxd

Carte 05 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario A de déversement de 4 600 m^3 de carburant diesel à la suite d'une collision dans la voie navigable





COMPOSANTE DU PROJET

Zone du projet

ÉTENDUE « PROBABLE » DU PANACHE POUR DIFFÉRENTS SCÉNARIOS DE VENT

2h 6h 24h

Sud

Sud-ouest

Absence de vent

AUTRES TRAJECTOIRES

2h 6h 24h

Étendue « possible » du panache tous vents confondus

Probable : trajectoire déterminée sur la valeur des intrants
Possible : trajectoire déterminée en ajoutant une incertitude (variabilité) sur la valeur des intrants

AUTRES ÉLÉMENTS DU MILIEU

Prise d'eau potable

Étendue d'eau et rive

Herbier aquatique (CIC, 2020 et AtkinsRéalis, 2021)

NOTE :

Chaque encart représente l'étendue du panache « probable » pour les 2 scénarios de vent considérés (sud, sud-ouest), l'étendue du panache « possible » tous vents confondus ainsi que la trajectoire du panache « probable » en absence de vent.
Le tableau rappel les conditions environnementales utilisées.

Saison :	Printemps
Saint-Laurent :	Crue moyenne
Tributaires :	Crue
Vent :	9,88 m/s

QSL

AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Panaches d'hydrocarbures selon le scénario A de déversement de 4 600 m^3 de carburant à la suite d'une défaillance dans la voie navigable

Sources :

Bathymétrie, Environnement Canada, août 2023
Carte marine 1312, 1/40 000, Pêche et Océan Canada, 1999
Herbiers, Canards Illimités Canada, septembre 2020
Prise d'eau potable, MRC de D'Autray, 19 mars 2024
MAXAR image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

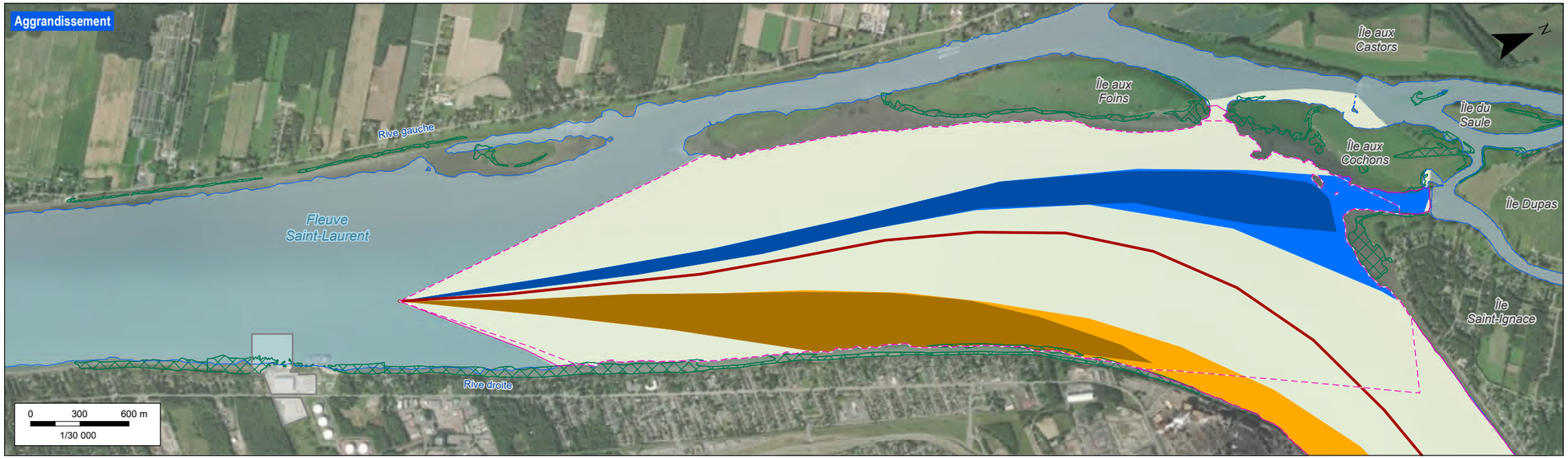
Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C5-DS01-VN-250115-00.mxd

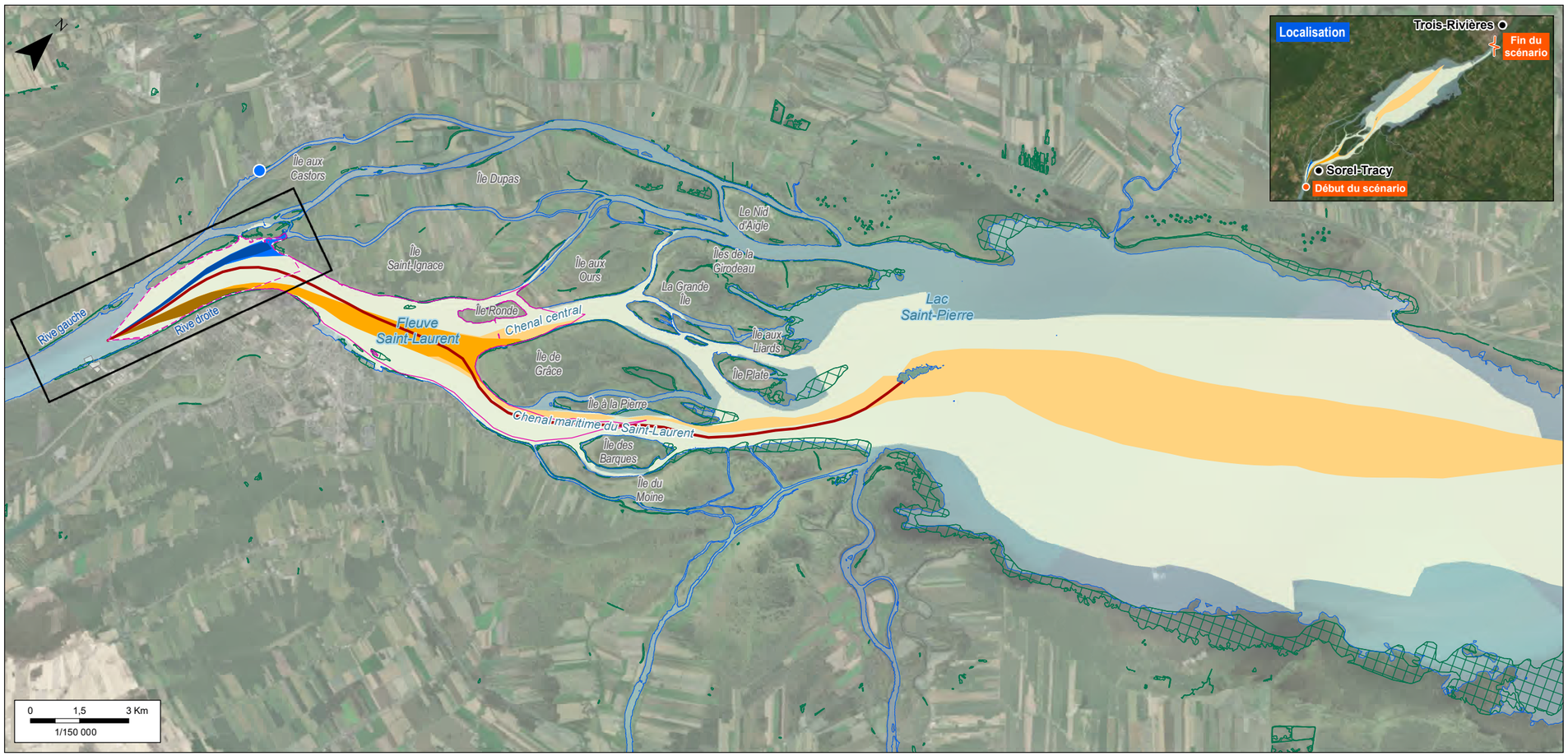
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Janvier 2025 | **Carte 5**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L13_Panache\695075-E4-EI-C5-DS01-VN-250115-00.mxd

Carte 06 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario B de déversement de 4 600 m^3 de carburant diesel à la suite d'une collision dans la voie navigable





COMPOSANTE DU PROJET

Zone du projet

ÉTENDUE « PROBABLE » DU PANACHE POUR DIFFÉRENTS SCÉNARIOS DE VENT

2h 6h 24h

Sud

Sud-ouest

Absence de vent

AUTRES TRAJECTOIRES

2h 6h 24h

Étendue « possible » du panache tous vents confondus

Probable : trajectoire déterminée sur la valeur des intrants
Possible : trajectoire déterminée en ajoutant une incertitude (variabilité) sur la valeur des intrants

AUTRES ÉLÉMENTS DU MILIEU

Prise d'eau potable

Étendue d'eau et rive

Herbier aquatique (CIC, 2020 et AtkinsRéalis, 2021)

NOTE :

Chaque encart représente l'étendue du panache « probable » pour les 2 scénarios de vent considérés (sud, sud-ouest), l'étendue du panache « possible » tous vents confondus ainsi que la trajectoire du panache « probable » en absence de vent.
Le tableau rappel les conditions environnementales utilisées.

Saison :	Été
Saint-Laurent :	Étiage
Tributaires :	Étiage
Vent :	8,78 m/s

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Panaches d'hydrocarbures selon le scénario B de déversement de 4 600 m^3 de carburant à la suite d'une défaillance dans la voie navigable

Sources :

Bathymétrie, Environnement Canada, août 2023
Carte marine 1312, 1/40 000, Pêche et Océan Canada, 1999
Herbiers, Canards Illimités Canada, septembre 2020
Prise d'eau potable, MRC de D'Autray, 19 mars 2024
MAXAR image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

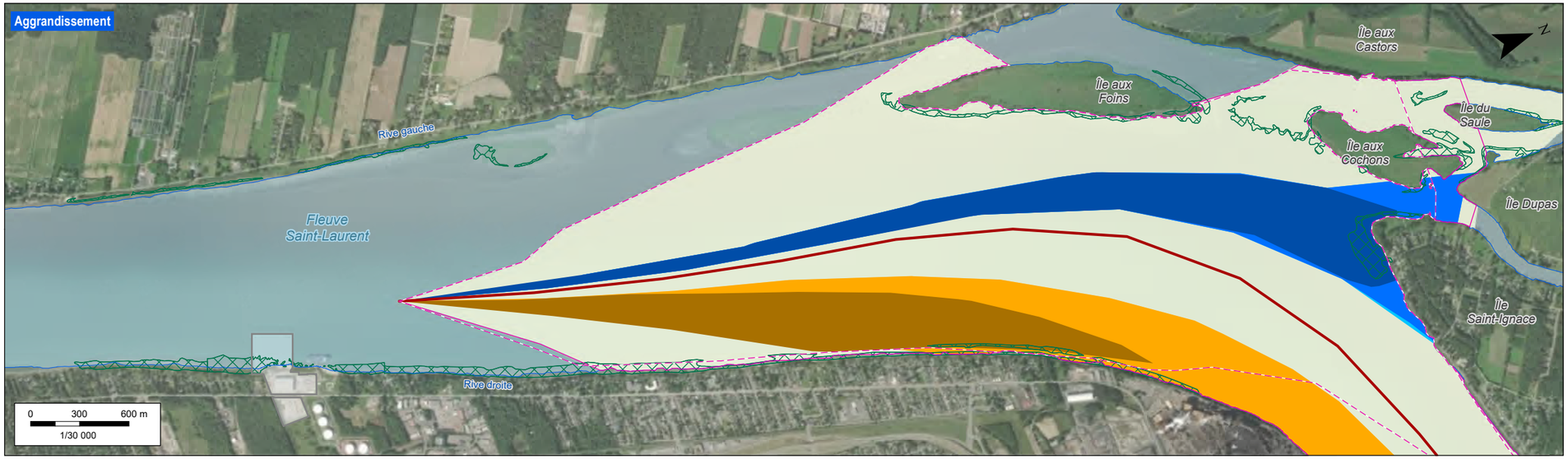
Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C6-DS05-VN-250115-00.mxd

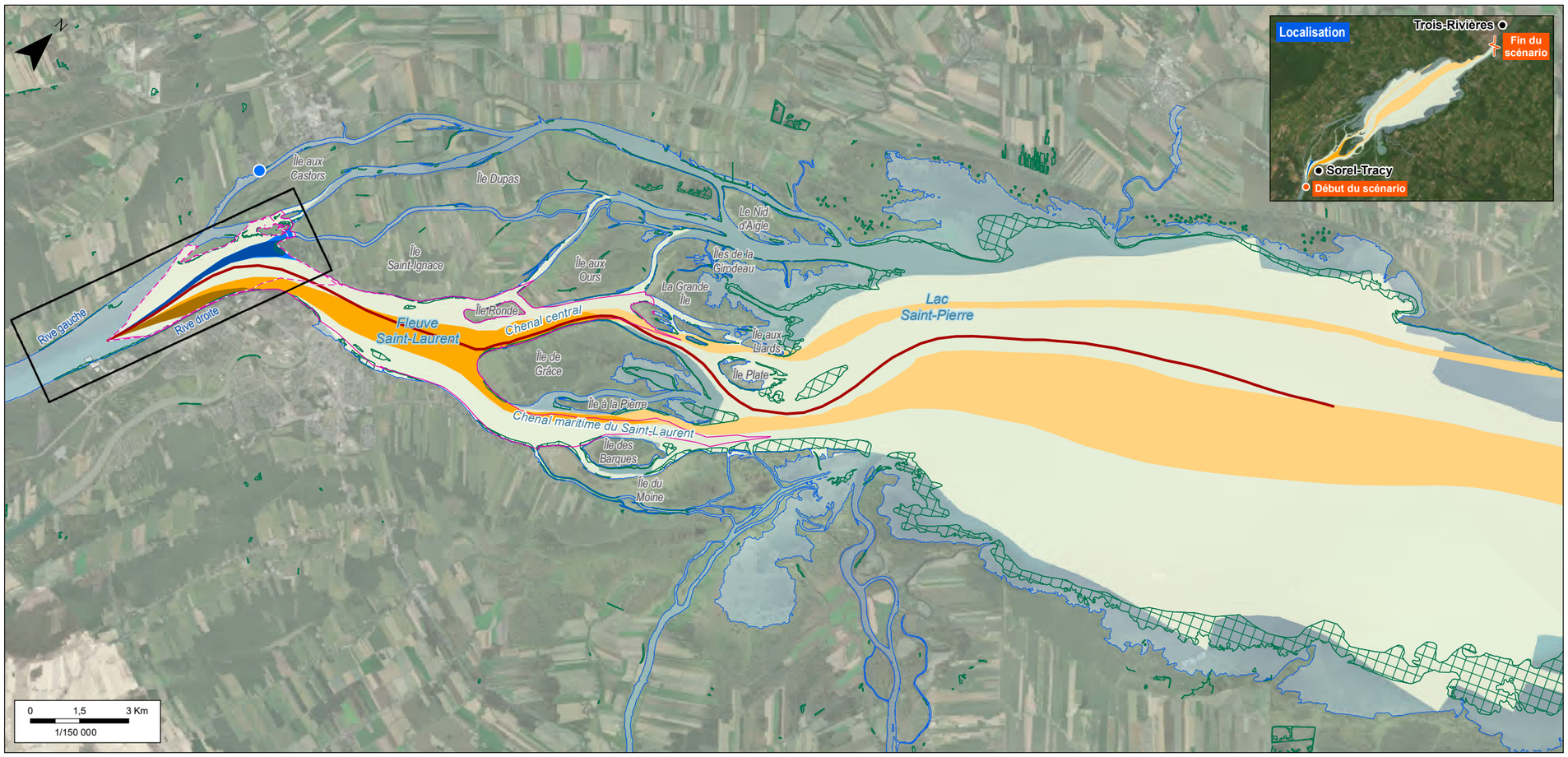
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Janvier 2025 | **Carte 6**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L13_Panache\695075-E4-EI-C6-DS05-VN-250115-00.mxd

Carte 07 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario C de déversement de 4 600 m^3 de carburant diesel à la suite d’une collision dans la voie navigable





COMPOSANTE DU PROJET

Zone du projet

ÉTENDUE « PROBABLE » DU PANACHE POUR DIFFÉRENTS SCÉNARIOS DE VENT

2h 6h 24h

Sud

Sud-ouest

Absence de vent

AUTRES TRAJECTOIRES

2h 6h 24h

Étendue « possible » du panache tous vents confondus

Probable : trajectoire déterminée sur la valeur des intrants
Possible : trajectoire déterminée en ajoutant une incertitude (variabilité) sur la valeur des intrants

AUTRES ÉLÉMENTS DU MILIEU

Prise d'eau potable

Étendue d'eau et rive

Herbier aquatique (CIC, 2020 et AtkinsRéalis, 2021)

NOTE :

Chaque encart représente l'étendue du panache « probable » pour les 2 scénarios de vent considérés (sud, sud-ouest), l'étendue du panache « possible » tous vents confondus ainsi que la trajectoire du panache « probable » en absence de vent.
Le tableau rappel les conditions environnementales utilisées.

Saison :	Été
Saint-Laurent :	Débit moyen
Tributaires :	Étiage
Vent :	8,78 m/s

QSL

AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Panaches d'hydrocarbures selon le scénario C de déversement de 4 600 m^3 de carburant à la suite d'une défaillance dans la voie navigable

Sources :

Bathymétrie, Environnement Canada, août 2023
Carte marine 1312, 1/40 000, Pêche et Océan Canada, 1999
Herbiers, Canards Illimités Canada, septembre 2020
Prise d'eau potable, MRC de D'Autray, 19 mars 2024
MAXAR image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

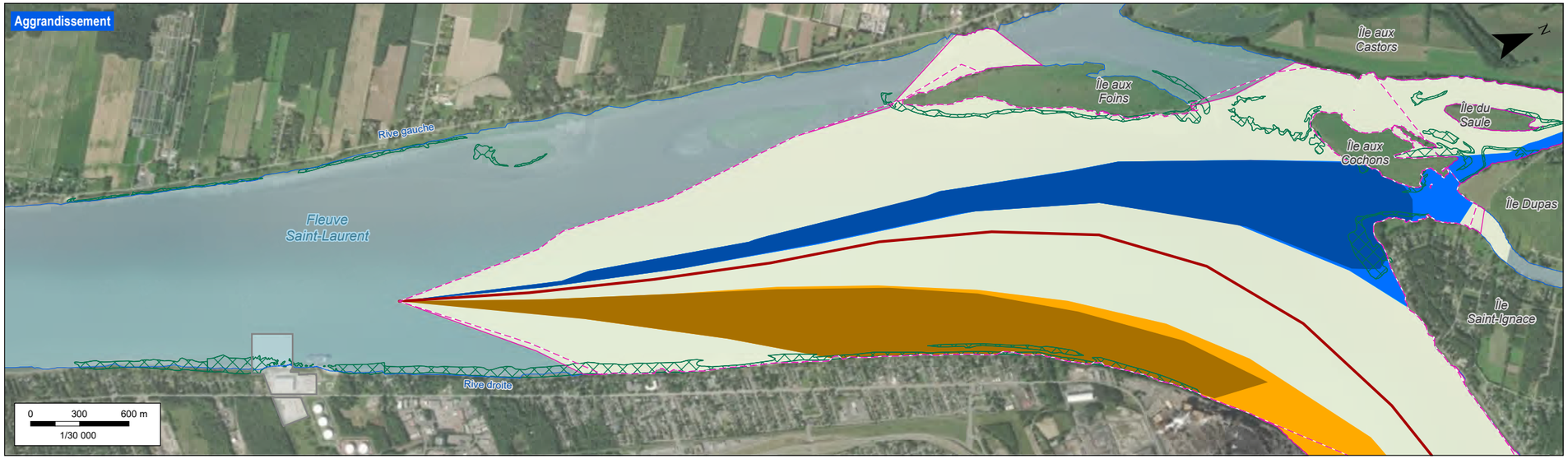
Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C7-DS07-VN-250115-00.mxd

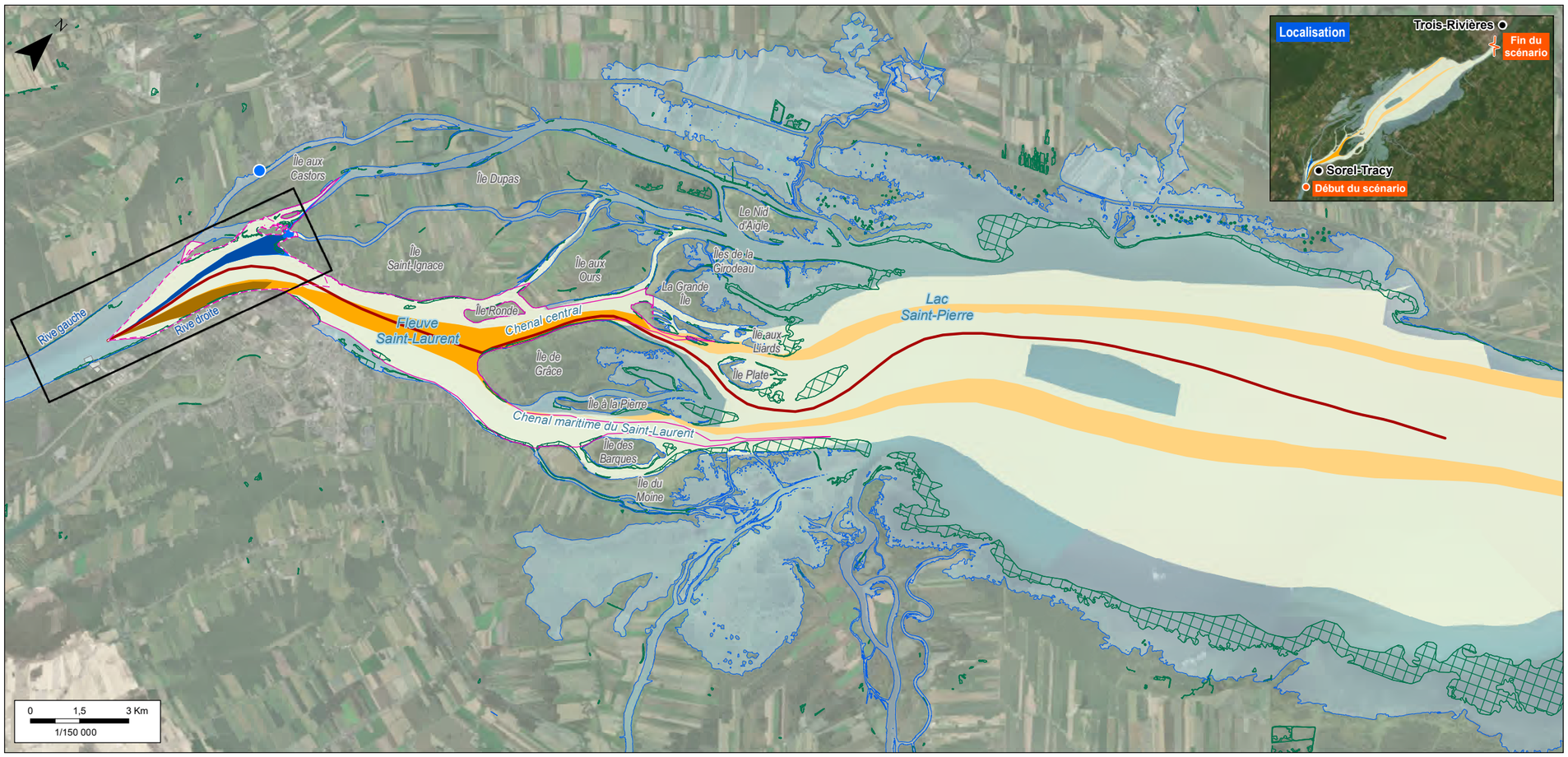
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Janvier 2025 | **Carte 7**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L13_Panache\695075-E4-EI-C7-DS07-VN-250115-00.mxd

Carte 08 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario D de déversement de 4 600 m^3 de carburant diesel à la suite d’une collision dans la voie navigable





COMPOSANTE DU PROJET

Zone du projet

ÉTENDUE « PROBABLE » DU PANACHE POUR DIFFÉRENTS SCÉNARIOS DE VENT

2h 6h 24h

Sud

Sud-ouest

Absence de vent

AUTRES TRAJECTOIRES

2h 6h 24h

Étendue « possible » du panache tous vents confondus

Probable : trajectoire déterminée sur la valeur des intrants
Possible : trajectoire déterminée en ajoutant une incertitude (variabilité) sur la valeur des intrants

AUTRES ÉLÉMENTS DU MILIEU

Prise d'eau potable

Étendue d'eau et rive

Herbier aquatique (CIC, 2020 et AtkinsRéalis, 2021)

NOTE :

Chaque encart représente l'étendue du panache « probable » pour les 2 scénarios de vent considérés (sud, sud-ouest), l'étendue du panache « possible » tous vents confondus ainsi que la trajectoire du panache « probable » en absence de vent.
Le tableau rappel les conditions environnementales utilisées.

Saison :	Automne
Saint-Laurent :	Débit moyen
Tributaires :	Crue
Vent :	10,61 m/s

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Panaches d'hydrocarbures selon le scénario D de déversement de 4 600 m^3 de carburant à la suite d'une défaillance dans la voie navigable

Sources :

Bathymétrie, Environnement Canada, août 2023
Carte marine 1312, 1/40 000, Pêche et Océan Canada, 1999
Herbiers, Canards Illimités Canada, septembre 2020
Prise d'eau potable, MRC de D'Autray, 19 mars 2024
MAXAR image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

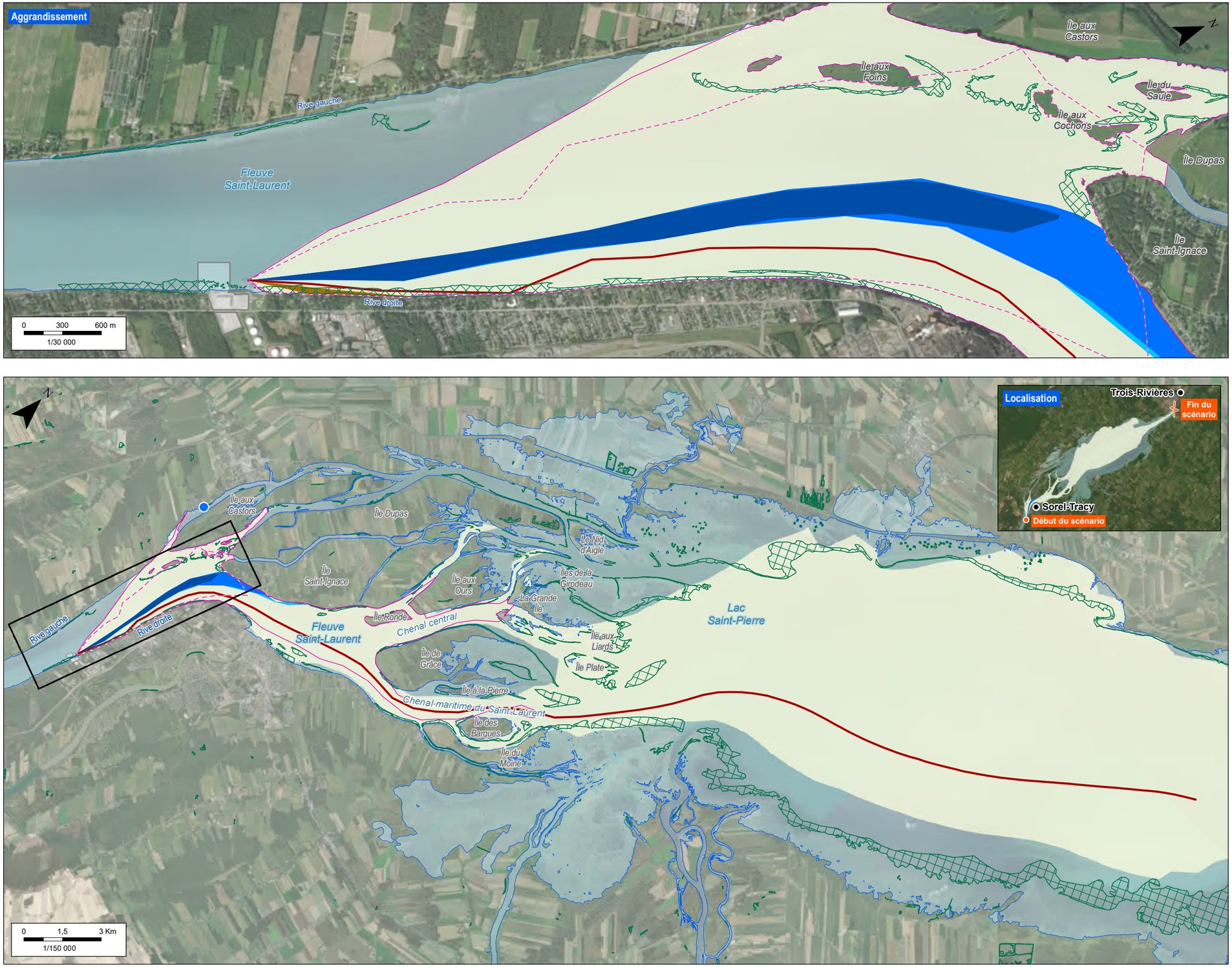
Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C8-DS08-VN-250115-00.mxd

MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Janvier 2025 | **Carte 8**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L13_Panache\695075-E4-EI-C8-DS08-VN-250115-00.mxd

Carte 09 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario A de déversement de 13 800 m^3 de carburant non-dégradable à la suite d’une collision avec un autre navire au quai Kildair



COMPOSANTE DU PROJET

Zone du projet

ÉTENDUE « PROBABLE » DU PANACHE POUR DIFFÉRENTS SCÉNARIOS DE VENT

2h 6h 24h

Sud

Sud-ouest

Absence de vent

AUTRES TRAJECTOIRES

2h 6h 24h

Étendue « possible » du panache tous vents confondus

Probable : trajectoire déterminée sur la valeur des intrants
Possible : trajectoire déterminée en ajoutant une incertitude (variabilité) sur la valeur des intrants

AUTRES ÉLÉMENTS DU MILIEU

Prise d'eau potable

Étendue d'eau et rive

Herbier aquatique (CIC, 2020 et AtkinsRéalis, 2021)

NOTE :

Chaque encart représente l'étendue du panache « probable » pour les 2 scénarios de vent considérés (sud, sud-ouest), l'étendue du panache « possible » tous vents confondus ainsi que la trajectoire du panache « probable » en absence de vent.
Le tableau rappel les conditions environnementales utilisées.

Saison :	Printemps
Saint-Laurent :	Crue moyenne
Tributaires :	Crue
Vent :	9,88 m/s

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Panaches d'hydrocarbures selon le scénario A de déversement de 13 800 m^3 de NW à la suite d'une collision avec un autre navire au quai Kildaire

Sources :

Bathymétrie, Environnement Canada, août 2023
Carte marine 1312, 1/40 000, Pêche et Océan Canada, 1999
Herbiers, Canards Illimités Canada, septembre 2020
Prise d'eau potable, MRC de D'Autray, 19 mars 2024
MAXAR image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

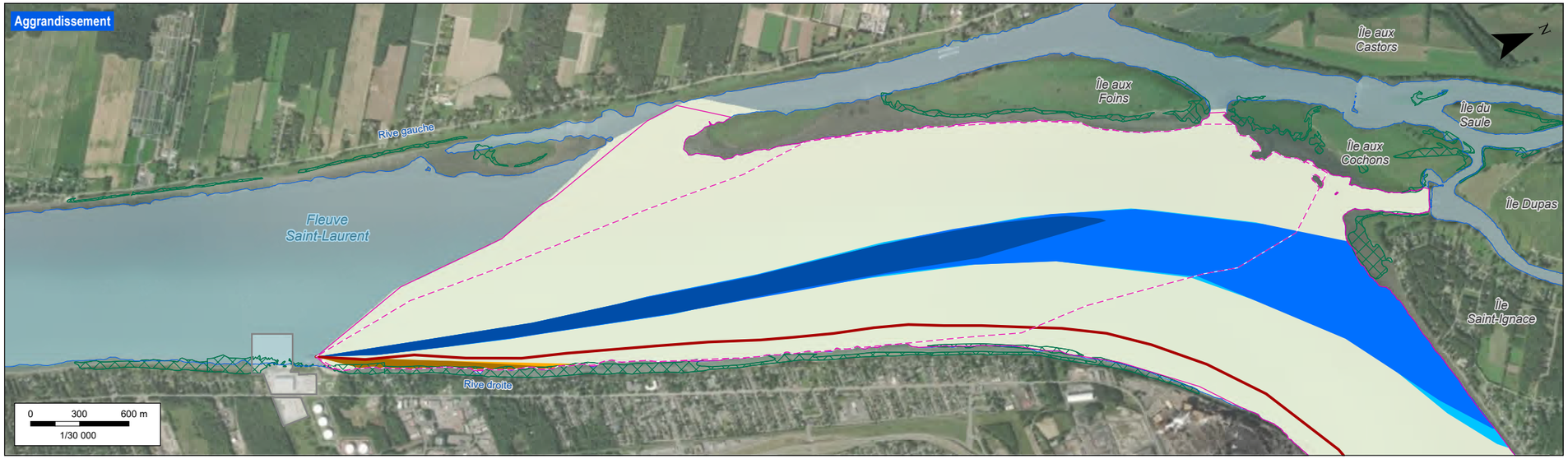
Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C9-NWS01-QK-250115-00.mxd

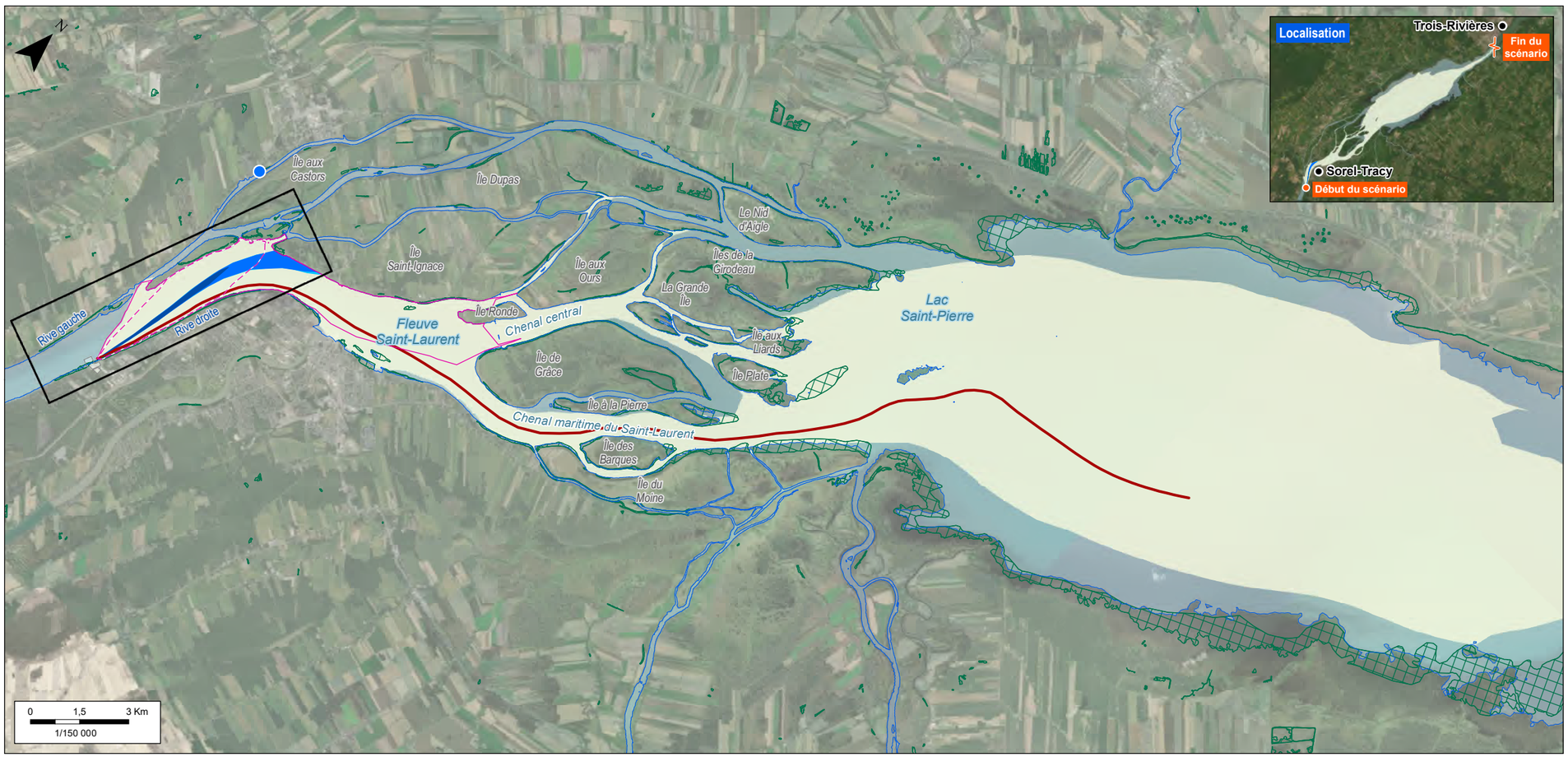
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Janvier 2025 | **Carte 9**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L13_Panache\695075-E4-EI-C9-NWS01-QK-250115-00.mxd

Carte 10 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario B de déversement de 13 800 m^3 de carburant non-dégradable à la suite d’une collision avec un autre navire au quai Kildair





COMPOSANTE DU PROJET

Zone du projet

ÉTENDUE « PROBABLE » DU PANACHE POUR DIFFÉRENTS SCÉNARIOS DE VENT

2h 6h 24h

Sud

Sud-ouest

Absence de vent

AUTRES TRAJECTOIRES

2h 6h 24h

Étendue « possible » du panache tous vents confondus

Probable : trajectoire déterminée sur la valeur des intrants
Possible : trajectoire déterminée en ajoutant une incertitude (variabilité) sur la valeur des intrants

AUTRES ÉLÉMENTS DU MILIEU

Prise d'eau potable

Étendue d'eau et rive

Herbier aquatique (CIC, 2020 et AtkinsRéalis, 2021)

NOTE :

Chaque encart représente l'étendue du panache « probable » pour les 2 scénarios de vent considérés (sud, sud-ouest), l'étendue du panache « possible » tous vents confondus ainsi que la trajectoire du panache « probable » en absence de vent.
Le tableau rappel les conditions environnementales utilisées.

Saison :	Été
Saint-Laurent :	Étiage
Tributaires :	Étiage
Vent :	8,78 m/s

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Panaches d'hydrocarbures selon le scénario B de déversement de 13 800 m^3 de NW à la suite d'une collision avec un autre navire au quai Kildaire

Sources :

Bathymétrie, Environnement Canada, août 2023
Carte marine 1312, 1/40 000, Pêche et Océan Canada, 1999
Herbiers, Canards Illimités Canada, septembre 2020
Prise d'eau potable, MRC de D'Autray, 19 mars 2024
MAXAR image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

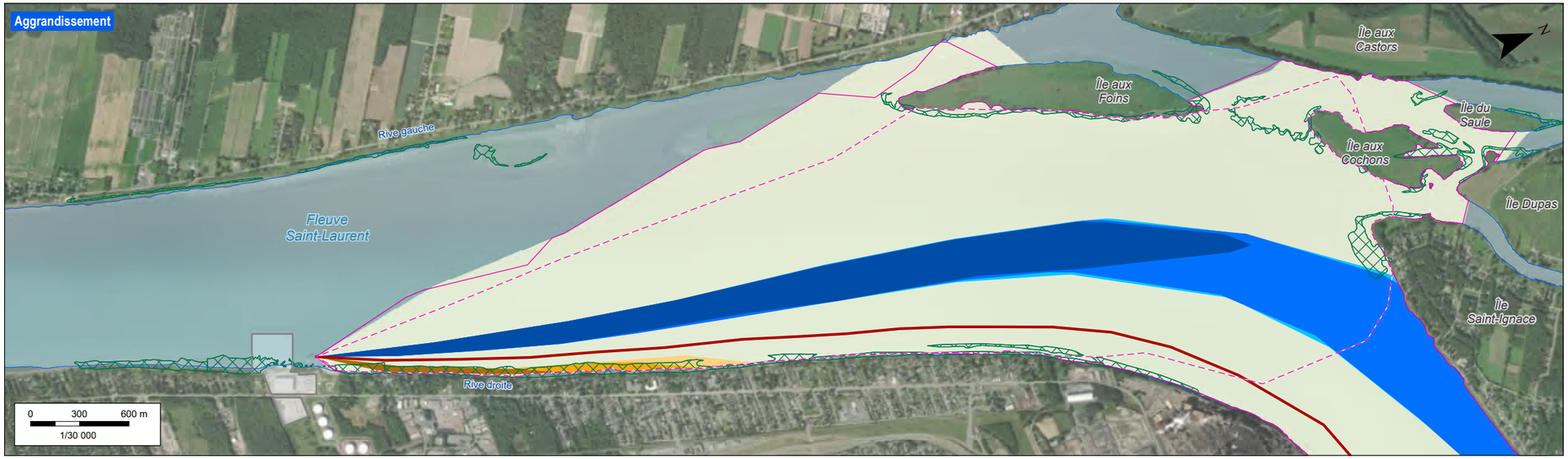
Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C10-NWS05-QK-250115-00.mxd

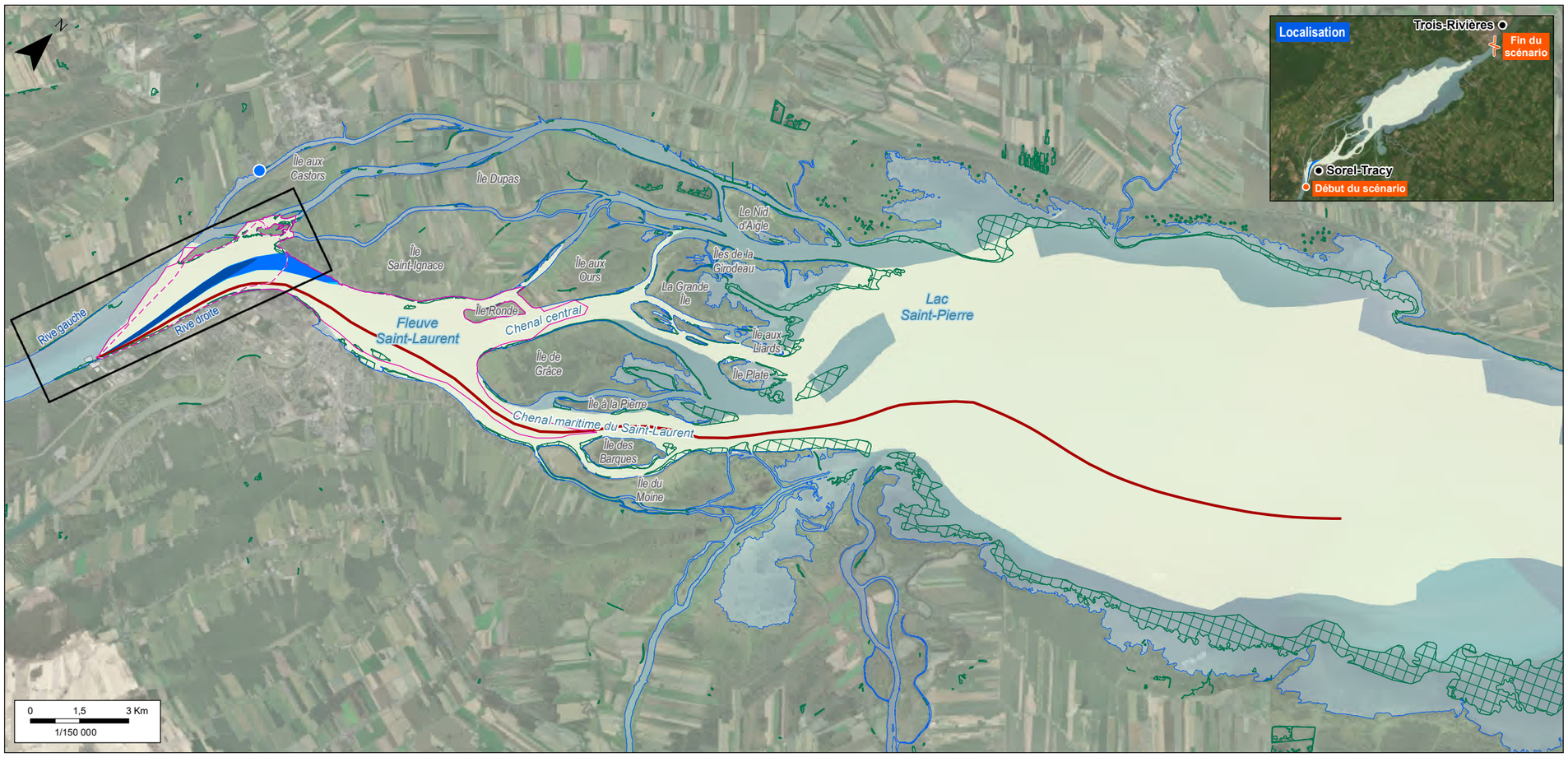
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Janvier 2025 | **Carte 10**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L13_Panache\695075-E4-EI-C10-NWS05-QK-250115-00.mxd

Carte 11 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario C de déversement de 13 800 m^3 de carburant non-dégradable à la suite d’une collision avec un autre navire au quai Kildair





COMPOSANTE DU PROJET

Zone du projet

ÉTENDUE « PROBABLE » DU PANACHE POUR DIFFÉRENTS SCÉNARIOS DE VENT

2h 6h 24h

Sud

Sud-ouest

Absence de vent

AUTRES TRAJECTOIRES

2h 6h 24h

Étendue « possible » du panache tous vents confondus

Probable : trajectoire déterminée sur la valeur des intrants
Possible : trajectoire déterminée en ajoutant une incertitude (variabilité) sur la valeur des intrants

AUTRES ÉLÉMENTS DU MILIEU

Prise d'eau potable

Étendue d'eau et rive

Herbier aquatique (CIC, 2020 et AtkinsRéalis, 2021)

NOTE :

Chaque encart représente l'étendue du panache « probable » pour les 2 scénarios de vent considérés (sud, sud-ouest), l'étendue du panache « possible » tous vents confondus ainsi que la trajectoire du panache « probable » en absence de vent.
Le tableau rappel les conditions environnementales utilisées.

Saison :	Été
Saint-Laurent :	Débit moyen
Tributaires :	Étiage
Vent :	8,78 m/s

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Panaches d'hydrocarbures selon le scénario C de déversement de 13 800 m^3 de NW à la suite d'une collision avec un autre navire au quai Kildaire

Sources :

Bathymétrie, Environnement Canada, août 2023
Carte marine 1312, 1/40 000, Pêche et Océan Canada, 1999
Herbiers, Canards Illimités Canada, septembre 2020
Prise d'eau potable, MRC de D'Autray, 19 mars 2024
MAXAR image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

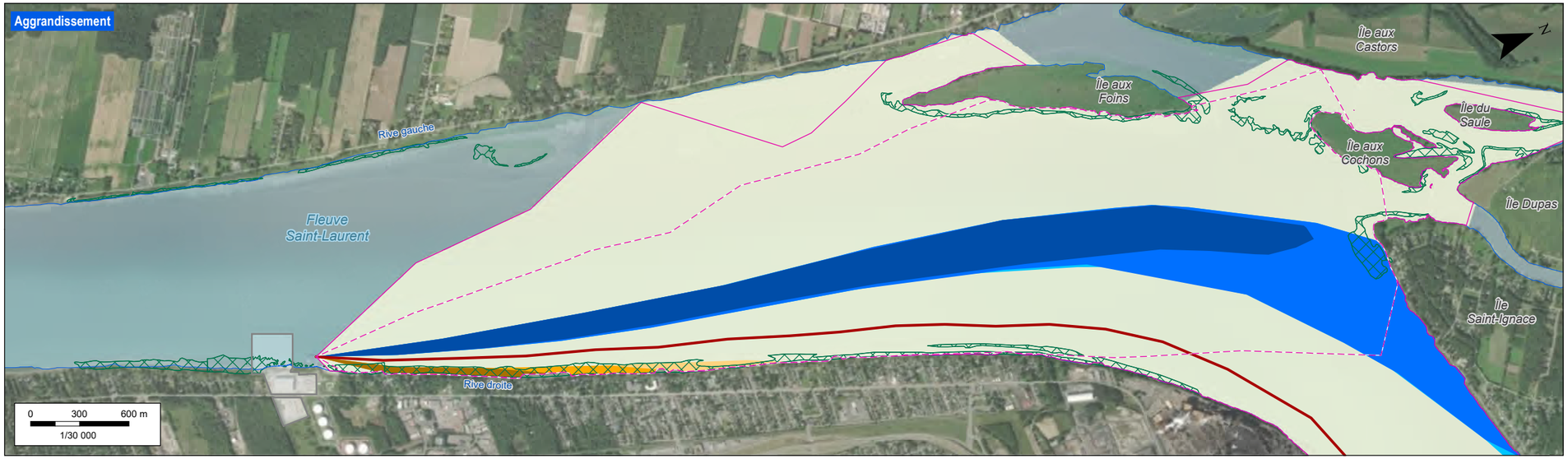
Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C11-NWS07-QK-250115-00.mxd

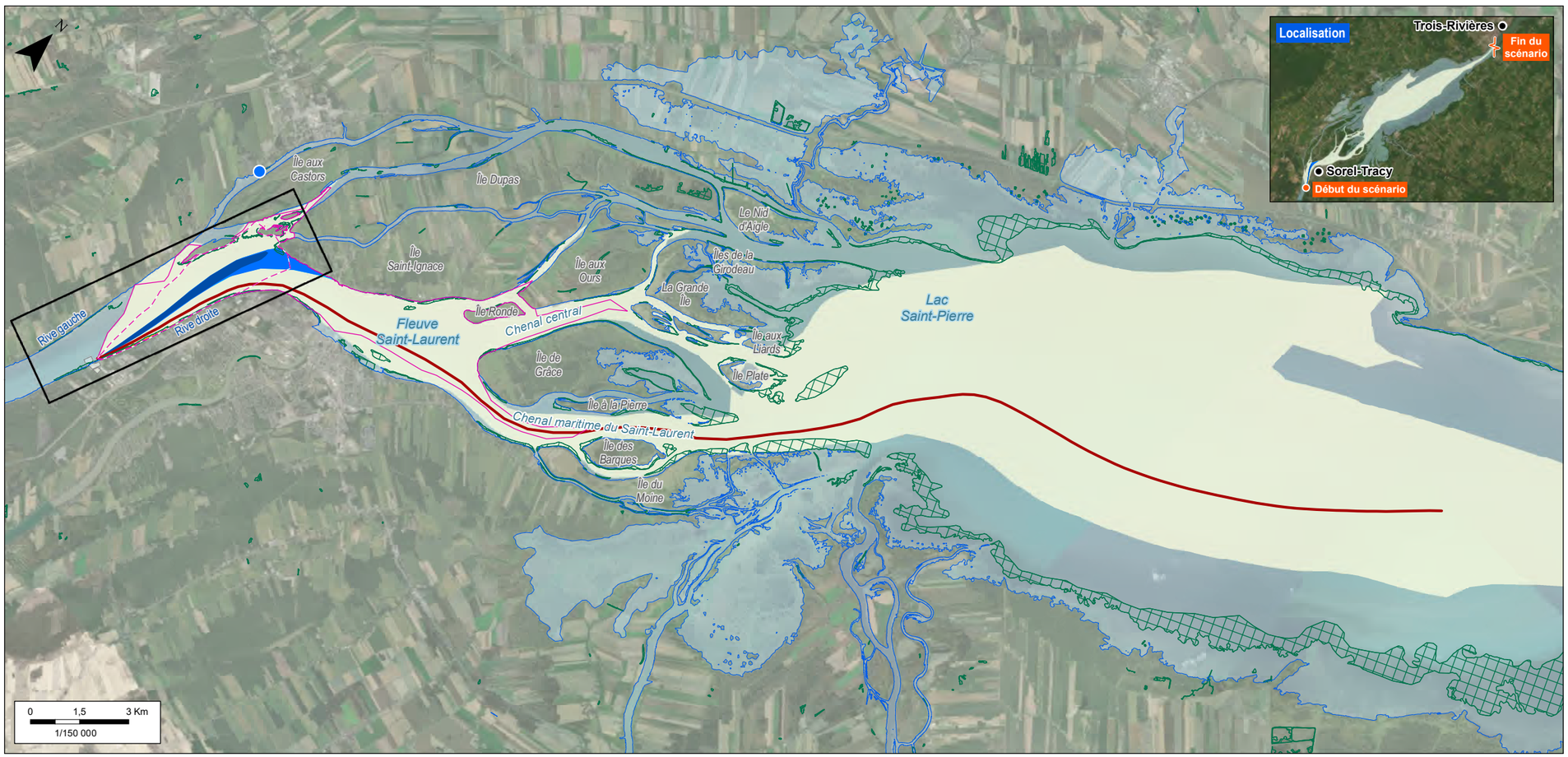
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Janvier 2025 | **Carte 11**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L13_Panache\695075-E4-EI-C11-NWS07-QK-250115-00.mxd

Carte 12 Panaches d'hydrocarbures selon le scénario D de déversement de 13 800 m^3 de carburant non-dégradable à la suite d’une collision avec un autre navire au quai Kildair





COMPOSANTE DU PROJET

Zone du projet

ÉTENDUE « PROBABLE » DU PANACHE POUR DIFFÉRENTS SCÉNARIOS DE VENT

2h 6h 24h

Sud

Sud-ouest

Absence de vent

AUTRES TRAJECTOIRES

2h 6h 24h

Étendue « possible » du panache tous vents confondus

Probable : trajectoire déterminée sur la valeur des intrants
Possible : trajectoire déterminée en ajoutant une incertitude (variabilité) sur la valeur des intrants

AUTRES ÉLÉMENTS DU MILIEU

Prise d'eau potable

Étendue d'eau et rive

Herbier aquatique (CIC, 2020 et AtkinsRéalis, 2021)

NOTE :

Chaque encart représente l'étendue du panache « probable » pour les 2 scénarios de vent considérés (sud, sud-ouest), l'étendue du panache « possible » tous vents confondus ainsi que la trajectoire du panache « probable » en absence de vent.
Le tableau rappel les conditions environnementales utilisées.

Saison :	Automne
Saint-Laurent :	Débit moyen
Tributaires :	Crue
Vent :	10,61 m/s

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Panaches d'hydrocarbures selon le scénario D de déversement de 13 800 m^3 de NW à la suite d'une collision avec un autre navire au quai Kildaire

Sources :

Bathymétrie, Environnement Canada, août 2023
Carte marine 1312, 1/40 000, Pêche et Océan Canada, 1999
Herbiers, Canards Illimités Canada, septembre 2020
Prise d'eau potable, MRC de D'Autray, 19 mars 2024
MAXAR image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C12-NWS08-QK-250115-00.mxd

MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Janvier 2025 | **Carte 12**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L13_Panache\695075-E4-EI-C12-NWS08-QK-250115-00.mxd

Carte 13 Étendue de la couverture détaillée du modèle ECCC

300 000

350 000

5 150 000

5 100 000

5 050 000

MILIEU PHYSIQUE

Domaine de modélisation (modèle SHOP version 3.0.0.)

N

Shawinigan

Trois-Rivières

Lac
Saint-Pierre

Joliette

Sorel-Tracy

Site du projet

Fleuve Saint-Laurent

Drummondville

Saint-Hyacinthe

Longueuil

Montréal

Saint-Jean-sur-Richelieu

55
40
132
30
573
25
20
15
116
10

QSL

AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - Secteur Saint-Laurent

Étendue de la couverture détaillée du modèle ECCC

Sources :

Atlas Canada, 1M, RNCan, 2017
BDGA, 1M, MRNF Québec, 2012
BDTA, 1/250 000, MRN Québec, 2002
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
Domaine de modélisation, Environnement Canada, août 2023

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C13-localisation-250115-00.mxd

0 4 8 km

1/400 000

Projection MTM, fuseau 8, NAD83

Janvier 2025

Carte 13

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L13_Panache\695075-E4-EI-C13-localisation-250115-00.mxd

AtkinsRéalis



AtkinsRéalis
455, boul. René-Lévesque Ouest
Montréal (Québec) Canada H2Y 1Z3
514.393.8000

© AtkinsRéalis

12. Étude de dispersion atmosphérique

AtkinsRéalis

Étude de dispersion atmosphérique

QSL International ltée

Le 24 janvier 2025

N/Réf. : 695075-4E-L08-01

Construction d’un terminal à Sorel-Tracy

Avis

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

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

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

Page de signatures

Préparé par :



Simon Piché, ing., Ph. D. (OIQ nº 5001655)
Chargé de projet, Qualité de l'air

Environnement
Services d'ingénierie

Révisé par :



Éric Delisle, B. Sc.
Spécialiste en dispersion atmosphérique

Environnement
Services d'ingénierie

Équipe de travail

AtkinsRéalis Canada inc.

Simon Piché, ing.	Rédaction
Éric Delisle, B. Sc.	Révision

Table des matières

1. Introduction 1

1.1 Aperçu du projet 1

1.2 Objectifs 1

2. Méthodologie 4

2.1 Modèle de dispersion 4

2.2 Météorologie 7

2.2.1 Représentativité du jeu de données météorologiques 7

2.3 Domaine de simulation 11

2.4 Effet de sillage des bâtiments 13

2.5 Normes et critères de qualité de l'atmosphère 13

2.5.1 Cas des composés aromatiques polycycliques 17

2.5.2 Cas des odeurs 18

2.6 Conditions de référence 19

2.6.1 Indice de qualité de l'air 19

2.6.2 Système de gestion de la qualité de l'air 20

2.6.3 Portrait des principaux émetteurs environnants 21

2.6.4 Impact des sources d'émissions sur les récepteurs sensibles 22

2.6.5 Concentrations initiales 25

2.6.6 Cas des dépôts atmosphériques 29

2.7 Dioxyde d'azote : conversion du NO en NO_2 32

2.8 Paramètres pour la déposition sèche des PM 34

2.9 Concentration pour une durée inférieure à une heure 34

2.10 Définition des scénarios de simulation / variance des émissions 34

3. Phase de construction 36

3.1 Sources d'émissions atmosphériques 36

3.2 Calcul des taux d'émission 37

3.2.1 Remorqueur 37

3.2.2 Équipements mobiles hors route 39

3.2.3 Transport routier 43

3.3 Sommaire des taux et paramètres d'émission 45

3.4 Résultats pour la phase de construction 48

3.4.1 Principaux contaminants atmosphériques 48

3.4.2 Composés organiques, métaux et autres contaminants 51

3.4.3 Odeurs 51

3.4.4 Retombés de poussières 51

4. Phase d'exploitation 62

4.1 Scénarios et sources d'émissions retenus 62

4.2 Calcul des taux d'émission 64
4.2.1 Navires 64
4.2.2 Remorqueurs 67
4.2.3 Équipements mobiles hors route 68
4.2.4 Transport routier 69
4.2.5 Transfert de matériaux en vrac 71

4.3 Sommaire des taux et paramètres d'émission 72

4.4 Résultats pour l'exploitation du projet (scénario #1) 80
4.4.1 Principaux contaminants atmosphériques 80
4.4.2 Composés organiques, métaux et autres contaminants 84
4.4.3 Odeurs 84
4.4.4 Retombées de poussières 84

4.5 Résultats pour l'exploitation – Scénario cumulatif (scénario #2) 99
4.5.1 Principaux contaminants atmosphériques 99
4.5.2 Composés organiques, métaux et autres contaminants 103
4.5.3 Odeurs 103
4.5.4 Retombés de poussières 103

5. Incertitudes et conclusions 120

5.1 Analyse des incertitudes 120
5.1.1 Données du projet 120
5.1.2 Estimation des émissions 120
5.1.3 Scénarios d'émission 121
5.1.4 Modèle de dispersion 121
5.1.5 Concentrations initiales 122

5.2 Conclusions 122
5.2.1 Phase de construction 122
5.2.2 Phase d'exploitation 123

6. Références 128

Liste des tableaux

Tableau 2-1 Options utilisées dans AERMOD 6
Tableau 2-2 Liste des récepteurs discrets et sensibles 11
Tableau 2-3 Bâtiments équivalents considérés dans les simulations 13
Tableau 2-4 Normes et qualité de l'atmosphère (RAA et NCQAA) et concentrations initiales des principaux contaminants atmosphériques 14
Tableau 2-5 Normes et critères de qualité de l'atmosphère et concentrations initiales des contaminants toxiques du RAA et MELCCFP 15
Tableau 2-6 Facteurs d'équivalence de toxicité des principaux HAP comptabilisés 17
Tableau 2-7 Calcul des ratios de NHAP, OHAP, AHAP et DBT 18
Tableau 2-8 Compte rendu de l'indice de qualité de l'air annuellement 19
Tableau 2-9 Établissements ayant rapporté des émissions à l'INRP pour l'année 2022 23
Tableau 2-10 Impact relatif des principales sources d'émissions sur les récepteurs sensibles de l'étude 24
Tableau 2-11 Concentrations ambiantes mesurées aux stations du RSQAQ à l'intérieur de 100 km du nouveau terminal 27
Tableau 2-12 Concentration de carbone noir mesurée à deux stations du RSQAQ récemment 29
Tableau 2-13 Ratio NO_2/NOx des émissions de NOx par catégorie de sources de l'étude 33
Tableau 3-1 Sources d'émissions atmosphériques retenues – Phase de construction 37
Tableau 3-2 Phase de construction – Remorqueur 38
Tableau 3-3 Facteurs d'émission du remorqueur – Phase de construction 38
Tableau 3-4 Fraction des contaminants toxiques dans les $PM_{2.5}$ et HC – Secteur maritime 39
Tableau 3-5 Phase de construction – Équipements mobiles hors route 40
Tableau 3-6 Facteurs d'émission des équipements mobiles hors route – Phase de construction 42
Tableau 3-7 Fraction des contaminants toxiques dans les $PM_{2.5}$ et HC – Équipements mobiles hors route 42
Tableau 3-8 Phase de construction – Transport routier 44
Tableau 3-9 Facteurs d'émission des moteurs de camions – Phase de construction 44
Tableau 3-10 Fractions des contaminants toxiques dans les $PM_{2.5}$ et HC – Transport routier 45
Tableau 3-11 Taux et paramètres d'émission de la phase de construction – Remorqueur 45
Tableau 3-12 Taux et paramètres d'émission de la phase de construction – Équipements mobiles 46
Tableau 3-13 Taux et paramètres d'émission pour la phase de construction – Transport routier 46
Tableau 3-14 Sommaire des concentrations maximales de PCA calculées dans l'air ambiant selon le scénario d'émission développé pour la phase de construction 49
Tableau 3-15 Concentrations maximales de NO_2 calculés dans l'air ambiant selon le scénario d'émission développé pour la phase de construction et la méthode de traitement du NO_2 50
Tableau 3-16 Sommaire des concentrations maximales des contaminants toxiques calculés dans l'air ambiant selon le scénario d'émission développé pour la phase de construction 52
Tableau 3-17 Sommaire des concentrations maximales ($\mu g/m^3$) pour certains composés dans l'air ambiant pour les récepteurs discrets et sensibles lors de la phase de construction 54

Tableau 4-1 Sources d'émissions retenues – Phase d'exploitation 63
Tableau 4-2 Phase d'exploitation – Vraquiers (Scénarios #1 et #2) 65
Tableau 4-3 Phase d'exploitation – Navires pétroliers (Scénario #2 seulement) 66
Tableau 4-4 Facteurs d'émission des vraquiers et navires pétroliers – Phase d'exploitation 67
Tableau 4-5 Phase d'exploitation – Remorqueurs 67
Tableau 4-6 Phase d'exploitation – Équipements mobiles hors route 68
Tableau 4-7 Facteurs d'émission des équipements mobiles hors route – Phase d'exploitation 69
Tableau 4-8 Transport routier – Phase d'exploitation 70
Tableau 4-9 Facteurs d'émission des moteurs des véhicules associés au scénario #2 70
Tableau 4-10 Transfert de matériaux en vrac – Phase d'exploitation 71
Tableau 4-11 Taux et paramètres d'émission pour la phase d'exploitation – Vraquier à quai 73
Tableau 4-12 Taux et paramètres d'émission pour la phase d'exploitation – Navire pétrolier à quai 73
Tableau 4-13 Taux et paramètres d'émission pour la phase d'exploitation – Vraquier en mouvement 74
Tableau 4-14 Taux et paramètres d'émission pour la phase d'exploitation – Pétrolier en mouvement 74
Tableau 4-15 Taux et paramètres d'émission pour la phase d'exploitation – Remorqueurs 75
Tableau 4-16 Taux et paramètres d'émission pour la phase d'exploitation – Équipement mobile 75
Tableau 4-17 Taux et paramètres d'émission pour la phase d'exploitation – Transport routier 76
Tableau 4-18 Taux et paramètres d'émission pour la phase d'exploitation – Déchargement des matériaux en vrac au quai 76
Tableau 4-19 Taux et paramètres d'émission pour la phase d'exploitation – Déchargement du sel sur la plateforme d'entreposage 77
Tableau 4-20 Taux et paramètres d'émission pour la phase d'exploitation – Chargement du sel dans des camions 77
Tableau 4-21 Paramètres pour la déposition sèche des particules pour les sources fugitives de la phase d'exploitation 78
Tableau 4-22 Sommaire des concentrations maximales de PCA calculées dans l'air ambiant pour le scénario #1 (terminal seulement) développé pour la phase d'exploitation 81
Tableau 4-23 Concentrations maximales de NO_2 calculées dans l'air ambiant pour le scénario #1 (terminal seulement) développé pour la phase d'exploitation et la méthode de traitement du NO_2 83
Tableau 4-24 Sommaire des concentrations maximales des contaminants toxiques calculées dans l'air ambiant pour le scénario #1 (terminal seulement) pour la phase d'exploitation 85
Tableau 4-25 Sommaire des concentrations maximales ($\mu g/m^3$) pour certains composés pour les récepteurs discrets et sensibles liés au scénario #1 (terminal seulement) 87
Tableau 4-26 Sommaire des concentrations maximales de PCA calculées dans l'air ambiant pour le scénario #2 (cumulatif) développé pour la phase d'exploitation 100
Tableau 4-27 Concentrations maximales de NO_2 calculés dans l'air ambiant pour le scénario #2 (cumulatif) développé pour la phase d'exploitation et la méthode de traitement du NO_2 102
Tableau 4-28 Sommaire des concentrations maximales des contaminants toxiques calculées dans l'air ambiant pour le scénario #2 (cumulatif) développé pour la phase d'exploitation 104

Tableau 4-29 Sommaire des concentrations maximales (µg/m³) pour certains composés aux récepteurs discrets et sensibles liés au scénario #2 (cumulatif) 106
Tableau 5-1 Comparaison des résultats du scénario #1 (projet seulement) vs #2 (scénario cumulatif) 126
Tableau 5-2 Comparaison des résultats du scénario #2 (scénario cumulatif) avec les conditions actuelles seulement concernant les concentrations horaires maximales de NO_2 selon la représentation statistique de la NCQAA 127

Liste des figures

Figure 2-1 Rose des vents des observations horaires 2009-2013 pour la station de L'Assomption 9
Figure 2-2 Rose des vents saisonniers des observations horaires 2009-2013 pour la station de l'Assomption 10
Figure 2-3 Tendance du nombre de jours avec un indice de qualité de l'air (IQA) qualifié de mauvais selon la méthode du MELCCFP 20
Figure 2-4 Relation entre les concentrations moyennes de PM_T mesurées dans l'air ambiant et les dépôts de poussières moyens à 12 stations de Beauport et Limoilou de 1979 à 1982 30
Figure 2-5 Concentration horaire d'O_3 mesurée à l'Assomption de 2009 à 2013 33

Liste des cartes

Carte 2-1 Zone d'étude élargie pour la qualité de l'air et domaine de simulation 12
Carte 3-1 Sources d'émissions atmosphériques en phase de construction 47
Carte 3-2 Concentrations totales maximales journalières de PM_T (µg/m³) calculées dans l'air ambiant lors de la phase de construction 56
Carte 3-3 Concentrations totales horaires de NO_2 (µg/m³) calculées dans l'air ambiant selon la méthode « conversion totale » lors de la phase de construction pour comparaison avec la norme du RAA 57
Carte 3-4 Concentrations totales horaires de NO_2 (µg/m³) calculées dans l'air ambiant selon la méthode OLM avec concentrations d'O_3 variables lors de la phase de construction pour comparaison avec la norme du RAA 58
Carte 3-5 Concentrations totales horaires de NO_2 (µg/m³) calculées dans l'air ambiant selon la méthode « conversion totale » lors de la phase de construction pour comparaison avec la NCQAA 59
Carte 3-6 Concentrations totales horaires de NO_2 (µg/m³) calculées dans l'air ambiant selon la méthode OLM avec concentrations d'O_3 variables lors de la phase de construction pour comparaison avec la NCQAA 60
Carte 3-7 Concentrations totales sur 4 minutes de formaldéhyde (µg/m³) calculées dans l'air ambiant lors de la phase de construction 61
Carte 4-1 Sources d'émissions atmosphériques en phase d'exploitation 79
Carte 4-2 Concentrations totales maximales journalières de PM_T (µg/m³) calculées dans l'air ambiant lors de la phase d'exploitation (scénario #1) sans déplétion du panache 90
Carte 4-3 Concentrations totales maximales journalières de PM_T (µg/m³) calculées dans l'air ambiant lors de la phase d'exploitation (scénario #1) avec déplétion du panache 91

Carte 4-4 Concentrations totales maximales journalières de $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) calculées dans l'air ambiant lors de la phase d'exploitation (scénario #1) 92
Carte 4-5 Concentrations totales maximales horaires de NO_2 ($\mu g/m^3$) calculées dans l'air ambiant selon la méthode « conversion totale » lors de la phase d'exploitation (scénario #1) pour comparaison avec la norme du RAA 93
Carte 4-6 Concentrations totales horaires de NO_2 ($\mu g/m^3$) calculées dans l'air ambiant selon la méthode « conversion totale » lors de la phase d'exploitation (scénario #1) pour comparaison avec la NCQAA 94
Carte 4-7 Concentrations totales horaires de NO_2 ($\mu g/m^3$) calculées dans l'air ambiant selon la méthode OLM avec concentrations d'O_3 variables et l'application d'un calendrier spécifique pour les vraquiers lors de la phase d'exploitation (scénario #1) pour comparaison avec la NCQAA 95
Carte 4-8 Concentrations totales horaires de NO_2 ($\mu g/m^3$) calculées dans l'air ambiant selon la méthode OLM avec concentrations d'O_3 variables et l'application d'un calendrier spécifique pour des vraquiers certifiés Tier III lors de la phase d'exploitation (scénario #1) pour comparaison avec la NCQAA 96
Carte 4-9 98e centile de la contribution du projet aux concentrations d'odeurs sur 4 minutes (u.o./m^3) calculées dans l'air ambiant lors de la phase d'exploitation (scénario #1) 97
Carte 4-10 Retombées de poussières totales maximales sur 30 jours (g/m^2/30 jours) calculés pour la phase d'exploitation (scénario #1) 98
Carte 4-11 Concentrations totales maximales journalières de PM_T ($\mu g/m^3$) calculées dans l'air ambiant lors de la phase d'exploitation (scénario #2) sans la déposition sèche 109
Carte 4-12 Concentrations totales maximales journalières de PM_T ($\mu g/m^3$) calculées dans l'air ambiant lors de la phase d'exploitation (scénario #2) avec la déposition sèche 110
Carte 4-13 Concentrations totales maximales journalières de $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) calculées dans l'air ambiant lors de la phase d'exploitation (scénario #2) pour comparaison avec la norme du RAA 111
Carte 4-14 Concentrations totales maximales horaires de NO_2 ($\mu g/m^3$) calculées dans l'air ambiant selon la méthode « conversion totale » lors de la phase d'exploitation (scénario #2) pour comparaison avec la norme du RAA 112
Carte 4-15 Concentrations totales maximales horaires de NO_2 ($\mu g/m^3$) calculées dans l'air ambiant selon la méthode OLM avec concentrations d'O_3 variables lors de la phase d'exploitation (scénario #2) pour comparaison avec la norme du RAA 113
Carte 4-16 Concentrations totales maximales journalières de NO_2 ($\mu g/m^3$) calculées dans l'air ambiant selon la méthode « conversion totale » lors de la phase d'exploitation (scénario #2) 114
Carte 4-17 Concentrations totales maximales journalières de NO_2 ($\mu g/m^3$) calculées dans l'air ambiant selon la méthode OLM avec concentrations d'O_3 variables lors de la phase d'exploitation (scénario #2) 115
Carte 4-18 Concentrations totales horaires de NO_2 ($\mu g/m^3$) calculées dans l'air ambiant selon la méthode « conversion totale » lors de la phase d'exploitation (scénario #2) pour comparaison avec la NCQAA 116
Carte 4-19 Concentrations totales horaires de NO_2 ($\mu g/m^3$) calculées dans l'air ambiant selon la méthode OLM avec concentrations d'O_3 variables et l'application d'un calendrier spécifique pour les navires lors de la phase d'exploitation (scénario #2) pour comparaison avec la NCQAA 117
Carte 4-20 Concentrations totales horaires de NO_2 ($\mu g/m^3$) calculées dans l'air ambiant selon la méthode OLM avec concentrations d'O_3 variables et l'application d'un calendrier spécifique pour des

vraquiers certifiés Tier III lors de la phase d'exploitation (scénario #2) pour comparaison avec la NCQAA 118

Carte 4-21 98e centile de la contribution du projet aux concentrations d'odeurs sur 4 minutes (u.o./m3) calculées dans l'air ambiant lors de la phase d'exploitation (scénario #2) 119

Liste des annexes

Annexe A Notes de calculs

1. Introduction

QSL International (QSL) désire construire et exploiter un nouveau terminal portuaire à l'endroit où était située l'ancienne centrale thermique de Tracy aux abords du fleuve Saint-Laurent. Ce projet d'envergure nécessite donc une évaluation de l'impact des émissions de contaminants atmosphériques sur la qualité de l'air dans le cadre d'une étude d'impact sur l'environnement pour l'Agence d'évaluation d'impact du Canada (AEIC) qui est réalisée par AtkinsRéalis inc. (Atkins).

La présente étude de dispersion atmosphérique (modélisation) est réalisée en réponse aux exigences des Lignes directrices individualisées relatives à l'étude d'impact (LDI) de l'AEIC, tout en s'appuyant sur les spécifications du Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique (Leduc, 2005) du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) du Québec.

Les résultats des simulations doivent alors être comparés en fonction des normes du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA), des critères québécois de qualité de l'atmosphère du MELCCFP (2022) et des normes canadiennes pour la qualité de l'air ambiant (NCQAA) développées par le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) à titre d'objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant.

1.1 Aperçu du projet

Le projet de construction du nouveau terminal comprendra l'aménagement du quai (soit en plaçant un quai flottant aménagé sur des piles en béton ou en construisant un tablier de béton sur ces piles) et la mise en place du système de convoyage du vrac entre le quai et l'entrepôt existant et la plateforme d'entreposage extérieure pour le sel. Les vraquiers pourront s'amarrer afin de décharger les matériaux selon la configuration actuelle des installations d'entreposage du terminal. Les matériaux comprendront entre autres des produits d'acier et du sel de déglaçage.

Selon les projections, un total de 440 000 tonnes de matériaux seront déchargés au terminal annuellement à partir de vraquiers de taille « Handysize » et moins (petite à moyenne taille avec port en lourd maximum de 25 000 tonnes). Les matériaux transiteront alors par un système de convoyage (ou par camions pour les produits d'acier) en direction de l'entrepôt existant ou à l'extérieur du terminal sur le terrain adjacent à l'entrepôt ou sur le terrain de QSL à l'est du terminal l'autre côté de la rue Marie-Victorin (route 132). Les matériaux seront ensuite expédiés chez les clients par camions.

1.2 Objectifs

L'objectif de cette étude est de vérifier si le projet de terminal portuaire à Sorel-Tracy risque d'entraîner des dépassements des NCQAA du CCME, des normes de qualité de l'atmosphère du RAA et des critères québécois de qualité de l'atmosphère (MELCCFP, 2023).

Comme demandé dans les LDI de l'AEIC, les contaminants à l'étude incluent les principaux contaminants atmosphériques (PCA), en plus des composés toxiques de la famille des composés organiques volatils (COV), métaux et hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Cette dernière classe comprend également les HAP alkylés, les HAP nitrés, les HAP oxygénés et les dibenzothiophènes (DBT). Les PCA comprennent les oxydes d'azote (NOx, et plus particulièrement le dioxyde d'azote (NO_2)), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de soufre (SO_2), l'ammoniac (NH_3) et les matières particulaires de diverses classes de diamètres (totales (PM_T), inférieures à 10 µm (PM_{10}) et inférieures à 2,5 µm ($PM_{2.5}$)).

La liste complète des composés toxiques considérés dans l'étude est présentée au chapitre 2 et inclut les odeurs, les matières particulaires diesel (MPD) et le carbone noir qui représente une sous-catégorie des MPD. L'étude de dispersion doit également évaluer les dépôts de poussières pour les différentes phases du projet.

Les sources d'émission de contaminants considérées dans l'étude de dispersion proviennent essentiellement de la combustion de carburants fossiles des navires et remorqueurs, camions et autres équipements mobiles utilisés pendant les phases de construction et d'exploitation. Cet exercice tient également compte des émissions fugitives de matières particulaires issues de la manutention de matériaux en vrac et du roulement des véhicules sur les routes et surfaces. L'ensemble des méthodes et intrants aux calculs des taux d'émission des contaminants sont présentés dans le présent document.

Certaines exigences et orientations ont été énoncées dans les LDI de l'AEIC dont les points saillants peuvent se résumer ainsi :

- Décrire la qualité de l'air ambiant dans les zones d'étude locales et régionales du projet et identifier les émissions et les sources existantes de contaminants. Fournir des concentrations de référence pour les contaminants dans l'air ambiant tirées de la surveillance à long terme existante ou nouvelle, avec des données de surveillance représentatives, recueillies sur une durée (pluriannuelle) et une portée géographique appropriées.
- Déterminer et prendre en compte les enjeux liés à la qualité des données de surveillance et la variabilité saisonnière du relevé de référence.
- Décrire les dépôts à l'aide des données de surveillance existantes à long terme ou de nouvelles données de surveillance pour une durée minimale d'un an;
- Effectuer les simulations sur une période appropriée pour tenir compte de la variabilité de la météorologie et des conditions de référence et utiliser les données météorologiques et d'émissions les plus récentes disponibles;
- Fournir une justification du choix du modèle de qualité de l'air, y compris le type et l'ampleur des émissions, la complexité des sources, du terrain et la météorologie;
- Le domaine de simulation devrait au minimum englober les concentrations qui correspondent à 10 % des critères de qualité de l'air pertinents;
- Effectuer des simulations de la dispersion atmosphérique pour tous les scénarios temporels pertinents, y compris le scénario du projet seul (représentant les émissions du projet uniquement), et le cas d'application (projet plus le cas de référence qui tient compte de toutes les sources d'émissions existantes). À noter qu'aucun scénario avec développement futur n'est considéré puisqu'il n'existe aucun autre projet dans le secteur qui est actuellement proposé, mais pas encore approuvé;
- Les sources d'émission du projet doivent comprendre toutes les sources fixes, diffuses et mobiles pertinentes;
- Prendre en compte la formation de polluants secondaires dans l'étude dont l'O_3 et le NO_2;
- Les nouvelles NCQAA établies par le CCME pour les $PM_{2,5}$, le O_3, le SO_2 et le NO_2 en place depuis 2020 et qui entreront en vigueur en 2025 doivent être considérées;
- Évaluer les effets sur l'environnement récepteur en :
  - comparant les résultats avec les normes les plus strictes applicables dans le contexte des bassins atmosphériques et des zones atmosphériques du Système de gestion de la qualité de l'air;
  - comparant les dépositions de poussières associées au projet avec les seuils applicables (anciens seuils du Québec) en tenant compte des dépôts actuels, le cas échéant;
- Évaluer l'incertitude des résultats en prenant en compte les incertitudes associées au modèle, à l'estimation des concentrations de référence, de l'estimation des intrants météorologiques et de l'estimation des émissions;

- Effectuer une analyse de la contribution relative des sources attribuables et non attribuables au projet relativement aux concentrations de polluants aux récepteurs clés. Les sources d'émission devraient être groupées en catégories appropriées.

Une rencontre virtuelle a lieu le 8 juin 2023 entre des responsables de QSL, AEIC et Atkins afin de discuter de certaines exigences supplémentaires de l'AEIC. Ceux-ci se résument ainsi :

- Les émissions des navires et remorqueurs en déplacement sur le fleuve doivent être considérées à l'intérieur de la zone partant de 0,75 mile marin (1,4 km) en amont du quai (direction Montréal) jusqu'à 1 mile marin (1,9 km) en aval (direction Québec) du quai;
- La présence d'autres navires qui ne sont pas sous le contrôle de QSL en transit sur le fleuve ou utilisant une zone de mouillage à proximité du terminal n'a pas à être considérée;
- Les émissions des camions routiers doivent être considérées à partir du terminal jusqu'à la bretelle d'accès de l'autoroute 30 (A-30).

Ce document comporte cinq chapitres incluant la présente introduction. Le chapitre 2 présente les méthodes utilisées pour les simulations (météorologie, topographie, concentrations initiales, récepteurs, etc.). Les chapitres 3 et 4 traitent de la phase de construction et d'exploitation du projet, respectivement, en y définissant des scénarios d'émission à partir des sources identifiées, les intrants aux calculs des émissions et les paramètres d'émission des sources considérées dans l'étude. Les résultats de simulation pour chacune de ces phases sont présentés et analysés à la fin des sections respectives en regard aux normes et critères de qualité de l'air ambiant. Finalement, le chapitre 6 présente une analyse des incertitudes liées à l'estimation des taux d'émission, aux résultats de simulation et les conclusions générales de l'étude.

2. Méthodologie

La méthode utilisée pour l'étude de dispersion atmosphérique répond aux exigences du Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique du MELCCFP (Leduc, 2005) et tient compte des recommandations de l'US EPA (2017, 2023a) pour le modèle de dispersion sélectionné. Les sous-sections suivantes présentent les détails techniques de l'étude de dispersion atmosphérique. Les détails des simulations propres aux phases de construction et d'exploitation, principalement la définition des sources et de leurs paramètres d'émission, sont présentés respectivement aux chapitres 3 et 4.

2.1 Modèle de dispersion

Le choix du modèle de dispersion utilisé pour cette étude est basé sur les exigences réglementaires (RAA et Guide de modélisation), en fonction de la localisation du projet et de la disponibilité de données spécifiques nécessaires pour alimenter les modèles.

Le modèle AERMOD « American Meteorological Society and Environmental Protection Agency Regulatory Air Dispersion Model » (version 23132, la plus récente) a été utilisée pour cette étude. Ce modèle est régulièrement utilisé dans les études d'impact sur la qualité de l'air de projets industriels au Québec et ailleurs dans le monde. Il s'agit en fait du modèle réglementaire aux États-Unis et dans plusieurs provinces canadiennes et le modèle habituellement utilisé au Québec. D'ailleurs l'annexe H du RAA mentionne que les modèles de dispersion qui peuvent être utilisés sont ceux indiqués dans l'édition la plus récente du « Guideline on air quality models » de l'US EPA (2017, Annexe W, Pt. 51). Or, ce guide désigne AERMOD comme étant le modèle privilégié pour les études de dispersion à l'échelle rapprochée ou locale (<50 km).

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

Pour le projet de terminal, les sources d'émission de contaminants seront situées au niveau ou près du sol et les impacts potentiels maximums sur la qualité de l'air surviendront donc à proximité du site du projet (échelle locale). Étant donnée l'absence de topographie importante ou d'un plan d'eau de très grande envergure (tel que les Grands Lacs ou un océan) dans la zone d'étude, l'hypothèse d'uniformité dans le plan horizontal des champs météorologiques est justifiée et il n'est donc pas requis d'utiliser un modèle de dispersion considérant une météorologie tridimensionnelle ou pour le transport à plus grande distance tel que le modèle CALPUFF.

Le modèle AERMOD est également préféré pour les raisons suivantes :

- Pour la plupart des sources des émissions du projet, le transport des contaminants atmosphériques issus du projet vers Sorel-Tracy se fera le long de la cote ou au-dessus de la terre ferme.
- Bien que les conditions de stabilité atmosphérique sur le fleuve Saint-Laurent pourraient être différentes de celles sur la terre ferme, le Guide de modélisation du MELCCFP mentionne que les plans d'eau importants requérant l'utilisation d'un modèle avancé pour tenir compte des effets côtiers sont, par exemple, le fleuve Saint-Laurent à l'est de Québec et le Lac-Saint-Jean. Le fleuve Saint-Laurent à Sorel-Tracy n'est donc pas considéré par le MELCCFP comme un plan d'eau suffisamment important justifiant l'utilisation d'un modèle de dispersion plus avancé tel que CALPUFF.

- De plus, pour bien tenir compte des effets d'un plan d'eau, le sous-modèle de couche limite atmosphérique marine de CALPUFF requiert des observations horaires de la température de l'eau en surface et de la température de l'air au-dessus du plan d'eau ainsi que des observations horaires du vent au-dessus du plan d'eau. Or, ce type d'observations n'est pas disponible dans la région. En l'absence de ce type de données, CALPUFF peut toutefois faire certaines approximations en considérant une couche limite atmosphérique de stabilité neutre en tout temps ou en considérant une couche limite terrestre sur le plan d'eau, deux possibilités qui ne sont pas plus valables ou réalistes que de négliger complètement la présence du plan d'eau.

Les données d'entrée du modèle comprennent :

- Les caractéristiques des émissions (taux d'émission des divers contaminants, vitesse de sortie des gaz, température d'émission, etc.);
- Les caractéristiques des sources des émissions (position, diamètre et hauteur des cheminées, dimensions des sources de surface, etc.);
- Les dimensions caractéristiques des bâtiments si les effets de sillage de bâtiments sur les panaches des cheminées sont considérés;
- Les données météorologiques horaires (température, vitesse et direction du vent, indices de la stabilité atmosphérique et de la turbulence, hauteur de mélange) ;
- La position et l'élévation des récepteurs, c'est-à-dire les lieux où l'on désire évaluer la concentration atmosphérique des contaminants;
- Des paramètres contrôlant les options du modèle et les calculs statistiques à effectuer sur les concentrations ou les taux de déposition calculés par le modèle.

Pour cette étude, le modèle AERMOD a été utilisé avec les options « réglementaires » par défaut avec le mode rural pour toutes les sources, tel qu'exigé par le MELCCFP pour les calculs des concentrations de contaminants dans l'air ambiant (tableau 2-1). Le mode rural est sélectionné puisque l'analyse de la couverture du sol dans un rayon de 3 km du site révèle que moins de 50 % de la couverture du sol (incluant le fleuve Saint-Laurent) fait partie des catégories de zonage commercial, industriel ou résidentiel à haute densité. Selon le contaminant, d'autres options ont été utilisées :

- Pour le NO_2, certaines simulations ont été réalisées en considérant la conversion du NO en NO_2 à l'aide de la méthode « Ozone Limiting Method (OLM) », décrite plus en détail à la section 2.6.
- Pour les calculs de la déposition des matières particulaires (retombées de poussières) issues des sources fugitives, l'option de calcul des dépôts par déposition sèche a été sélectionnée.
- Pour le calcul des concentrations de PM_T et des retombées de poussières, deux cas ont été simulés :
  - en ne considérant pas la déplétion du panache par la déposition sèche. Il s'agit d'un scénario prudent négligeant un phénomène important et produisant des résultats irréalistes dont le degré de surestimation augmente rapidement avec la distance de la source;
  - en considérant la déplétion du panache par la déposition sèche, tel qu'accepté pour un usage réglementaire au Québec et aux États-Unis. Il s'agit d'une analyse réaliste qui est tout de même prudente pour le calcul des concentrations dans l'air ambiant. En effet, le modèle AERMOD ne considère pas la déposition liée aux effets de filtration (interception et impaction) des particules des panaches de poussières par la végétation ni l'augmentation de la déposition autour d'obstacles (talus, mur-écran). Ces phénomènes sont importants lorsque les émissions surviennent en surface et que les panaches ont une dimension verticale du même ordre de grandeur que la végétation ou ces obstacles.

Tableau 2-1 Options utilisées dans AERMOD

Types d'option ou phénomènes simulés	Notes	Mots-clés de la configuration de AERMOD
Calculs des concentrations de PCA gazeux, PM_{10}, $PM_{2.5}$ et contaminants toxiques		
Options réglementaires par défaut	Calcul des concentrations Considération de la topographie Dispersion en mode rural Effet de sillage des cheminées (« stack-tip downwash ») Traitement des vents calmes Traitement des données météorologiques manquantes Aucune décroissance exponentielle des contaminants dans l'atmosphère	DEFAULT CONC
Calcul des concentrations de NO_2 sur une base horaire ou journalière avec la méthode OLM		
Options réglementaires par défaut	Calculs des concentrations Voir ci-haut	DEFAULT CONC
Conversion du NO en NO_2	Voir section 2.6	OLM
Calcul des concentrations de PM_T et des retombées de poussières des sources fugitives		
Options réglementaires par défaut	Calculs des concentrations Voir ci-haut	DEFAULT CONC
Calcul des retombées de poussières	Calcul des dépôts secs	DDEP
Déplétion du panache par déposition sèche	Cas 1 : phénomène négligé Cas 2 : phénomène intégré	NODRYDPLT DRYDPLT

2.2 Météorologie

Les principaux paramètres météorologiques contrôlant la dispersion atmosphérique des émissions d'une cheminée ou d'un autre type de source et considérés par le modèle AERMOD sont : la vitesse et la direction du vent, les indices de la stabilité atmosphérique (vitesse de friction, longueur de Monin-Obukov) et la hauteur de mélange. Ces paramètres, de même que la température ambiante, doivent être fournis sur une base horaire au modèle. Le modèle micrométéorologique AERMET sert à préparer la base des données météorologiques nécessaires au modèle AERMOD.

Le MELCCFP met à la disposition, sur son site internet, des jeux de données météorologiques pour utilisation avec le modèle AERMOD. Ceux-ci peuvent être utilisés du moment qu'ils sont représentatifs du site du projet. Ces données ont déjà été traitées par le modèle AERMET (version 18081) et sont prêtes pour utilisation directement dans AERMOD sans manipulation supplémentaire. Pour cette étude, les données météorologiques de la station de L'Assomption pour les années 2009 à 2013, mises à la disposition par le MELCCFP en 2019, ont été utilisées. Cette station est située à environ 30 km au sud-sud-ouest du nouveau terminal et est la plus rapprochée du site.

La direction et la vitesse des vents qui exercent une influence importante sur la dispersion atmosphérique sont illustrées dans la rose des vents pour la période 2009 à 2013 ainsi que par année (figure 2-1). La figure 2-2 présente les roses des vents par saison. Les vents dominants (directions les plus fréquentes) proviennent du secteur sud-ouest (SO) et ouest-sud-ouest (OSO), c'est-à-dire qu'ils soufflent à environ 26 % du temps du terminal vers les quartiers du sud de Sorel-Tracy (Tracy et La Grande-Maria). Les vents plus forts et susceptibles de soulever par temps sec des matières particulaires proviennent également du secteur SO.

Des vents se dirigeant vers les résidences les plus rapprochées du terminal suivant l'axe de la côte du fleuve, soit provenant du nord-nord-est (NNE) et du sud-sud-ouest (SSO) surviennent 10% et 7% du temps, respectivement. Lorsque pris dans son ensemble, les vents soufflent en direction de Sorel-Tracy de l'ordre de 33% du temps. Cette fréquence est plus élevée pendant les mois estivaux (38%). Les périodes de vent calme (< 2 km/h) sont présentes environ 1,9 % du temps et la vitesse moyenne est de 9,6 km/h (ou 9,47 à 9,78 km/h selon l'année). La majorité de ces vents est inférieure à 15 km/h (plus de 85% du temps) et peu de différences notables peuvent être constatées année après année.

2.2.1 Représentativité du jeu de données météorologiques

Le jeu de données météorologiques préparé par le MELCCFP est basé sur les observations horaires du vent (vitesse et direction), de la température de l'air et de la pression atmosphérique à L'Assomption, de la couverture nuageuse observée à l'aéroport Montréal-Trudeau et des sondages aérologiques du matin de Maniwaki pour la période de 2009 à 2013. Ces données ont été traitées par le MELCCFP avec la version 18081 de AERMET (processeur météorologique de AERMOD).

La station de L'Assomption est la station météorologique collectant des observations horaires de la vitesse et de la direction du vent la plus représentative du site du projet. En effet, cette station est située à environ 30 km à l'ouest du projet du côté nord du fleuve Saint-Laurent dans la même région climatique et dans un environnement topographique et de couverture du sol similaire à celui du projet. Deux autres stations exploitées par le Service météorologique du Canada (SMC) d'ECCC sont situées au nord-est du projet, au Lac Saint-Pierre (ECCC-SMC 701LP0N à 30 km) et à Nicolet (ECCC-SMC 7025442 à 48 km), mais ces stations sont en berge du Lac Saint-Pierre, un plan d'eau important qui influence les observations du vent, principalement de la vitesse en raison de la faible rugosité du plan d'eau, et de la température de l'air.

Pour une étude de dispersion atmosphérique, il est habituellement souhaitable de considérer des observations récentes, mais la disponibilité et la qualité des observations doivent aussi être considérées. De plus, une période de cinq années de données permet de s'assurer que toutes les conditions météorologiques sont considérées dans l'analyse. Des données récentes ou de la décennie précédente n'ont donc pas vraiment d'importance.

Depuis 2012 ou 2013, les stations d'observations du SMC aux aéroports ont été remplacées par de nouvelles stations et plusieurs stations sont maintenant exploitées par NAVCAN. Depuis ce temps, les observations horaires effectuées par un observateur humain de l'opacité de la couverture nuageuse disponible dans les archives climatiques d'ECCC ont été remplacées par des estimations aux trois heures de l'étendue de la couverture nuageuse, un indicateur moins approprié que l'opacité quant à l'évaluation des conditions de turbulence atmosphérique. L'utilisation des observations horaires complètes et de qualité justifie donc de considérer la période 2009-2013 au lieu d'une période de données plus récentes dont les observations de la couverture nuageuse sont moins appropriées et qui devront aussi être interpolées sur une base horaire. L'aéroport Montréal-Trudeau est à environ 75 km au sud-ouest du projet. Puisque la couverture nuageuse, bien qu'observée depuis la surface, et une variable en altitude représentative à méso échelle, ces observations sont adéquates pour le site du projet.

De plus, bien la station de Maniwaki d'où proviennent les sondages aérologiques utilisés pour estimer les hauteurs de mélange convectives durant le jour soit relativement éloignée du site (360 km), et donc pas toujours sous l'action du même système météorologique que le site du projet, il n'existe pas d'autres données disponibles. Cette situation est commune à presque toutes les études de dispersion réalisées au Québec. D'ailleurs, étant donné que les sources à l'étude sont situées au niveau du sol, l'influence de la hauteur de mélange convective durant le jour serait négligeable. Par exemple, que la hauteur de mélange ait 200 ou 1 000 m n'influencera pas les résultats pour des sources d'émission de polluants près de la surface sans élévation de panache.

L'utilisation de données issues d'un modèle météorologique pronostique est aussi une option intéressante pour remplacer certains types d'observations manquantes ou pour remplacer entièrement les observations. Ces modèles ne sont toutefois pas infaillibles et les procédures en place au Québec (Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique (2005)) et les recommandations de la plupart des agences gouvernementales recommandent l'utilisation de données issues d'une simulation météorologique uniquement lorsqu'aucune observation représentative n'est disponible, ce qui n'est pas le cas pour le site de Sorel-Tracy.

Finalement, le jeu de données météorologiques du MELCFFP a été préparé avec la version 18081 du modèle AERMET, alors que la version 24132 est disponible depuis le début de décembre 2024. Bien que la version 24132 représente une évolution par rapport à la version 18081 avec l'introduction de nouvelles fonctionnalités (couche limite marine pour les analyses de dispersion des plateformes de forage en mer, applications d'AERMOD, améliorations pour l'utilisation de données issues de simulations avec des modèles météorologiques pronostiques, corrections de bogues introduits dans la version 22112 suite à une refonte du code informatique), aucun changement aux concepts théoriques de la couche limite et de la turbulence n'a été apporté. Le jeu de données météorologiques du MELCFFP est donc toujours d'actualité.

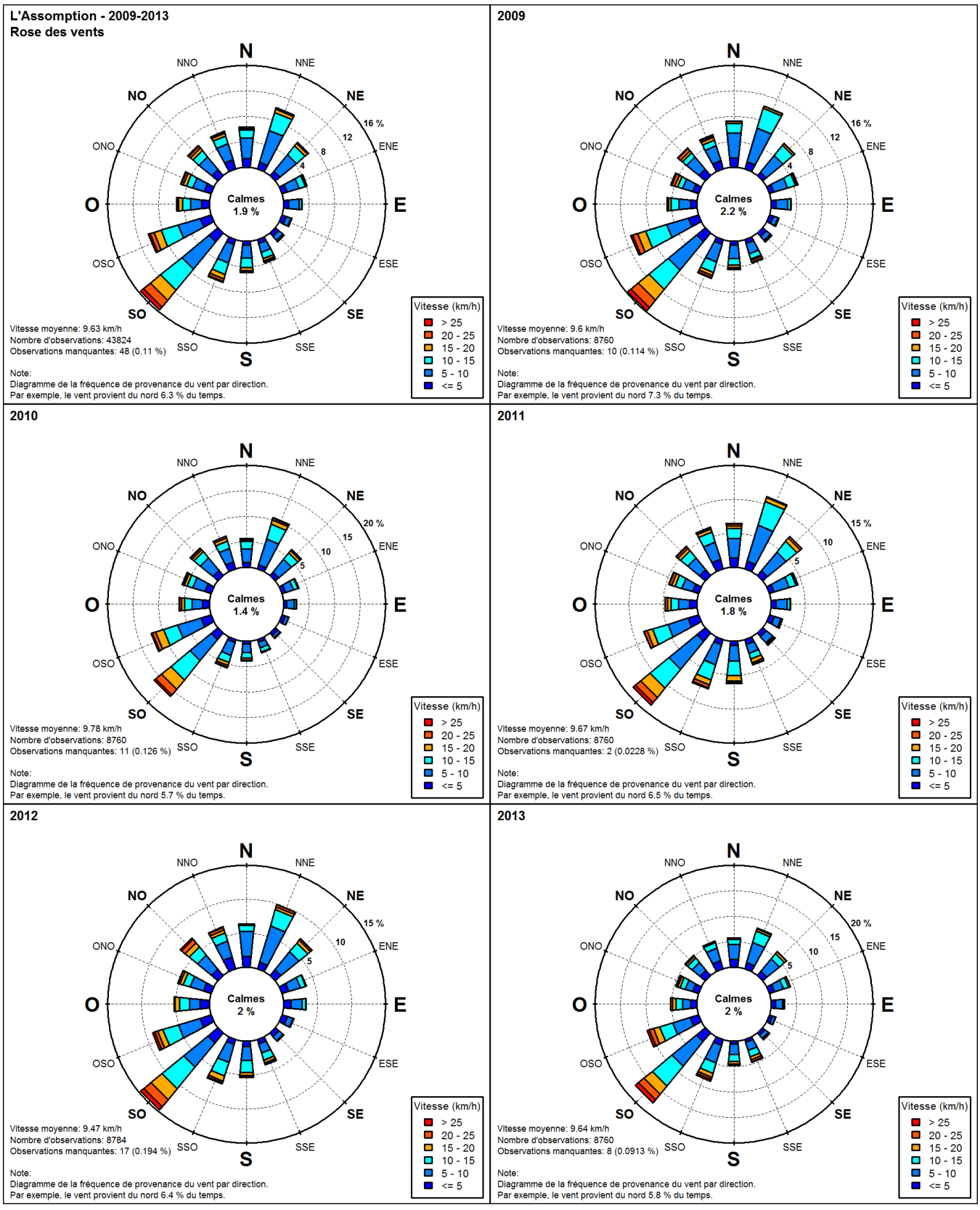


Figure 2-1 Rose des vents des observations horaires 2009-2013 pour la station de L'Assomption

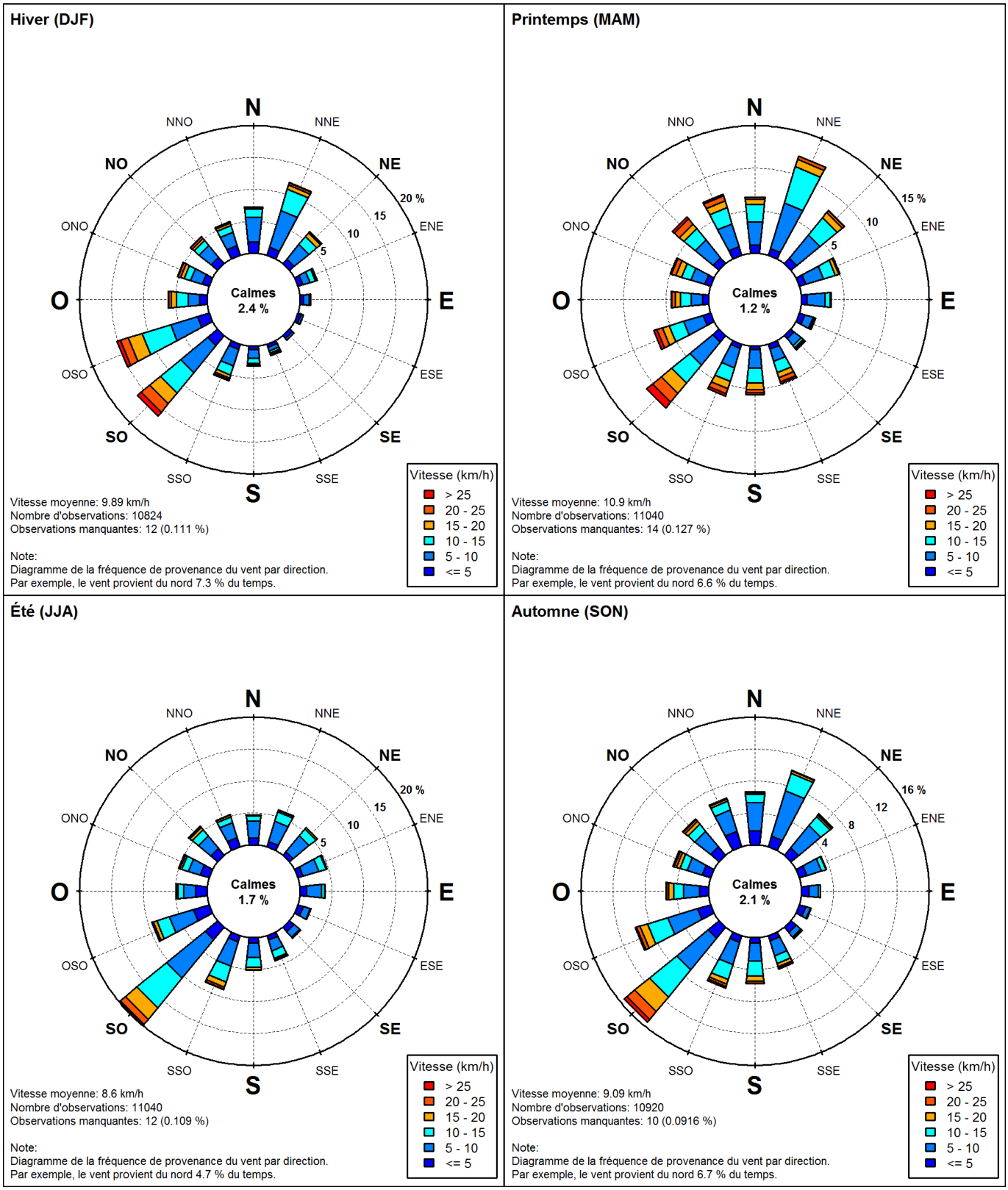


Figure 2-2 Rose des vents saisonniers des observations horaires 2009-2013 pour la station de l'Assomption

2.3 Domaine de simulation

Le domaine de simulation correspond à la zone d'étude élargie pour la qualité de l'air présentée à la carte 2-1 à la fin de la présente section. Il s'agit d'une zone d'étude carrée de 10 km sur 10 km centrée sur le site du projet englobant la majeure partie de la Ville de Sorel-Tracy, particulièrement le secteur de Tracy à l'ouest de la rivière Richelieu et le long de la côte du fleuve Saint-Laurent ainsi que le quartier Les Grèves au sud.

Pour les phases de construction ou d'exploitation, les récepteurs, ou points de calculs des concentrations de contaminants dans l'air ambiant, ont été disposés dans le domaine de simulation sur une grille à résolution variable de la façon suivante (1 009 récepteurs) :

- aux 100 m dans un domaine de 2 km x 2 km centré sur le site du projet;
- aux 250 m dans un domaine de 4 km x 4 km centré sur le site du projet;
- aux 500 m dans un domaine de 10 km x 10 km centré sur le site du projet.

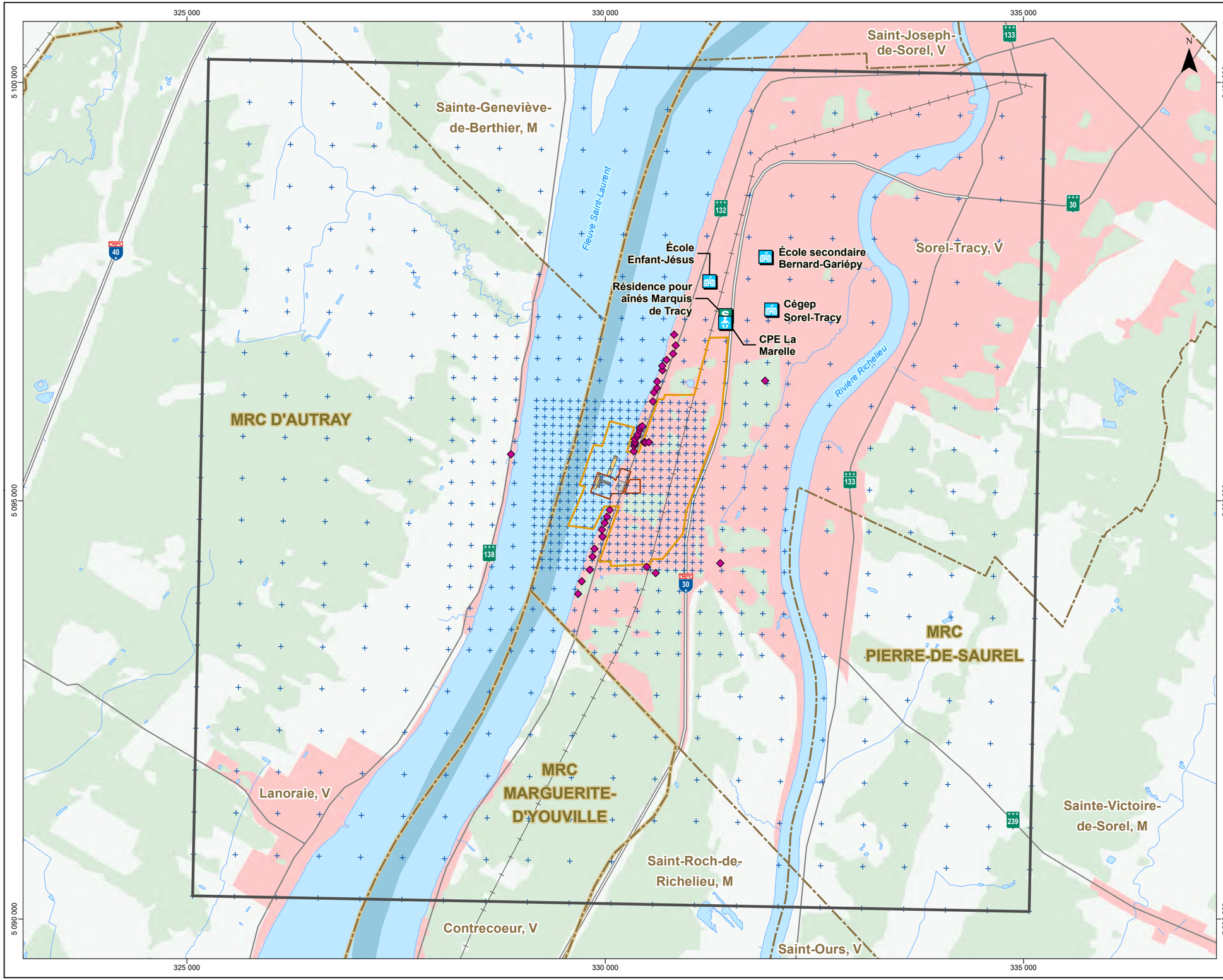
Des récepteurs (233) ont aussi été placés aux 50 m le long de la limite de la zone industrialo-portuaire d'une envergure d'environ 2 km sur l'axe nord-sud à l'est du nouveau terminal et à l'ouest de l'autoroute 30 (carte 2-1). La zone industrielle a également été agrandie en ajoutant une zone tampon de 300 m sur le fleuve Saint-Laurent à partir du quai. Les normes de qualité de l'air du RAA ne sont pas applicables sur le site du terminal, dans la zone industrialo-portuaire alors que le MELCCFP définit une zone d'exclusion correspondant à la zone tampon susmentionnée sur les plans d'eau.

Plusieurs récepteurs discrets (38) et sensibles (5) ont aussi été disposés au niveau des résidences et institutions (écoles, garderies, centre d'hébergement, etc.) les plus rapprochées du terminal ayant donc un plus grand potentiel d'être impacté par le projet au niveau de la qualité de l'air (tableau 2-2).

Tableau 2-2 Liste des récepteurs discrets et sensibles

Secteur ou récepteur	Distance par rapport au quai (km)
Récepteurs discrets (résidences à proximité du nouveau terminal)	
Dix (10) résidences le long du fleuve au nord du terminal et au sud de la rue Joseph-Simard	0,50 – 0,80
Dix (10) résidences le long du fleuve au nord du terminal et au nord de la rue Joseph-Simard	1,1 – 1,9
Trois (3) résidences situées dans la zone industrielle	0,66 – 0,70
Cinq (5) résidences le long du fleuve au sud du terminal et au nord du chemin du Golf	0,40 – 1,1
Cinq (5) résidences le long du fleuve au sud du terminal et au sud du chemin du Golf	1,3 – 1,4
Trois (3) résidences à l'est et à l'ouest de l'échangeur avec l'A-30 incluant le terrain de golf	1,2 – 1,8
Quartier de Tracy à l'est de l'A-30 (résidence la plus rapprochée)	2,3
Résidence sur la côte ouest du fleuve Saint-Laurent	1,1
Récepteurs sensibles (école, CPE, résidence pour personnes âgées, hôpital) les plus rapprochés du terminal	
École primaire Enfants-Jésus	2,7
École secondaire Bernard-Gariépy	3,3
CÉGEP de Sorel-Tracy	2,8
CPE La Marelle	2,3
Résidences pour ainés Marquis de Tracy	2,4

La topographie locale a été prise en considération dans la simulation. Les données numériques d'élévation du Canada à l'échelle 1:50 000 d'une résolution approximative de 20 m ont été formatées au format américain et traitées à l'aide du processeur AERMAP pour extraire les élévations du terrain des récepteurs et pour calculer les pentes du terrain.



MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Domaine de modélisation
- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai
- Récepteur

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Autoroute
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL

AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Zone d'étude élargie pour la qualité de l'air et la zone de simulation

Sources :

BDTA, 1/250 000, MRN Québec, 2002
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C2-1-Domaine-241214-01.mxd

0 450 900 m
1/45 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024

Carte 2-1

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale_01\695075-E4-EI-C2-1-Domaine-241214-01.mxd

2.4 Effet de sillage des bâtiments

Les effets de sillage des bâtiments sur la dispersion atmosphérique et l'élévation des panaches des cheminées ont été considérés dans l'analyse. Les dimensions et hauteurs des bâtiments ont été analysées avec le programme BPIP « Building Profile Input Program » de l'US EPA.

Pour ce projet, à l'exception des émissions des navires à quai, les émissions sont de natures fugitives ou en mouvement et ont été simulées à l'aide de sources volumiques ou ponctuelles en mouvement pour lesquelles les effets des bâtiments ne sont pas considérés par le modèle de dispersion. Dans les simulations, la structure même des vraquiers et navires pétroliers a été considérée comme un bâtiment pouvant affecter le panache des gaz d'échappement d'un navire à quai lors de l'exploitation du terminal. Les dimensions des navires considérés pour l'effet de sillage sont spécifiées au tableau 2-3. Celles-ci ont été subdivisées en fonction du pont couvrant la totalité du navire, la timonerie en hauteur située à l'arrière du navire et d'une structure au niveau de la timonerie par laquelle les gaz d'échappement transitent et sont évacués à son extrémité.

Le site comprend également un entrepôt de 115 m par 82 m et 17,5 m de hauteur à proximité du quai (Carte 2-1), mais dont l'effet de sillage n'atteint pas les cheminées des navires à quai qui se situent à 225 m et 270 m de l'entrepôt (au plus près) pour les vraquiers du projet et navires pétroliers du scénario cumulatif, respectivement (distance supérieure à 5 fois la hauteur de l'entrepôt). L'effet de sillage de l'entrepôt n'a donc pas été considéré.

Tableau 2-3 Bâtiments équivalents considérés dans les simulations

Scénario	Description	Niveau	Dimensions (m)			Source
			Long.	Larg.	Haut.	
Exploitation (projet seul et scénario cumulatif)	Vraquier de taille « Handysize »	Pont du navire	190	25	10	Basé sur les dimensions du vraquier Federal Katsura considéré pour l'étude de déplacement des vraquiers à l'approche du terminal
		Timonerie	22	18	23	
		Bloc cheminées	7,0	7,0	26	
Exploitation (scénario cumulatif seulement)	Navire pétrolier de taille « Aframax »	Pont du navire	250	45	10	Basé sur les dimensions du pétrolier Sea Galaxy qui accoste à l'occasion au quai de Kildair
		Timonerie	25	35	25	
		Bloc cheminées	7,0	7,0	30	

2.5 Normes et critères de qualité de l'atmosphère

Les normes du RAA et les normes canadiennes de qualité de l'air ambiant (NCQAA) pour les PCA sont présentées au tableau 2-4 alors que le tableau 2-5 présente les valeurs limites pour les contaminants toxiques dont des normes ou critères de qualité de l'atmosphère existent au Québec et pour lesquels le projet générera des émissions. Pour les NCQAA, les valeurs limites applicables à partir de 2025 sont considérées. Pour ce qui est des PM_{10}, le niveau de qualité de l'air recommandé dans les lignes directrices de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 2021) est utilisé comme base de comparaison avec les résultats de simulation. Les méthodes d'estimation des concentrations initiales sont décrites à la section 2.6.5.

Certains contaminants additionnels sont requis dans les LDI de l'AEIC afin d'examiner le risque cancérogène associé aux activités du nouveau terminal par rapport à ces contaminants incluant les MPD ($PM_{2.5}$ provenant des moteurs diesels), le carbone noir (particules de carbone élémentaire), les HAP nitrés (NHAP), les HAP oxygénés (OHAP), les HAP alkylés (AHAP), et le DBT. Aucune norme ou critère de qualité de l'atmosphère n'existe pour ces contaminants.

Tableau 2-4 Normes et qualité de l'atmosphère (RAA et NCQAA) et concentrations initiales des principaux contaminants atmosphériques

Contaminants	# CAS	Période d'exposition	Normes		Concentration initiale	
			($\mu g/m^3$)	Source	($\mu g/m^3$)	Source (1)
Dioxyde de soufre (SO_2)	7446-09-5	4 minutes	1 310	RAA (2)	124	RSQAQ 06678
		1 heure	170 (65 ppb)	NCQAA (3)	270	
					56	RSQAQ 04408
		24 heures	288	RAA	27	RSQAQ 06678
		annuelle	52	RAA	3,0	
			11 (4 ppb)	NCQAA (3)	3,0	
Dioxyde d'azote (NO_2)	10102-44-0	1 heure	414	RAA	43	RSQAQ 04203
			79 (42 ppb)	NCQAA (4)	53	
		24 heures	207	RAA	23	
		annuelle	103	RAA	8.2	
			23 (12 ppb)	NCQAA (4)	8.2	
Monoxyde de carbone (CO)	630-08-0	1 heure	34 000	RAA	425	RSQAQ 06804
		8 heures	12 700	RAA	346	
Particules totales (PM_T)	s. o.	24 heures	120	RAA	77	RSQAQ 04203
Particules fines (PM_{10})	s. o.	24 heures	45	OMS (5)	44	RSQAQ 04504
		annuelle	15	OMS (5)	21	
Particules fines ($PM_{2.5}$)	s. o.	24 heures	30	RAA	24	RSQAQ 04048
			27	NCQAA (6)	24	
		annuelle	8,8	NCQAA (6)	8,6	
Ammoniac (NH_3)	7664-41-7	4 minutes	350	RAA	100	RAA

(1) Concentrations initiales dérivées des mesures réalisées aux stations RSQAQ 06678 (Saint-Joseph-de-Sorel), 04408 (Trois-Rivières Cap de la Madelaine), 04203 (Drummondville Stade Jacques-Desautels), 06804 (Saint-Anicet), et 04504 (Bécancour) de 2021 à 2023 selon le contaminant.
(2) Avec 99,5^e centile inférieur ou égal à 1 050 µg/m³.
(3) NCQAA pour le SO_2 applicable à partir de 2025 :
   a. Période horaire : moyenne triennale du 99e centile annuel des maximums quotidiens des concentrations horaires.
   b. Période annuelle : maximum parmi les moyennes annuelles des concentrations horaires.
(4) NCQAA pour le NO_2 applicable à partir de 2025 :
   a. Période horaire : moyenne triennale du 98e centile annuel des maximums quotidiens des concentrations horaires.
   b. Période annuelle : maximum parmi les moyennes annuelles des concentrations horaires.
(5) Niveau de qualité de l'air recommandé par l'OMS
   a. Période de 24 heures : moyenne triennale du 99e centile annuel des concentrations moyennes quotidiennes.
   b. Période annuelle : maximum parmi les moyennes annuelles des concentrations moyennes quotidiennes.
(6) NCQAA pour les $PM_{2.5}$:
   a. Période de 24 heures : moyenne triennale du 98e centile annuel des concentrations quotidiennes moyennes.
   b. Période annuelle : moyenne triennale des moyennes annuelles.

Tableau 2-5 Normes et critères de qualité de l'atmosphère et concentrations initiales des contaminants toxiques du RAA et MELCCFP

Contaminants	# CAS	Période d'exposition (1)	Valeur guide		Concentration initiale (µg/m³) (2)
			(µg/m³)	Norme (N) Critère (C)	
Composés organiques volatils					
1,3-butadiène	106-99-0	4 minutes	352	C	2
		annuelle	0,50	C	0,14
Acétaldéhyde	75-07-0	4 min (99e centile)	3,0	C	s. o. (3)
		annuelle	0,50	C	s. o. (3)
Acroléine	107-02-8	4 min (99e centile)	8,3	C	s. o. (3)
		annuelle	0,020	C	s. o. (3)
Benzène	71-43-2	24 heures	10	N	3,0
Éthylbenzène	100-41-4	4 minutes	740	N	140
		annuelle	200	N	3,0
Formaldéhyde	50-00-0	15 minutes	37	N	3,0
Isooctane	540-84-1	1 heure	3 500	C	0
		annuelle	350	C	0
Hexane	110-54-3	4 minutes	5 300	N	140
		annuelle	140	N	3,0
Propionaldéhyde	123-38-6	4 min (99e centile)	20	C	10
		4 min (maximum)	460	C	10
Styrène	100-42-5	1 heure (98e centile)	150	C	0
		1 heure (maximum)	1 910	C	0
Toluène	108-88-3	4 minutes	600	N	260
Xylènes	1330-80-7	4 minutes	350	N	150
		annuelle	20	N	8
Métaux					
Antimoine	7440-36-0	annuelle	0,17	N	0,0070
Arsenic	7440-38-2	annuelle	0,0030	N	0,0020
Béryllium	7440-41-7	annuelle	0,00040	N	0
Cadmium	7440-43-9	annuelle	0,0036	N	0,0030
Chrome trivalent (III)	16065-83-1	annuelle	0,10	N	0,010
Chrome hexavalent (IV)	18540-29-9	annuelle	0,0040	N	0,0020

(1) Pour les centiles, sur base annuelle.
(2) Valeurs par défaut du RAA ou des critères du MELCCFP.
(3) Pour ces substances, il n'y a pas de concentration initiale à prendre en compte. Les critères correspondent à l'ajout permis pour le projet.

Tableau 2-5 Normes et critères de qualité de l'atmosphère et concentrations initiales des contaminants toxiques du RAA et MELCCFP (suite)

Contaminants	# CAS	Période d'exposition	Valeur guide		Concentration initiale (µg/m³) (1)
			(µg/m³)	Norme (N) Critère (C)	
Métaux					
Cobalt	7440-48-4	annuelle	0,10	C	0
Manganèse (PM_{10})	7439-96-5	annuelle	0,025	C	0,020
Mercure	7439-97-6	annuelle	0,0050	N	0,0020
Nickel (PM_{10})	7440-02-0	24 heures	0,070	N	0,0050
		annuelle	0,020	N	0,0020
Plomb	7439-92-1	annuelle	0,10	N	0,025
Sélénium	7782-49-2	1 heure	2,0	C	0,15
Hydrocarbures aromatiques polycycliques					
Benzo(a)pyrène (BaP)	50-32-8	annuelle	0,0009	N	0,0003
Naphtalène	91-20-3	4 minutes	200	N	5
		annuelle	3	N	0
Pyrène	129-00-0	annuelle	13	C	0
HAP totaux (en BaPET) (voir tableau 2-6)	s. o.	annuelle	0,0024	C	0,0014
HAP alkylés totaux	s. o.	annuelle	s. o.	s. o. (2)	s. o.
HAP oxygénés totaux	s. o.	annuelle	s. o.	s. o. (2)	s. o.
HAP nitrés totaux	s. o.	annuelle	s. o.	s. o. (2)	s. o.
Autres					
Dioxines et furannes totaux (en équivalent toxique 2,3,7,8-T4CDD)	1746-01-6	annuelle	$6,0 \times 10^{-8}$	N	$4,0 \times 10^{-8}$
Biphényles polychlorés totaux (BPC)	1336-36-3	annuelle	$3,5 \times 10^{-4}$	C	$3,22 \times 10^{-4}$
Matière particulaire diesel	s. o.	annuelle	s. o.	s. o. (2)	0,45
Carbone noir	s. o.	annuelle	0,3	C (3)	0,35
Dibenzothiophène	132-65-0	annuelle	s. o.	s. o. (2)	s. o.

(1) Valeurs par défaut du RAA ou des critères du MELCCFP.
(2) Aucune norme ou critère applicable.
(3) Correspond au critère annuel de la qualité de l'atmosphère du MELCCFP pour le noir de carbone et le charbon actif qui sont des produits fabriqués industriellement et dont la texture est réputée plus fine que le carbone noir qui est un sous-produit de combustion pour lequel il n'y a pas de critère particulier. Le carbone noir contient du noir de carbone dans une proportion indéterminée.

2.5.1 Cas des composés aromatiques polycycliques

Les HAP totaux sont exprimés en équivalent toxique du benzo(a)pyrène (BaPET) selon l'équation suivante :

$$BaP_{ET} = \sum_{i=1}^{n} (FET_i \times HAP_i)$$

BaP_{ET} Concentration totale de HAP exprimée en équivalent toxique de B(a)P
FET_i Facteur d'équivalence en toxicité par rapport au B(a)P (tableau 2-8)
HAP_i Concentration de chaque HAP

Tableau 2-6 Facteurs d'équivalence de toxicité des principaux HAP comptabilisés

Congénère	# CAS	Facteur d'équivalence de toxicité (FET)
Acénaphtène	83-32-9	0,001
Acénaphtylène	208-96-8	0,001
Anthracène	120-12-7	0,01
Benz(a)anthracène	56-55-3	0,1
Benzo(a)pyrène	50-32-8	1
Benzo(b)fluoranthène	205-99-2	0,1
Benzo(k)fluoranthène	207-08-9	0,1
Benzo(g,h,i)perylène	191-24-2	0,01
Chrysène	218-01-9	0,01
Dibenz(a,h)anthracène	53-70-3	5
Fluoranthène	206-44-0	0,001
Fluorène	91-20-3	0,001
Indéno(1,2,3-c,d)pyrène	193-39-5	0,1
Naphtalène	91-20-3	0,001
Phénanthrène	85-01-8	0,001
Pyrène	129-00-0	0,001

NHAP, OHAP, AHAP et DBT

À l'exception du dibenzothiophène (DBT), les HAP nitrés, oxygénés et alkylés représentent des ensembles de congénères pour chaque catégorie. Il n'existe pas à notre connaissance de compendium permettant d'établir des facteurs d'émission pour un, plusieurs ou un ensemble de ces composés. L'approche suivante a donc été utilisée pour établir des taux d'émission à haut niveau qui se basent sur des données d'analyse d'une étude réalisée par Liu et al. (2015). Cette étude a caractérisé les émissions des principaux HAP du tableau 2-6 en plus de plusieurs autres congénères nitrés, oxygénés et alkylés provenant d'un moteur diesel pour équipement hors route équipé de différents systèmes de traitement des gaz d'échappement.

Des facteurs d'émission ont été calculés par congénère pour chacun de ces systèmes de traitement. La somme de ces facteurs d'émission pour les congénères appartenant à une même catégorie (NHAP, OHAP, AHAP, ou DBT) est présentée au tableau 2-7, tout comme la somme pour les principaux HAP du tableau 2-6. Puisque des facteurs d'émission sont déjà disponibles pour les HAP totaux du tableau 2-6, l'estimation des émissions de NHAP, OHAP, AHAP et DBT est réalisée sur la base d'un ratio :

$$xHAP = HAP \times R_x$$

xHAP Facteur d'émission des HAP nitrés, oxygénés, ou alkylés totaux (g/unité)
HAP Facteur d'émission des HAP du tableau 2-8 totaux (g/unité)
Rx Ratio des HAP nitrés, oxygénés ou alkylés totaux par rapport aux HAP du tableau 2-8 totaux

Les facteurs d'émission des HAP totaux (non convertis en BaPET) sont obtenus selon les méthodes décrites aux chapitres 3 et 4 selon la source d'émissions. Des ratios ont été calculés en fonction des résultats d'analyse de Liu et al. (2015) qui résultent en différentes valeurs selon le système de traitement des gaz d'échappement (tableau 2-7). Le ratio le plus élevé parmi les trois configurations a été sélectionné pour les calculs des émissions de NHAP, OHAP, AHAP et DBT pour toutes les sources d'émissions impliquant un moteur à allumage par compression (diesel).

Tableau 2-7 Calcul des ratios de NHAP, OHAP, AHAP et DBT

Groupe de composés	Système de traitement des gaz d'échappement		
	DOC + SCR	V-SCR	DOC + DPF + SCR
Facteur d'émission (g/bhp-h) suivant le traitement des résultats de Liu et al. (2015) (1)			
HAP totaux (16 congénères)	$3{,}1 \times 10^{-6}$	$1{,}2 \times 10^{-4}$	$2{,}2 \times 10^{-6}$
NHAP totaux (26 congénères)	$2{,}3 \times 10^{-6}$	$1{,}3 \times 10^{-7}$	$3{,}0 \times 10^{-6}$
OHAP totaux (9 congénères)	$9{,}8 \times 10^{-7}$	$2{,}6 \times 10^{-6}$	$1{,}8 \times 10^{-7}$
AHAP totaux (33 congénères)	$2{,}1 \times 10^{-6}$	$2{,}8 \times 10^{-6}$	$1{,}0 \times 10^{-6}$
Dibenzothiophène (DBT)	$2{,}2 \times 10^{-8}$	$1{,}4 \times 10^{-8}$	0
Ratio x-HPA totaux : HAP totaux du tableau 2-8			
NHAP totaux	0,73	0,11	1,4 (2)
OHAP totaux	0,31	2,2 (2)	0,085
AHAP totaux	0,68	2,4 (2)	0,47
DBT	0,0070	0,012 (2)	0

DOC : catalyseur d'oxydation diesel
SCR : réduction catalytique sélective à base de zéolithe de cuivre
V-SCR : réduction catalytique sélective à base de vanadium
DPF : filtre de particules diesel

(1) La liste de congénères ayant été analysés par Liu et al. (2015) est disponible à l'annexe A.
(2) Ratios sélectionnés pour les calculs des taux d'émission aux chapitres 3 et 4.

2.5.2 Cas des odeurs

Les critères du MELCCFP (2023) concernant les niveaux d'odeurs sont considérés dans cette étude. Le niveau d'odeur d'un échantillon d'air ambiant, exprimé en « unité d'odeur par mètre cube » (u.o./m³), est défini comme étant le nombre de dilutions nécessaire pour que 50 % des membres d'un panel perçoivent l'odeur de l'échantillon. Le seuil d'odeur correspond donc à un niveau d'odeur de 1 u.o./m³. Les critères du MELCCFP sont les suivants :

- 1 u.o./m³ pour le 98e centile annuel des maximums horaires des concentrations moyennes d'odeur sur 4 minutes;
- 5 u.o./m³ pour le 99,5e centile annuel des maximums horaires des concentrations moyennes d'odeur sur 4 minutes.

2.6 Conditions de référence

Le modèle de dispersion atmosphérique permet d'estimer la contribution du projet aux concentrations de contaminants dans l'air ambiant. Les concentrations initiales permettent de tenir compte de la présence de contaminants atmosphériques déjà présents dans le milieu ou provenant d'autres sources. Celles-ci sont ajoutées aux résultats du modèle de dispersion atmosphérique et les concentrations résultantes sont alors comparées aux normes et critères de qualité de l'atmosphère, à l'exception de l'acétaldéhyde, de l'acroléine et des odeurs pour lesquels les critères du MELCCFP concernent la contribution du projet seulement. Le portrait de la qualité de l'air dans la zone d'étude est décrit ci-dessous, ce qui permettra d'établir des concentrations initiales adéquates.

2.6.1 Indice de qualité de l'air

Le MELCCFP (2023) a développé des indices de qualité de l'air (IQA) qui permettent de qualifier pour toute heure de la journée ou toute journée d'une année si la qualité de l'air d'un secteur ou d'une région est bonne, acceptable ou mauvaise selon des critères de protection de la santé humaine concernant cinq contaminants : $PM_{2.5}$, SO_2, NO_2, CO et l'ozone (O_3). Pour la région de la Vallée-du-Richelieu où se retrouve le nouveau terminal, la qualité de l'air peut être qualifiée d'essentiellement « bonne à acceptable » depuis 15 ans (tableau 2-8). Lors des années préalables, les journées démontrant une qualité de l'air « mauvaise » étaient plus fréquentes (figure 2-3). Quoique la relation de cause à effet ne peut pas être démontrée, il est intéressant de noter que cette transition correspond à la fermeture de la centrale thermique de Sorel-Tracy dont les émissions annuelles (tableau 2-9) ont été éliminées du portrait global pour la région.

Le MELCCFP fait également un suivi de la qualité de l'air pour le centre-ville de Sorel-Tracy, dans le quartier de Saint-Jean-de-Sorel, dont l'IQA est beaucoup plus élevé que l'IQA régional. Ceci est causé par le secteur industriel à proximité (principalement Rio Tinto Fer et Titane) dont les émissions de SO_2 sont élevées. Le portrait global depuis 20 ans semble toutefois s'être généralement amélioré en se basant sur les IQA (figure 2-3). Il faut toutefois noter, et à juste titre, que le calcul de l'IQA n'intègre pas l'ensemble des contaminants atmosphériques qui ne sont pas tous mesurés à chaque station. Par conséquent, le portrait de la qualité de l'air selon cette approche doit être considéré que fragmentaire seulement.

Tableau 2-8 Compte rendu de l'indice de qualité de l'air annuellement

Année	Région / secteur	Pourcentage des jours avec un IQA de :		
		Bon	Acceptable	Mauvais
2022	Vallée-du-Richelieu	55,1	43,6	1,4
	St-Jean-de-Sorel	51,2	45,5	3,3
2017	Vallée-du-Richelieu	58,1	40,5	1,4
	St-Jean-de-Sorel	51,8	44,9	3,3
2012	Vallée-du-Richelieu	46,7	50,8	2,5
	St-Jean-de-Sorel	29,4	41,8	28,8

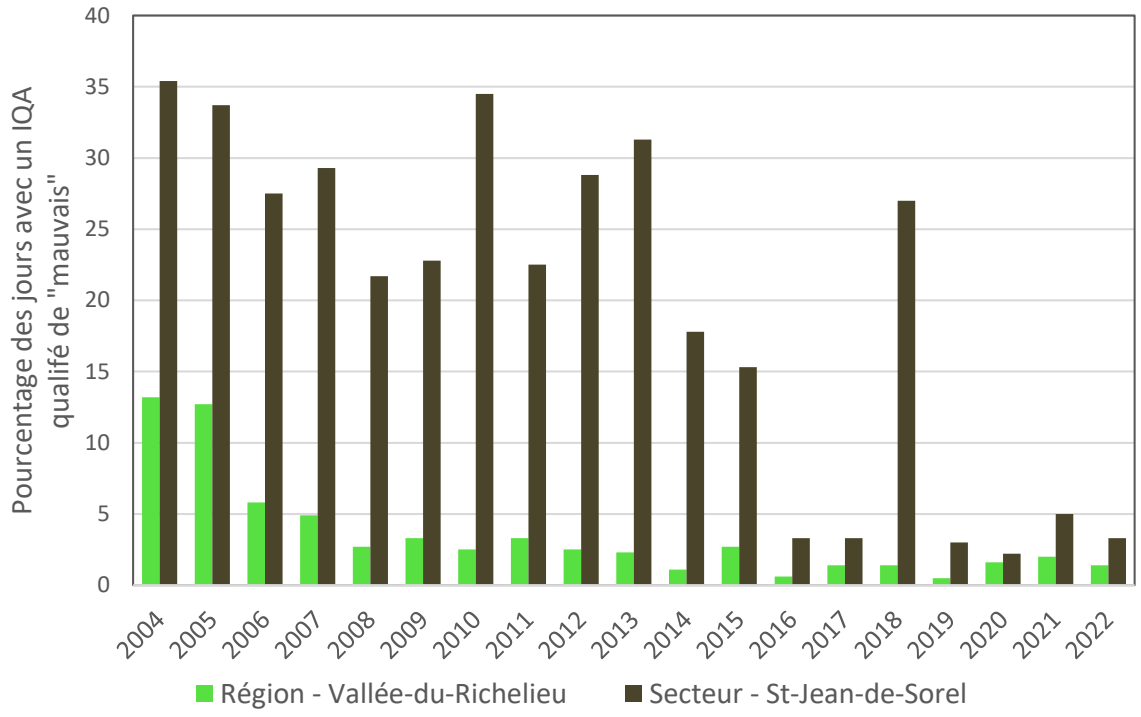


Figure 2-3 Tendance du nombre de jours avec un indice de qualité de l'air (IQA) qualifié de mauvais selon la méthode du MELCCFP

2.6.2 Système de gestion de la qualité de l'air

Le Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement (CCME) a développé un système de gestion de la qualité de l'air (SGQA) procurant un cadre pancanadien pour la préservation des régions non polluées et pour l'amélioration continue de la qualité de l'air au Canada par la mise en œuvre de mesures correctives et préventives. Les principes directeurs du SGQA est d'assurer que la qualité de l'air ne se détériore pas, mais est maintenue ou améliorée dans la mesure du possible.

Le SGQA subdivise ainsi les bassins atmosphériques du Canada en zones atmosphériques de gestion, délimitées de façon à obtenir un portrait localisé et d'établir des niveaux de gestion requis et un plan de gestion spécifique à la zone. Le portrait de la qualité de l'air est établi en comparant les résultats de mesures de la concentration de SO_2, NO_2, $PM_{2.5}$ et O_3 dans l'air avec les NCQAA applicables. Ainsi, selon les données pour l'année 2020, la zone atmosphérique Québec-Sud où sera localisé le nouveau terminal a démontré des non-conformités pour les $PM_{2.5}$ et le SO_2 alors que les concentrations de NO_2 et d'O_3 ont démontré un respect des NCQAA selon l'analyse faite par le CCME (2024).

Le même constat peut être fait en considérant les résultats d'analyse de plusieurs stations du Réseau de stations de qualité de l'air du Québec (se référer à la section 2.6.5; tableau 2-11). La majorité des résultats des stations de mesures de la concentration de $PM_{2.5}$ pour le sud du Québec résulte à un niveau de gestion « Orange » selon le barème du SGQA (2019) alors que les résultats pour le NO_2 et l'O_3 (hors Montréal) oscillent entre des niveaux de gestion « vert » et « jaune ». Pour le SO_2, le niveau de gestion est fortement variable selon la station du RSQAQ pouvant aller du « vert » au « rouge » puisque l'origine du SO_2 est localisée (certains procédés industriels ou combustion de mazout lourd) et moins homogène par rapport aux $PM_{2.5}$, l'O_3 et le NO_2.

La qualité de l'air de cette zone atmosphérique est affectée par une multitude de sources de contamination incluant le secteur industriel (cimenteries, pâtes et papiers, alumineries, raffineries, fonderies, etc.), le secteur manufacturier particulièrement entre Montréal et Québec, et le transport routier. En fait, selon le dernier bilan de qualité de l'air au Québec (MELCCFP, 2024), les émissions de contaminants atmosphériques provenant de ces secteurs ainsi que des feux de forêt et du chauffage au bois sont en grande partie responsables des jours de mauvaise qualité de l'air pour le sud du Québec. Toutefois, selon ce même bilan, l'analyse des tendances des concentrations des PCA dans l'air démontre des conditions majoritairement stables ou à la baisse pour tous les contaminants évalués, à l'exception de l'O_3 en milieu urbain et des concentrations de $PM_{2.5}$ pour quelques stations rurale ou forestière. Cela dit, la baisse des concentrations observées au cours de la dernière décennie serait généralement moins importante que celles observées au cours des décennies précédentes.

Ainsi, en prenant en compte les différentes réglementations (ex. Règlement sur le soufre dans les carburants diesel) et l'électrification progressive des transports permettant de limiter les émissions de contaminants (dont les $PM_{2.5}$), il est projeté, toute autre chose étant égale, que la qualité de l'air dans la zone atmosphérique Québec-Sud ira en s'améliorant à court et moyen terme.

2.6.3 Portrait des principaux émetteurs environnants

Étant dans une zone industrialo-portuaire, le secteur environnant du nouveau terminal comprend déjà quelques entreprises dont principalement Kildair Service Ltée qui gère un parc de réservoirs de produits pétroliers directement à l'est. Les installations de Kildair est également relié à un quai permettant le transbordement de produits pétroliers dans ou de navires. Autrement, il existe dans la zone industrielle une série de plus petites entreprises spécialisées de toute sorte. Les sources d'émissions de contaminants de la zone d'étude se résument donc à :

- Au passage des navires sur la voie maritime en face du terminal;
- La circulation automobile dans le secteur incluant l'autoroute 30;
- Le passage des locomotives sur la voie ferrée traversant le complexe industriel;
- Les activités industrielles et manufacturières incluant un groupe d'installations à Sorel-Tracy et un deuxième groupe à Contrecœur. Un sommaire des émissions des contaminants déclarées à l'Inventaire national des rejets de polluants (ECCC, 2023) pour 2022 permet de constater l'ampleur de ces émissions (tableau 2-9).

Il n'y a pas d'installations dépassant au moins un des seuils de déclaration de l'INRP à moins de 5 km du nouveau terminal, ce qui n'est pas nécessairement indicatif d'une absence d'émissions atmosphériques dans le secteur. Selon notre revue de haut niveau, des émissions qualifiées de non négligeables pourraient survenir pour les installations suivantes :

- Kildair qui pourrait être responsable de rejets de COV principalement;
- Danis Construction à moins de 1 km au sud du nouveau terminal qui pourrait être responsable de rejets de poussières (présence de piles de granulats);
- Sable Peinture Richelieu à 500 m au sud du nouveau terminal qui pourrait être responsable de rejets de poussières (services de sablage) et possiblement de COV (peinture);
- Usines et ateliers de la zone industrialo-portuaire exploitant des équipements mobiles hors route.

2.6.4 Impact des sources d'émissions sur les récepteurs sensibles

Une appréciation qualitative de l'impact relatif des sources industrielles du tableau 2-9 ainsi que des sources mobiles de la région sur les récepteurs sensibles du tableau 2-2 a été effectuée puisqu'une estimation plus quantitative nécessitant des travaux de simulation ne peut pas être réalisée. Les sources mobiles d'émission incluent les locomotives passant sur la voie ferrée du CN entre Sorel-Tracy et la Rive-Sud de Montréal, les navires sur la voie maritime, et le passage des véhicules sur l'autoroute 30 (A-30). L'appréciation de l'impact relatif se base sur trois critères :

- le niveau d'émission de la source par rapport aux autres sources;
- la distance de la source d'émission par rapport au récepteur sensible; et
- la fréquence des vents provenant de la source d'émission vers le récepteur sensible.

L'ampleur des émissions est jugée selon les quantités de contaminants totaux émises annuellement par rapport à celles de Rio Tinto Fer et Titane qui est le plus gros émetteur de la région. Les autres sources sont donc définies comme étant mineur, faible, modéré ou élevé par rapport à RTFT (très élevé). Pour les sources non traitées au tableau 2-9, les hypothèses suivantes sont considérées :

- Kildair Services – terminal (faible): aucun rapport INRP associé à leurs activités, mais la génération d'odeurs (vapeurs d'hydrocarbures) demeure un enjeu;
- Kildair Services – quai (faible) : Un total de 150 navires à quai annuellement sur une période de 4 000 heures générant moins de 100 tonnes de contaminants (hypothèse : 10 à 20 kg/h de contaminants (PM_{10} + NOx + CO + COV + SO_2) par le moteur auxiliaire et la chaudière du navire);
- Circulation sur l'A-30 (modéré) : On estime à 30 000 passages quotidiennement dans ce secteur (Transports Québec, 2018) qui ont le potentiel de générer environ 500 tonnes de contaminants par année dans les alentours de chaque récepteur sensible (hypothèse : maximum de 5 g/km sur 10 km);
- Voie ferrée (mineur) : On estime à 2 000 passages de trains annuellement qui ont le potentiel de générer moins de 50 tonnes de contaminants (hypothèse : maximum de 1 000 g/km sur 10 km);
- Voie maritime (modéré) : On estime à 4 000 navires par année qui ont le potentiel de générer moins de 500 tonnes de contaminants (hypothèse : maximum de 100 kg/h avec chaque navire prenant 1 heure pour naviguer sur 10 km).

Le tableau 2-10 résume les critères (ampleur des émissions, distance, fréquence des vents) qui ont été pris en compte pour établir un impact relatif selon un barème à 4 niveaux. Dans l'ensemble, RTFT demeure l'établissement ayant le plus grand potentiel d'impact sur les récepteurs sensibles suivi de l'A-30 (en raison de sa proximité) et de la voie maritime. L'impact des autres sources est considéré de nul à marginal en raison des faibles quantités impliquées et/ou de leur distance par rapport aux récepteurs sensibles de la présente étude.

Tableau 2-9 Établissements ayant rapporté des émissions à l'INRP pour l'année 2022

Établissement (distance du nouveau terminal)	PM_T (t)	PM_{10} (t)	$PM_{2.5}$ (t)	SO_2 (t)	COV (t)	NOx (t)	CO (t)	Ar (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Co (kg)	Mn (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	D/F (g)	HAP (kg)
Rio Tinto Fer et Titane (**5,4 km** au NNE)	890	609	569	2 526		584	4 663	12		3 100	144	2 200	8	880	133		594
Les Forges de Sorel (**6,5 km** au NNE)	9	7	7	< 1		3	188		1	140	780	210		20	128	0,01	
Richardson International (**7,0 km** au NNE)	6 (1)	6	1														
Dépôt Rive-Nord (**8,4 km** au NNO)	63	17	2														
Régie d'assainissement des eaux Richelieu/St-Laurent (**9,8 km** au NE)					10												
Canada Pipe Co Ltd (fonderie Laperle) (**11,4 km** au SSE)	20	8	5												1		
ArcelorMittal Produits Long Canada Contrecoeur Est (**18,3 km** au SSO)	442	327	310	35	12	514	943	6	45	340		4 390	29		971	0,54	90
Logistec Arrimage (**20,4 km** au SSO)	50	8	2														
Grantech (**20,6 km** au SSO)	4 (1)	4	2														
ArcelorMittal Produits Long Canada Contrecoeur Ouest (**20,7 km** au SSO)	185	140	90	49		91	426	6	46	170		2 630	52		1 415	0,52	40
Centrale thermique de Tracy (**sur site**) (2)	156	122	105	937	11	652									62	0,02	

(1) Aucune valeur rapportée (< 20 tonnes). Suppose minimalement égale aux PM_{10}.
(2) Dernières émissions rapportées avant la fermeture de l'installation en 2010.

Tableau 2-10 Impact relatif des principales sources d'émissions sur les récepteurs sensibles de l'étude

Sources d'émission	Niveau d'émissions (1)	École primaire Enfants-Jésus			École secondaire Bernard-Gariépy			CÉGEP de Sorel-Tracy			CPE La Marelle (2)		
		km (3)	% (4)	IR (5)	km (3)	% (4)	IR (5)	km (3)	% (4)	IR (5)	km (3)	% (4)	IR (5)
Rio Tinto Fer et Titane (RTFT)	Très élevé	2,8	23	••••	2,3	22	••••	3,0	22	••••	3,3	22	•••
Les Forges de Sorel / Richardson International	Faible	3,8	21	•	3,3	21	•	3,8	23	•	4,2	23	•
Dépôt Rive-Nord	Faible	8,0	17	•	7,7	17	•	8,3	17	•	7,5	17	•
Régie d'assainissement des eaux Richelieu/St-Laurent	Mineur	6,5	14	•	5,7	14	•	5,9	21	•	6,5	21	•
Canada Pipe Co Ltd (fonderie Laperle)	Mineur	13,6	11	•	14,0	16	•	13,3	11	•	13,2	11	•
ArcelorMittal Produits Long Canada Contrecoeur Est	Élevé	21,0	28	•	21,4	28	•	20,8	28	••	20,6	28	••
Grantech / Logistec Arrimage	Mineur	23,3	28	•	23,8	28	•	23,3	28	•	23,0	28	•
ArcelorMittal Produits Long Canada Contrecoeur Ouest	Modéré	23,2	28	•	23,7	28	•	23,2	28	•	22,8	28	•
Kildair Services – Terminal	Faible	2,0	16	•	2,4	33	•	1,8	28	•	1,6	16	•
Kildair Services – Quai	Faible	2,5	28	•	3,2	28	•	2,6	34	•	2,2	28	•
Circulation sur l'autoroute A30	Modéré	0,3	18	•••	0,2	44	••••	0,4	44	••••	0,1	18	••••
Voie ferrée reliant Sorel-Tracy à Longueuil	Mineur	0,1	18	••	0,3	44	•	0,6	44	•	0,2	44	••
Voie maritime	Modéré	0,6	44	•••	1,1	44	••	1,4	44	••	1,0	44	•••

(1) Jugement du niveau d'émissions sur une base annuelle par rapport aux émissions de RTFT.
(2) Inclut les Résidences pour ainés Marquis de Tracy qui est situé à moins de 100 m du CPE.
(3) Distance du récepteur sensible au plus près de la source d'émissions.
(4) Fréquence de temps pour lequel le vent souffle de la source d'émission vers le récepteur sensible, en fonction des données de la rose des vents de la figure 2-1.
(5) Impact relatif (à 4 niveaux) sur le récepteur sensible parmi les différentes sources d'émissions. La (ou les) source jugée ayant le plus grand potentiel d'impact est dénotée par ••••.

2.6.5 Concentrations initiales

En vue des conditions actuelles connues au niveau de la qualité de l'air, le choix des concentrations initiales ajoutées aux résultats du modèle de dispersion a été réalisé de la façon suivante. Pour les PCA, les concentrations initiales du tableau 2-4 ont été déterminées à partir de résultats de stations du Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec (RSQAQ) et du Réseau national de surveillance de la pollution de l'atmosphère (RNSPA). Elles ont été déterminées à partir des observations de 2021 à 2023. Pour les normes québécoises, les spécifications de l'article 202 du RAA ont été suivies :

- SO_2 (4 minutes); NO_2 et CO (1 heure): moyenne triennale du 99e centile annuel des concentrations horaires mesurées lors des trois années.
- SO_2, NO_2, $PM_{2.5}$ et PM_T (24 heures); CO (8 heures): moyenne triennale du 98e centile annuel des concentrations moyennes quotidiennes ou sur 8 heures mesurées lors des trois années.
- SO_2 et NO_2 (annuel) : moyenne des concentrations horaires mesurées lors des trois années.

Pour les NCQAA et la valeur guide de l'OMS pour les PM_{10}, la concentration initiale est calculée à partir des mêmes mesures selon la représentation statistique des NCQAA (ou de l'OMS), soit :

- SO_2 (1 heure): moyenne triennale du 99e centile annuel des concentrations horaires maximums quotidiennes.
- NO_2 (1 heure): moyenne triennale du 98e centile annuel des concentrations horaires maximums quotidiennes.
- SO_2 et NO_2 (annuel): moyenne des concentrations horaires mesurées lors des trois années.
- $PM_{2.5}$ (24 heures): moyenne triennale du 98e centile annuel des concentrations moyennes quotidiennes.
- $PM_{2.5}$ (annuel): moyenne triennale de la moyenne annuelle des concentrations moyennes quotidiennes.
- PM_{10} (24 heures) : moyenne triennale du 99e centile annuel des concentrations moyennes quotidiennes.
- PM_{10} (annuel) : moyenne des concentrations moyennes quotidiennes lors des trois années.

Le choix des stations pour le calcul des concentrations initiales a été fait en examinant les concentrations sur une base annuelle obtenues par les stations se situant, sauf exception, à l'intérieur de 100 km du nouveau terminal (tableau 2-11). Les justifications sur le choix de station par contaminant sont données ci-dessous. Pour les contaminants toxiques, les concentrations initiales par défaut du RAA et du MELCCFP ont été utilisées, celles-ci représentant en général de niveaux relativement élevés typiques des milieux urbains ou fortement industrialisés (tableau 2-5).

2.6.5.1 Contaminants gazeux

La station la plus rapprochée du nouveau terminal pour le SO_2 est Saint-Joseph-de-Sorel à 6 km de distance. Cela dit, la concentration initiale selon ces données dépasse déjà la NCQAA horaire de 58 % en raison de la présence de l'usine de RTFT génératrice de SO_2 (tableau 2-9) à moins de 500 m de la station. Puisque le nouveau terminal est situé à environ 5 km de l'usine et de la station Saint-Joseph-de-Sorel, les données de cette station ne sont vraisemblablement pas représentatives de la zone d'étude. La concentration initiale issue des observations de la station Trois-Rivières Cap de la Madelaine, située également dans un secteur urbain et industriel (près de la papetière Kruger Wayagamac et de la voie maritime), a aussi été utilisée à titre comparatif pour la vérification de la NCQAA horaire.

Pour le NO_2, les stations de la région de Montréal n'ont pas été retenues en raison de la forte urbanisation générant plus de NO_2 que la région entourant le nouveau terminal. Les résultats de la station Drummondville Stade Jacques-Desautels sont donc considérés pour le calcul des concentrations initiales, étant situé dans un milieu entouré de zones résidentielles, mais avec une large zone industrielle au nord-ouest, ce qui s'apparente aux conditions retrouvées autour du nouveau terminal.

Il existe peu de stations de mesures pour le CO, soit celle de Saint-Anicet et de Laval-Chomedey. La station de Saint-Anicet a été sélectionnée puisqu'elle est située à l'extérieur d'une zone fortement urbanisée. De toute façon, les concentrations résultantes demeurent du même ordre de grandeur entre les deux stations tout en restant marginal par rapport aux normes du RAA applicables.

2.6.5.2 Matières particulaires en suspension

Pour les PM_T, des mesures sur trois récentes années consécutives existent à quatre (4) stations à l'intérieur de 60 km du nouveau terminal. La station Joliette-Graymont est la station la plus rapprochée, mais elle est située à un peu plus de 200 m de l'usine de production de chaux de Graymont. Quoique l'usine soit à l'arrêt présentement, il existe dans les alentours des zones (piles) avec matériaux en vrac susceptibles à l'érosion du vent. La station de Trois-Rivières, quoique localisée près du fleuve, est également susceptible à l'érosion éolienne des matériaux en vrac de la papetière Kruger et du port de Trois-Rivières à un peu plus de 1 km de distance. Ces sources industrielles sont vraisemblablement responsables des relativement hautes concentrations de PM_T obtenues (75 à 115 $\mu g/m^3$ selon l'année). Ce type d'émetteur n'existe pas à proximité du nouveau terminal. L'usine de RTFT est située à un peu plus de 5 km du nouveau terminal, soit à bonne distance permettant entre autres la déplétion du panache de poussières par déposition sèche et humide vers le terminal. Dans ce contexte, les résultats de la station Drummondville Stade Jacques-Desautels sont considérés pour le calcul de la concentration initiale, étant situé dans un milieu entouré de zones résidentielles, mais avec une large zone industrielle au nord-ouest ce qui s'apparente aux conditions retrouvées autour du nouveau terminal.

Les concentrations de PM_{10} mesurées sur trois années consécutives avec un analyseur séquentiel dans le sud du Québec (hors Montréal) sont seulement disponibles à partir de la station de Bécancour.

Les concentrations de $PM_{2.5}$ sont mesurées à plusieurs endroits dans le sud du Québec et dans divers environnements. Sur trois années consécutives, les concentrations moyennes résultantes ne varient pas beaucoup d'une station à l'autre allant de 19 à 25 $\mu g/m^3$ (tableau 2-11). La station de Trois-Rivières Cap-de-la-Madeleine dont les résultats sont un peu plus élevés par rapport aux autres est donc sélectionnée pour le calcul de la concentration initiale étant également situé près de la voie maritime. Au même titre que pour les PM_T, la présence d'une autre papetière à proximité pourrait vraisemblablement hausser les concentrations de $PM_{2.5}$ dans ce secteur, surestimant quelque peu la concentration initiale. À noter que la station de Charrette démontrant les plus hautes concentrations de $PM_{2.5}$ dans son ensemble n'est pas considérée en raison de la sablière située dans les environs de cette station.

Tableau 2-11 Concentrations ambiantes mesurées aux stations du RSQAQ à l'intérieur de 100 km du nouveau terminal

Contaminant (période d'exposition)	Station (ID RSQAQ)	Milieu environnant de la station et distance du terminal (km)	Concentration ambiante annuelle (1)					Niveau de gestion du SGQA (2)
			2021	2022	2023	Moy.	Unité	
SO_2 (NCQAA 1-h)	Saint-Joseph-de-Sorel (06678) *	Près de RTFT (moins de 1 km) émettant plus de 2 000 t SO_2/a (6 km)	94	90	125	103	ppb	Rouge
	Trois-Rivières Cap de la Madelaine (04048) *	Près de Kruger Wayagamac (à 1 km) émettant environ 50 t SO_2/a et de la voie maritime (65 km)	22	25	17	22	ppb	Vert
	Bécancour (04504)	Parc industriel (70 km)	35	21	34	30	ppb	Vert
NO_2 (NCQAA 1-h)	Drummondville – Stade Jacques-Desautels (04203) *	Milieu urbain de taille moyenne avec zone industrielle à moins de 1 km (54 km)	28	36	20 (3)	28	ppb	Jaune
	Longueuil (06600) (4)	Milieu fortement urbanisé (58 km)	38	35	34	35	ppb	Orange
	Laval-Chomedey (06205) (4)	Milieu fortement urbanisé (66 km)	43	38	35	38	ppb	Orange
	Saint-Jean-sur-Richelieu L'Acadie (06620)	Extérieur d'un milieu urbain de taille moyenne (77 km)	19	22	21	21	ppb	Jaune
$PM_{2.5}$ (NCQAA 24-h)	Saint-Simon (06641)	Milieu agricole (38 km)	23	14	29	22	µg/m³	Orange
	Saint-Zépherin-de-Courval (04711)	Milieu agricole (40 km)	20	14	22	19	µg/m³	Jaune
	Charrette (04740)	Milieu agroforestier, mais avec une grande sablière dans les environs (50 km)	23	20	31	25	µg/m³	Orange
	Drummondville – Stade Jacques-Desautels (04203)	Milieu urbain de taille moyenne avec zone industrielle à moins de 1 km (54 km)	23	18	24	22	µg/m³	Orange
	Longueuil (06600)	Milieu fortement urbanisé (58 km)	22	19	28	23	µg/m³	Orange
	Trois-Rivières Cap de la Madelaine (04048) *	Près de Kruger Wayagamac (à 1 km) émettant environ 50 t $PM_{2.5}$/a et de la voie maritime (65 km)	26	23	22	24	µg/m³	Orange
	Laval-Chomedey (06205)	Milieu fortement urbanisé (66 km)	22	20	23	21	µg/m³	Orange
	Bécancour (04504)	Parc industriel (70 km)	20	17	19	19	µg/m³	Jaune
	Saint-Jean-sur-Richelieu L'Acadie (06620)	Extérieur d'un milieu urbain de taille moyenne (77 km)	19	17	26	21	µg/m³	Orange

* Sélectionnée pour le calcul des concentrations initiales pour ce contaminant.
(1) Calculée en fonction de la représentation statistique de la NCQAA applicable.
(2) Selon le barème établi par le CCME (2019).
(3) Données non disponibles pour 2023. Représente l'année 2020.
(4) Les résultats de mesures de ces stations sont plus élevés que ceux de Terrebonne – Terre Vaillant et Brossard – Parc Sorbonne situés également dans des secteurs urbanisés.

Tableau 2-11 Concentrations ambiantes mesurées par les stations du RSQAQ à l'intérieur de 100 km du nouveau terminal (suite)

Contaminant (période d'exposition)	Station (ID RSQAQ)	Milieu environnant de la station et distance du terminal (km)	Concentration ambiante annuelle (1)					Niveau de gestion du SGQA (2)
			2021	2022	2023	Moy.	Unité	
O_3 (NCQAA 8-h)	Saint-Zépherin-de-Courval (04711)	Milieu agricole (40 km)	54	48	53	52	ppb	Jaune
	Drummondville – Stade Jacques-Desautels (04203)	Milieu urbain de taille moyenne avec zone industrielle à moins de 1 km (54 km)	53	46	51	50	ppb	Vert
	Longueuil (06600)	Milieu fortement urbanisé (58 km)	52	52	55	54	ppb	Jaune
	Trois-Rivières Cap de la Madelaine (04048)	Près de Kruger Wayagamac (à 1 km) et de la voie maritime (65 km)	51	45	43	46	ppb	Vert
PM_T (RAA 24-h)	Joliet-Graymont (06355)	Milieu urbanisé et à proximité (200 m) de l'usine de Graymont (22 km)	101	114	111	109	µg/m³	s. o.
	Saint-Simon (06641)	Milieu agricole (38 km)	42	40	29 (3)	37	µg/m³	s. o.
	Drummondville – Stade Jacques-Desautels (04203) *	Milieu urbain de taille moyenne avec zone industrielle à moins de 1 km (54 km)	77	70	85	77	µg/m³	s. o.
	Trois-Rivières – Louis-Denoncourt (04052)	Milieu urbanisé et à proximité (1-2 km) de la papetière Kruger et du quai de vrac solide du port de Trois-Rivières (60 km)	95	100	76	90	µg/m³	s. o.
PM_{10} (OMS 24-h)	Bécancour (04504) *	Parc industriel (70 km)	41	31	61	44	µg/m³	s. o.
CO (RAA 1-h)	Laval-Chomedey (06205)	Milieu fortement urbanisé (66 km)	492	599	537	542	ppb	s. o.
	Saint-Anicet (06804) *	Milieu agricole (130 km)	312	289	506	369	ppb	s. o.

* Sélectionnée pour le calcul des concentrations initiales pour ce contaminant.
(1) Calculée en fonction de la représentation statistique de la NCQAA, de la norme du RAA ou la valeur guide de l'OMS applicable.
(2) Selon le barème établi par le CCME (2019).
(3) Données non disponibles pour 2023. Représente l'année 2020.

2.6.5.3 Cas des MPD et du carbone noir

Les MPD proviennent essentiellement de la combustion de diesel dans les moteurs à combustion interne générant des matières particulaires fines ($PM_{2.5}$) ayant un haut niveau de toxicité. Les MPD sont composés de particules de carbone (ou carbone noir) et d'une panoplie de composés organiques de poids moléculaire élevé, dont les HAP. Compte tenu de la multitude de molécules associées aux MPD, ceux-ci ne peuvent pas être mesurés directement par les stations de suivi de la qualité de l'air. Le RSQAQ fait toutefois le suivi du carbone noir (CN) depuis quelque temps à certaines stations de son réseau dont celles du tableau 2-12 qui sont les plus rapprochées du nouveau terminal. On constate peu de différence en moyenne entre les deux sites, ce maintenant en moyenne à 0,35 $\mu g/m^3$ ce qui représente de l'ordre de 4 à 5% des concentrations de $PM_{2.5}$ mesurées en simultanée.

Cette valeur est utilisée comme concentration initiale pour le CN, pour comparaison avec le critère de qualité de l'atmosphère du MELCCFP spécifié au tableau 4-5. Il est toutefois important de mentionner que ce critère s'applique au noir de carbone et aux particules de charbon actif qui sont des produits fabriqués industriellement et dont la texture est réputée plus fine que le CN qui est un sous-produit de combustion et pour lequel il n'existe pas de critère particulier. Dans les faits, le CN contient du noir de carbone dans une proportion indéterminée.

La concentration moyenne annuelle de MPD est quant à elle extrapolée à 0,45 $\mu g/m^3$ en faisant l'hypothèse que la totalité du CN mesuré aux stations proviennent de la combustion de diesel,[1] et en utilisant un ratio CN/MPD moyen de 77% pour les équipements fonctionnant au diesel, tel que proposé dans le guide de l'US EPA (2022) concernant la quantification des émissions portuaires.

Tableau 2-12 Concentration de carbone noir mesurée à deux stations du RSQAQ récemment

Station (ID RSQAQ)	Moyenne annuelle			
	2022 (1)		2023	
	$\mu g/m^3$	CN / $PM_{2.5}$	$\mu g/m^3$	CN / $PM_{2.5}$
Trois-Rivières Cap de la Madelaine (04048)	0,36	4,2 %	0,38	4,5 %
Drummondville – Stade Jacques-Desautels (04203)	0,35	4,2 %	0,35	3,8 %

(1) Les deux stations ont débuté les mesures en juin et octobre 2022, respectivement.

2.6.6 Cas des dépôts atmosphériques

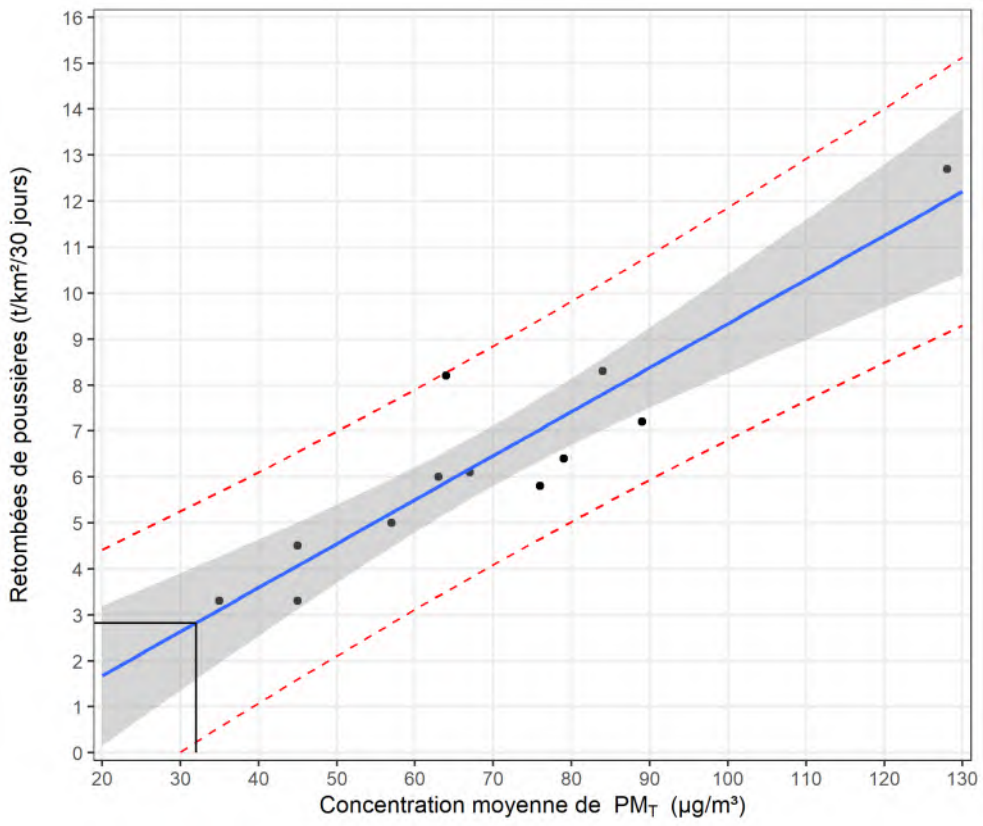
La déposition de poussières n'est pas mentionnée dans le RAA. Cependant, son prédécesseur, le Règlement sur la qualité de l'atmosphère en vigueur jusqu'en juin 2011, spécifiait une norme de 7,5 tonnes par kilomètre carré pour une période de 30 jours (7,5 $t/km^2/30$ j). Cette ancienne norme est similaire à la norme de 7 $t/km^2/30$ j actuellement en vigueur en Ontario (MEO, 2012) et est considérée à titre indicatif dans cette étude afin d'éclairer le lecteur sur la portée des dépôts de poussières associés au projet sur le milieu environnant.

[1] Hypothèse prudente puisque il est vraisemblable que le carbone noir provienne également de la combustion d'essence et de biomasse solide, en plus petite proportion.

Les lignes directrices de l'AEIC pour le projet demandent de décrire les dépôts actuels à l'aide de données de surveillance existantes à long terme. À notre connaissance, il n'existe aucune donnée de ce type dans la région de Sorel-Tracy.

L'étude des répercussions environnementales de l'extension du port de Québec (Roche, 1983) présente les taux de déposition moyens et les concentrations moyennes de PM_T mesurées pour la période de 1979 à 1982 à 12 stations à Limoilou et à Beauport exploitées par le MELCCFP ou par le Port de Québec autour des installations du secteur Beauport au port de Québec. La figure 2-4, générée à partir d'une analyse statistique de ces données, illustre qu'une relation quasi linéaire ($r^2 = 0,86$) existe entre les concentrations moyennes de PM_T et les dépôts de poussières à long terme.

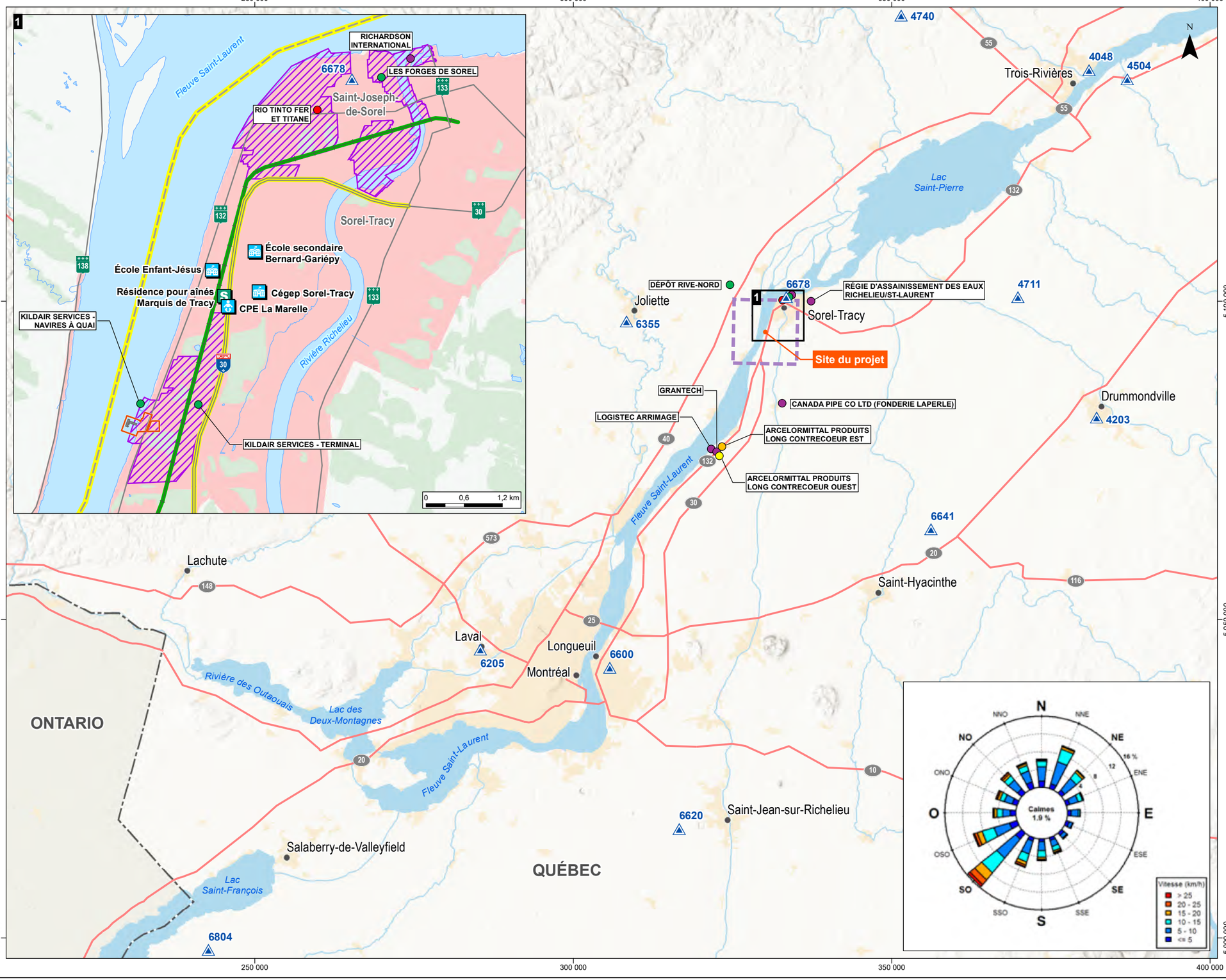
La concentration moyenne de PM_T selon les mesures réalisées à la station Drummondville – Stade Jacques-Desautels de 2021 à 2023, et qui ont été utilisées pour déterminer la concentration initiale journalière des PM_T, est de 35 µg/m³. En utilisant cette concentration dans le modèle statistique issu des observations au Port de Québec, des dépôts de poussières moyens de 3,2 t/km²/30 jours (ou de 2,0 à 4,3 t/km²/30 jours pour l'intervalle de confiance à 95 %) sont ainsi estimés et sont utilisés comme dépôt de poussières initial pour le projet.



(données tirées de Roche, 1983)

Ombragé : Intervalle de confiance à 95 % pour l'estimation de la moyenne
Ligne rouge : Intervalle de confiance à 95 % pour une estimation ponctuelle

Figure 2-4 Relation entre les concentrations moyennes de PM_T mesurées dans l'air ambiant et les dépôts de poussières moyens à 12 stations de Beauport et Limoilou de 1979 à 1982



MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

Domaine de modélisation

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

Nouveau terminal

Zone industrialo-portuaire

RÉCEPTEURS SENSIBLES

Centre de la petite enfance

École

Résidence pour aînés

NIVEAU D'ÉMISSION PAR SOURCE

Établissements émetteurs

Très élevé

Élevé

Modéré

Faible

Mineur

Sources mobiles

Modéré

Faible

MILIEU PHYSIQUE

Station de mesure de la qualité de l'air

INFRASTRUCTURES

Chemin de fer

Autoroute

Route

Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL

AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Stations du Réseau de suivi de la qualité de l'air du Québec et principales sources d'émission influençant la qualité de l'air dans le domaine de modélisation

Sources :

Atlas Canada, 1M, RNCan, 2017
BDGA, 5M, MRNF Québec, 2012
BDTA, 1/250 000, MRN Québec, 2002
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
RSQAQ, MELCCFP Québec, juin 2024
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C2-2-Domaine-241211-00.mxd

0 6 12 km
1/600 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024

Carte 2-2

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C2-2-Domaine-241211-00.mxd

2.7 Dioxyde d’azote : conversion du NO en NO_2

Les émissions d’oxydes d’azote (NOx) comprennent le monoxyde d’azote (NO) et le dioxyde d’azote (NO_2). Les proportions relatives typiques de NO et de NO_2 dans les gaz de combustion de moteurs sont respectivement de 90 % et de 10 %. Dans l’atmosphère, le NO est converti plus ou moins rapidement en NO_2 en fonction principalement de la concentration d’ozone (O_3) de l’atmosphère et des conditions météorologiques. À l’inverse, la photodissociation du NO_2 par le rayonnement solaire produit de l’O_3 et du NO. Comme il n’y a pas de normes pour le NO dans l’air ambiant, ce sont donc les concentrations de NO_2 dans l’air ambiant qui sont évaluées.

Dans cette étude, l’hypothèse de la conversion totale du NO en NO_2 a tout d’abord été utilisée pour l’estimation des concentrations maximales moyennes horaires, quotidiennes et annuelles. Cette hypothèse prudente surestime grandement les concentrations de NO_2 dans l’air ambiant et considère que le NO émis à l’atmosphère se transforme instantanément en NO_2 au point d’émission.

Lorsque le dépassement d’une norme est constaté, la méthode « Ozone Limiting Method » (OLM) est ensuite considérée dans les simulations pour estimer les concentrations maximales de NO_2, tout en considérant qu’une certaine proportion des NOx sont émis sous la forme de NO_2. Les proportions de NO_2 dans les émissions de NOx (ou « ISR : in-stack ratio ») considérées sont spécifiées au tableau 2-13 selon le type de sources. Les concentrations initiales de NO_2 sont ensuite ajoutées après le calcul de la conversion du NO en NO_2. Pour une source donnée, la méthode OLM se résume aussi :

- Si $[O_3]$ > ISR x [NOx] alors $[NO_2]$ = [NOx] — Conversion totale
- Dans le cas contraire : $[NO_2] = [O_3]$ + ISR x [NOx] — Conversion partielle

Où :
ISR : “in-stack ratio”: ratio NO_2/NOx (concentrations molaires ou volumiques) dans les émissions

$[O_3]$: concentration d’ozone dans l’environnement (ppb)

[NOx] : concentration de NOx calculée par le modèle de dispersion (ppb)

$[NO_2]$: concentration de NO_2 calculée par le modèle de dispersion (ppb)

Malgré que la méthode OLM soit toujours considérée comme une méthode de dépistage (« screening ») par l’US EPA en raison des incertitudes qui persistent au niveau de l’exactitude des résultats, elle permet d’obtenir des résultats qui sont plus représentatifs de la réalité tout en suivant l’approche recommandée par le MELCCFP (Couture, 2008).

Tableau 2-13 Ratio NO_2/NOx des émissions de NOx par catégorie de sources de l'étude

Catégorie de sources	Ratio NO_2/NOx	Source / justification
Camions routiers du projet	0,189	US EPA (2024a). Exhaust Emission Rates for Heavy-Duty Onroad Vehicles in MOVES5, Tableau 7-3 (running exhaust; 2010 – 2060) supposant que tous les camions utilisent du diesel
Véhicules légers en circulation sur la route près du terminal	0,156	US EPA (2024b). Exhaust Emission Rates for Light-Duty Onroad Vehicles in MOVES5, Tableau 8-1 (running; 1996 – 2050) supposant que tous les véhicules légers utilisent de l'essence
Équipements mobiles hors route au diesel	0,120	Valeur déterminée à partir de la base de données sur le ratio NO_2/NOx compilée par l'US EPA (2020a) pour différentes sources d'émissions de NOx. En extrayant les mesures pour des moteurs fonctionnant au diesel (150 au total), ce qui inclut des moteurs de propulsion et moteurs auxiliaires de navires et remorqueurs, une moyenne de 0,1 avec un écart-type de ±0,02 est obtenue. Ainsi, une valeur de 0,12 est considérée comme représentant le 84e centile des 150 mesures disponibles dans la base de données.
Moteurs auxiliaires des navires		
Moteurs de propulsion des navires		
Chaudières des navires	0,050	La même base de données mentionne des ratios inférieurs à 0,05 pour les chaudières.

Une concentration horaire d'O_3 constante de 55 ppb (108 µg/m³) a tout d'abord été considérée, ce qui représente des conditions d'O_3 plutôt élevées pour un milieu périurbain, lorsque comparées aux moyennes. Ceci a comme effet d'augmenter la conversion du NO en NO_2. Les concentrations d'O_3 n'étant pas de nature constante, une troisième simulation est réalisée en utilisant des concentrations horaires d'O_3 variables. Pour ce faire, les données horaires d'O_3 mesurées à une ancienne station du RSQAQ à l'Assomption de 2009 à 2013 (même période que le jeu de données météorologiques du modèle) ont été considérées et pour lesquelles la figure 2-5 illustre les variabilités horaires et saisonnières.

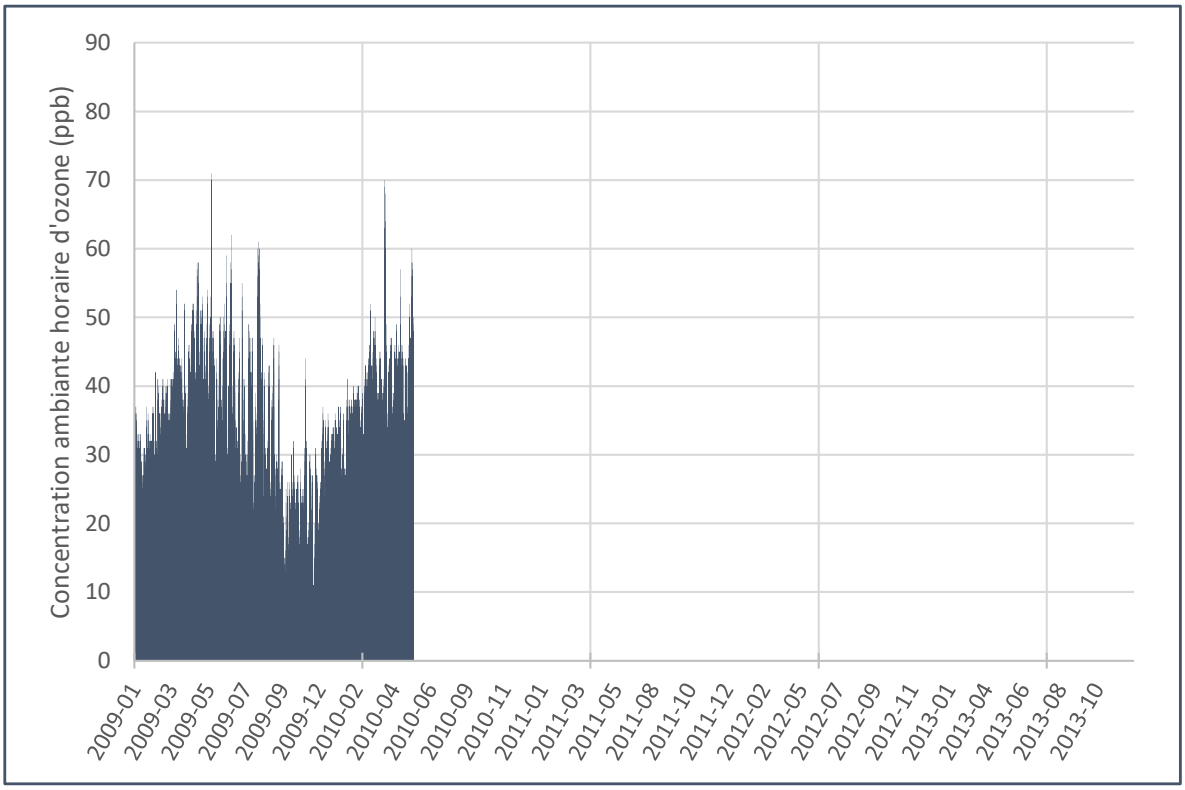


Figure 2-5 Concentration horaire d'O_3 mesurée à l'Assomption de 2009 à 2013

2.8 Paramètres pour la déposition sèche des PM

Contrairement aux contaminants gazeux, les matières particulaires émises à l'atmosphère, surtout celles plus grossières (10 à 30 µm), sont affectées par la gravité en retombant plus ou moins rapidement au niveau du sol et en y demeurant. Ainsi, comme première étape, les scénarios d'émissions de PM_T ont été simulés sans considération de ce phénomène générant ainsi des résultats élevés et prudents. Dans l'éventualité où les concentrations maximums de PM_T dans le domaine d'applicabilité des normes excèdent la norme applicable, alors les résultats d'une deuxième simulation intégrant la déplétion du panache par le phénomène de déposition sèche seront également présentés. La déplétion du panache par le phénomène de déposition humide a toutefois été négligée. Les dépôts (retombées) de poussières liées aux émissions fugitives du terminal ont également été calculés en considérant la déplétion du panache par déposition sèche.

Pour ce faire, le modèle de dispersion requiert pour chacune des sources une distribution par classe de diamètre des particules de même que la masse volumique des particules de chacune de ces classes. Cette information a été extraite à partir des facteurs d'émission d'AP-42 de l'US EPA permettant l'estimation des émissions fugitives des routes et activités de transfert et de définir de trois à quatre catégories de particules. En ce qui concerne les matières particulaires liées à la combustion, une seule classe a été définie puisque ce type d'émissions est dominé par les $PM_{2.5}$ qui se déposent très lentement et à de plus grandes distances. Les paramètres des sources relatifs à la déposition sèche sont présentés avec les paramètres d'émission pour la phase d'exploitation (chapitre 4).

2.9 Concentration pour une durée inférieure à une heure

Certaines normes du RAA et critères du MELLCFP sont associés à une période d'exposition inférieure à une heure (4 minutes par exemple pour le SO_2) alors que les résultats du modèle de dispersion sont représentatifs d'une durée d'une heure ou plus. La formule spécifiée dans le Guide de modélisation du MELCCFP et à l'annexe H du RAA est utilisée pour estimer les concentrations maximales sur 4 ou 15 minutes à partir des concentrations maximales horaires obtenues du modèle de dispersion. Les résultats maximums horaires seront donc multipliés par un facteur de 1,91 pour l'estimation d'une concentration maximale sur 4 minutes et par 1,37 pour l'estimation d'une concentration maximale sur 15 minutes.

2.10 Définition des scénarios de simulation / variance des émissions

L'objectif de l'étude de dispersion est d'estimer les concentrations maximales de contaminants dans l'air ambiant sur diverses périodes d'exposition : horaire, journalière ou annuelle par exemple. Lorsque les taux d'émission des sources sont constants, le modèle permet d'obtenir des résultats sur toutes les périodes en une seule exécution (scénario). Pour les sources variables de façon régulière et prévisible (p. ex. 7:00 à 16:00 (7 jours sur 7), 0:00 à 24:00 (5 jours sur 7), etc.), le modèle de dispersion permet de moduler les périodes d'émissions de diverses façons : par heure de la journée ou par mois par exemple.

Par contre, lorsque des sources importantes émettent de façon intermittente et imprévisible, il est préférable de configurer le modèle séparément selon la période d'exposition à évaluer. Une source intermittente et imprévisible est une source pour laquelle la période d'émission exacte n'est pas connue. Par exemple, le passage d'un navire en mouvement dans le domaine de simulation se fera pendant une heure tout au plus sans savoir à quelle heure exactement le passage se fera pendant la période d'accostage (avril à décembre). Selon cet exemple, pour la période d'exposition horaire, le taux d'émission du navire est utilisé toutes les heures de la période d'accostage alors que pour la période d'exposition journalière, le taux d'émission est pondéré par un facteur 1/24 et est utilisé toutes les heures de

la période d'accostage. Pour la période annuelle, la pondération se fait également par rapport au nombre de navires par année :

- Le scénario de simulation horaire, destiné à estimer les concentrations maximales horaires, considère les taux d'émission horaires de toutes les sources intermittentes imprévisibles sur toute la période d'émissions et les taux moyens journaliers des autres sources continues.
- Le scénario de simulation journalier, destiné à estimer les concentrations maximales quotidiennes, considère les taux d'émission maximums pondérés sur base journalière de toutes les sources intermittentes imprévisibles sur toute la période d'émission et les taux moyens journaliers des autres sources continues. Par exemple, les taux d'émission des navires en mouvement changent (taux d'émission moyen journalier incluant les périodes d'inactivité) par rapport au scénario horaire (taux d'émission durant l'activité).
- Le scénario de simulation annuel, destiné à estimer les concentrations moyennes annuelles, considère les taux d'émission moyens annuels de toutes les sources sur toute la période de simulation.

Plus de détails par rapport à l'identification des sources intermittentes imprévisibles et sources de type continu sont fournis aux chapitres 3 et 4.

Pour comparaison des résultats avec les NCQAA, dans un premier temps, les valeurs statistiques des NCQAA seront déterminées pour les scénarios horaire (SO_2 et NO_2), journalier (PM_{10} et $PM_{2.5}$) et annuel (SO_2, NO_2 et $PM_{2.5}$).

Pour les scénarios horaires et journaliers, si les résultats indiquent des valeurs élevées par rapport aux NCQAA, alors ces scénarios seront raffinés en tenant compte de la fréquence réelle des périodes d'émission. Par exemple, en tenant compte du fait que :

- les navires en mouvement dans le domaine de simulation ne surviennent qu'une heure par navire au maximum;
- QSL prévoit un maximum de 35 vraquiers annuellement à quai pendant un maximum de 5 jours consécutifs chacun, ce qui représente environ 65% du temps pendant la période d'émissions des navires (d'avril à décembre, inclusivement). Ainsi, dans ce cas de figure, 65 % des heures seront attribuées un taux d'émissions alors que la balance (35 %) aura un taux nul.

3. Phase de construction

La construction du nouveau terminal comportera des activités qui se concentreront particulièrement au niveau du quai sur l'eau et sur la rive. Hormis l'installation du convoyeur reliant le quai à l'entrepôt et la plateforme d'entreposage extérieur, aucune modification particulière n'est prévue sur les infrastructures existantes en marge de la présente étude. Deux options sont présentement considérées pour la construction du quai, soit la mise en place de piles en béton sur lesquelles un quai préfabriqué flottant y est raccordé ou la mise en place des piles sur lesquelles un tablier fixe en béton est coulé. La deuxième option, soit celle ayant le plus grand potentiel de génération d'émissions atmosphériques, est considérée pour la simulation.

Les travaux au niveau du quai sont donc prévus sur une période de seize (16) mois répartis sur deux (2) années s'étalant d'avril à novembre afin de :

- Faire le vibrofonçage des pieux caissons;
- Retirer le matériel de l'intérieur des caissons pour disposition hors site;
- Mettre en place l'armature et bétonner les caissons formant les piles;
- Coffrer, ferrailler et bétonner le tablier placé sur les piles;
- Finaliser le quai avec l'installation de glissières, le nettoyage de surface et la pose d'enrobé bitumineux;
- Installer les ducs-d'Albe avec leur dispositif et modifier une prise d'eau et finaliser les travaux.

3.1 Sources d'émissions atmosphériques

Plusieurs équipements (pelle, grues, chariots élévateurs, etc.) seront mobilisés au chantier pendant les travaux s'étalant sur 16 mois. Pour les besoins de la simulation, les émissions des moteurs sont considérées sur la période complète des travaux prévus sur une base annuelle, soit d'avril à novembre du lundi au vendredi de 7h à 18h. Aucune émission n'est prévue à l'extérieur de cette plage.

En plus des équipements mobiles hors route et d'un remorqueur manipulant les barges sur l'eau, le transport routier des matériaux retirés des caissons et du béton livré au chantier est compris dans le scénario de simulation. Hormis le soulèvement des poussières de route, aucune autre source d'émission fugitive de poussière n'est ajoutée au modèle. Les sources potentielles sont en fait considérées négligeables pour les raisons suivantes :

- Les sédiments retirés des caissons seront mis dans un bassin de sédimentation sur une barge permettant de retirer une partie de l'eau avant d'être transférés dans des camions sur la rive. La relativement faible quantité de sédiments (750 m^3) couplée au taux d'humidité qui restera élevé lors du chargement des camions ne générera pas des panaches de poussières importants.
- Le nettoyage de la surface du tablier en béton avec une grenailleuse peut générer des poussières, mais ces équipements sont munis d'un dépoussiéreur intégré. La grenailleuse ne sera requise que sur quelques jours.

Le tableau 3-1 résume les sources ou groupes de sources qui ont été considérées dans la simulation de la phase de construction. En absence d'un calendrier précis, les taux d'émission sont considérés constants sur la période totale des travaux d'avril à novembre de 7 h à 18 h pour la vérification des normes et critères de courte durée (1 heure et moins). Pour la vérification des normes et critères journaliers et annuels, ces taux d'émission sont pondérés en fonction du nombre d'heures et de jours en exploitation pendant la période des travaux, tels que décrits dans les sections suivantes.

Tableau 3-1 Sources d'émissions atmosphériques retenues – Phase de construction

Volet	ID	Source d'émission
Remorqueur (Section 3.2.1)	A1	Somme des moteurs de propulsion (A1-1) et auxiliaire (A1-2) d'un remorqueur manipulant les barges pour la manutention des matériaux en vrac et sur lesquelles des équipements sont montés.
Équipements mobiles hors route (Section 3.2.2)	A2	Somme des moteurs à combustion interne de dix équipements mobiles (A2-1 à A2-12; voir tableau 3-5) hors route en exploitation au niveau du quai sur l'eau ou près de la rive.
Transport routier (Section 3.2.3)	A3	Somme des émissions fugitives de route (A3P) et des moteurs (A3M) par les camions de transport des matériaux extraits des caissons et du béton livré au chantier.

Les méthodes menant aux calculs des taux d'émission sont expliquées à la section 3.2 pour l'ensemble des sources d'émissions. Les taux et paramètres d'émission résultants pour les contaminants principaux sont tabulés à la fin de la présente section. Les taux d'émission pour les autres contaminants (COV, HAP, métaux, etc.) sont disponibles à l'annexe A qui contient également l'ensemble des intrants, facteurs d'émission et hypothèses en lien aux calculs.

3.2 Calcul des taux d'émission

Les sous-sections suivantes résument les méthodes de calculs et hypothèses utilisées pour chaque source du tableau 3-1 pour l'ensemble des contaminants étudiés.

3.2.1 Remorqueur

Un remorqueur sera utilisé pour le déplacement des barges transportant les équipements pour le vibrofonçage, le bétonnage ainsi que la manutention des sédiments extraits des caissons. Les paramètres d'exploitation du remorqueur sont établis au tableau 3-2 alors que les facteurs d'émission sont définis au tableau 3-3 et ont été déterminés selon l'approche suivante :

- PM, NOx, CO, MPD et hydrocarbures totaux (HC) : les facteurs d'émission sont extraits du guide de l'US EPA (2022) concernant la quantification des émissions portuaires pour des embarcations portuaires équipées d'un moteur de type C1 avec certification Tier 2 (construit normalement entre 2004 et 2012) sur les moteurs de propulsion et moteurs auxiliaires.
- SO_2 : calculé en supposant un taux de consommation de carburant de 213 g/kWh, une concentration de soufre de 1 000 ppm (maximum alloué pour la zone de contrôle des émissions de l'Amérique du Nord), et un taux de conversion de 97,8 % du soufre en SO_2 selon l'US EPA (2022).
- NH_3, COV, métaux, BPC totaux, D&F totaux, et HAP : les facteurs d'émission sont calculés à partir du facteur d'émission de $PM_{2.5}$ ou d'HC, selon le cas, multiplié par la fraction du contaminant dans les $PM_{2.5}$ ou les HC dans les gaz d'échappement des embarcations portuaires (US EPA, 2022).
- CN : calculé en utilisant le facteur d'émission de $PM_{2.5}$ multiplié par un ratio CN/$PM_{2.5}$ de 0,77, tel que spécifié dans l'US EPA (2022);
- NHAP, OHAP, AHAP et DBT: calculé à partir du facteur d'émission des principaux HAP totaux multipliés par le ratio des x-HAP (NHAP, OHAP, AHAP ou DBT) sur les principaux HAP totaux (se référer à la section 2.5).
- Odeurs : calculées en fonction d'une concentration odeur à la source de 4 810 u.o./Nm^3 pour des moteurs de groupes électrogènes (valeur la plus élevée parmi les catégories étudiées, AWMA 2001). La concentration

d'odeurs est ensuite multipliée par un débit des gaz d'échappement de 11 705 Nm^3/h (équivalent à 6,2 Nm^3/kWh pour des moteurs diesel exploités avec 150% d'air en excès).

Tableau 3-2 Phase de construction – Remorqueur

Paramètre		Intrant	Commentaire
Puissance considérée	Moteur de propulsion	1 756 kW	Représente des valeurs typiques selon l'US EPA (2022) à l'annexe G pour des remorqueurs (ex. 3 512 kW de puissance nominale x 50% de charge moyenne pour le moteur de propulsion).
	Moteur auxiliaire	123 kW	
Pondération des taux d'émission selon la période d'exposition	Maximum quotidien	50%	Une pondération de 50% est utilisée et considérée comme valeur prudente sachant que le remorqueur sera surtout utilisé pour déplacer et mettre en place les barges et ne sera pas utilisé pour faire du transport proprement dit.
	Moyenne annuelle	36%	Les travaux seront réalisés à raison de 5 jours sur 7 pendant la période d'exploitation annuelle (avril à novembre), soit 71% des journées x 50% (pondération quotidienne).

Tableau 3-3 Facteurs d'émission du remorqueur – Phase de construction

Contaminants	Facteur d'émission (FE) (g/kWh)		Source
	Propulsion	Auxiliaire	
PM_T et PM_{10}	0,15	0,17	Calculs ou facteurs d'émission de l'annexe H de l'US EPA (2022) pour des navires de type C1 avec une certification Tier 2. PM_{10} calculé à partir de l'équation H.1 pour des carburants autres que le ULSD (et tableau H.3 associé) en considérant une concentration de soufre de 1 000 ppm.
$PM_{2.5}$ et MPD	97 % x PM_{10}		
CN	77 % x $PM_{2.5}$		
NOx	6,1	6,1	
CO	1,1	0,90	
SO_2	0,42	0,42	
HC	0,19	0,21	
COV spécifiques	FE HC x fraction dans les HC		Fractions dans les HC et $PM_{2.5}$ extraites de l'annexe D de l'US EPA (2022), telles que présentées au tableau 3-4 ci-dessous
Métaux	FE $PM_{2.5}$ x fraction dans les $PM_{2.5}$		
NH_3			
BPC totaux			
D&F (éq. T4CDD)			
HAP	FE HC x fraction dans les HC + FE $PM_{2.5}$ x fraction dans les $PM_{2.5}$ (1)		
NHAP, OHAP, AHAP et DBT	[FE HC x fraction des HAP totaux dans les HC + FE $PM_{2.5}$ x fraction des HAP totaux dans les $PM_{2.5}$] x ratio « x-HAP : HAP totaux »		Fractions des HAP totaux (2) dans les HC et $PM_{2.5}$ extraites de l'annexe D de l'US EPA (2022), telles que présentées au tableau 3-4. Les ratios dans les HAP totaux ont été présentés à la section 2.5.

(1) Pour les HAP totaux (en BaPET), les FET du tableau 2-6 sont utilisés en parallèle.
(2) Pour ce calcul, les HAP totaux ne sont pas convertis en BaPET.

Tableau 3-4 Fraction des contaminants toxiques dans les $PM_{2.5}$ et HC – Secteur maritime

Métaux et autres	Fraction dans les $PM_{2.5}$	COV	Fraction dans les HC (1)
Antimoine	$6{,}2 \times 10^{-4}$	1,3-butadiène	0,0011
Arsenic	$2{,}6 \times 10^{-5}$	Acétaldéhyde	0,010
Béryllium	$5{,}9 \times 10^{-7}$	Acroléine	0,0019
Cadmium	$2{,}4 \times 10^{-4}$	Benzène	0,0050
Chrome III	$1{,}4 \times 10^{-4}$	Éthylbenzène	0,00046
Chrome VI	$7{,}2 \times 10^{-9}$	Formaldéhyde	0,045
Cobalt	$6{,}5 \times 10^{-5}$	Isooctane	0,0075
Manganèse	$3{,}2 \times 10^{-6}$	Hexane	0,0029
Mercure	$4{,}2 \times 10^{-8}$	Propanal	0,0016
Nickel	$6{,}9 \times 10^{-4}$	Styrène	0,0014
Plomb	$1{,}3 \times 10^{-4}$	Toluène	0,0021
Plomb	$4{,}4 \times 10^{-9}$	Xylènes	0,0015
Sélénium	$6{,}2 \times 10^{-4}$		
NH_3	$1{,}9 \times 10^{-2}$		
BPC totaux	$4{,}2 \times 10^{-7}$		
Dioxines et furannes (éq. T4CDD)	$5{,}4 \times 10^{-9}$		
HAP	**Fraction dans les $PM_{2.5}$**	**HAP**	**Fraction dans les HC (1)**
Benzo(a)pyrène	$4{,}2 \times 10^{-6}$	Benzo(a)pyrène	0
Naphtalène	0	Naphtalène	$3{,}3 \times 10^{-2}$
Pyrène	$3{,}4 \times 10^{-5}$	Pyrène	0
HAP totaux (en BaPET)	$1{,}3 \times 10^{-5}$	HAP totaux (en BaPET)	$3{,}8 \times 10^{-5}$
HAP totaux (2)	$3{,}1 \times 10^{-4}$	HAP totaux (2)	$3{,}5 \times 10^{-2}$

(1) Ces valeurs sont déduites à partir des fractions dans les COV multipliés par le ratio HC/COV suggéré par l'US EPA (2022).
(2) Utilisée pour le calcul des émissions de NHAP, OHAP, AHAP et DBT.

3.2.2 Équipements mobiles hors route

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

Les taux d'émission sont calculés à partir de facteurs d'émission selon le nombre d'équipements du même type, la puissance nominale de son moteur et la charge moyenne du moteur lorsqu'en exploitation.

$$E_X = FE_X \times P_N \times FC / 3{,}600$$

E_X : taux d'émission du contaminant *X* (g/s)
FE_X : facteur d'émission du contaminant *X* (g/hp-h)
P_N : puissance nominale du moteur de l'équipement (hp)
FC : facteur de charge moteur moyen (-)

Le tableau 3-5 procure la liste des équipements mobiles inclus dans le modèle comprenant les puissances nominales et facteurs de charge des moteurs considérés. Ces équipements seront requis principalement pour la mise en place

des piles puis du tablier en béton et ne seront donc pas opérés tous en simultanée. Ainsi, les émissions des équipements du tableau 3-5 associées à la finition du quai survenant vers la fin des travaux ne sont pas considérées pour les périodes d'exposition horaires et journalières puisque ces activités seront moins émettrices que les activités de construction du quai préalables. Pour les moyennes annuelles, les émissions de chaque équipement sont pondérées selon les besoins au chantier en nombre de jours pendant l'année.

Tableau 3-5 Phase de construction – Équipements mobiles hors route

Source ID	Équipement (certification Tier attribuée)	Nombre et moteur (1)	Pondération des taux d'émission par période d'exposition		Hypothèses
			Journalier (2)	Annuel (2)	
A2-1	Grue 75T (Tier 2)	1 x 310 hp 43% de charge	82 %	58 %	Grue de manutention utilisée lors de la construction des piles fonctionnant 10 heures par jour et 5 jours sur 7.
A2-2 A2-3	Camions hors route (Tier 3 et 4)	2 x 450 hp 59 % de charge	27 %	19 %	Camions requis en intermittence supposant un taux d'utilisation maximum de 3 heures par jour et 5 jours sur 7.
A2-4	Grue 150T (Tier 2)	1 x 536 hp 43 % de charge	82 %	29 %	Grue de levage utilisée lors de la construction des piles fonctionnant 9 heures par jour et 5 jours sur 7, mais pour seulement la moitié de la période des travaux.
A2-5	Pelle mécanique (Tier 3)	1 x 180 hp 59 % de charge	82 %	58 %	Pelle utilisée lors de la construction des piles pouvant être équipée d'un vibrofonceur fonctionnant 9 heures par jour et 5 jours sur 7.
A2-6	Nacelle élévatrice (Tier 4)	1 x 110 hp 21 % de charge	82 %	58 %	Nacelle de type Skytrac fonctionnant 9 heures par jour et 5 jours sur 7.
A2-7	Compresseur d'air (Tier 3)	1 x 165 hp 43 % de charge	100 %	71 %	Compresseur fournissant 300 pi^3/min d'air en continu 5 jours sur 7.
A2-8	Pompe à béton (Tier 4)	1 x 100 hp 43 % de charge	0 %	2,0 %	Pompe à béton requise pendant l'équivalent de 5 jours pendant l'année pour le coulage du béton des piles et du tablier excluant des simulations horaires et journalières puisque cette activité ne surviendra pas en simultanée avec les activités principales ci-dessus.
A2-9	Grue 275T (Tier 2)	1 x 215 hp 43 % de charge	0 %	2,0 %	Grue de levage utilisée lors de la construction du tablier requise pendant l'équivalent de 5 jours pendant l'année. Idem à la pompe à béton concernant les simulations horaire et journalière.
A2-10	Finisseur de béton (Tier 2)	1 x 50 hp 59% de charge	0 %	0,82 %	Machine requise pendant l'équivalent de 2 journées lors de la finition du tablier de béton.
A2-11 A2-12	Équipements d'asphaltage (Tier 3 et 4)	2 x 100 hp 59 % de charge	0 %	0,41 %	Équipements (rouleau et finisseur) utilisés pour la pose d'un enrobé bitumineux pour l'équivalent de 1 journée lors de la finition du tablier.

(1) Puissance nominale du moteur d'une marque et modèle typique. Le facteur de charge est extrait d'un document de référence de l'US EPA (2010).
(2) Pondération par rapport à la période des travaux : 11 heures par jour (7h – 18h) et d'avril à novembre inclusivement.

Les facteurs d'émission des moteurs neufs fonctionnant en état d'équilibre (g/hp-h) pour les contaminants principaux (PM_{10}, $PM_{2.5}$, NOx, CO, HC) sont obtenus à partir du module NONROAD du modèle MOVES5 de l'US EPA (2021). En

absence de données sur la certification des moteurs au chantier, une répartition égale entre des moteurs Tier 2, 3 et 4 est considérée (voir tableau 3-5 pour la sélection par engin). Cette composition est considérée suffisamment prudente par rapport aux émissions anticipées puisque les deux plus gros engins avec un facteur de pondération journalier élevé sont attribués des facteurs d'émission Tier 2.

Ces facteurs d'émission sont corrigés afin d'intégrer le régime transitoire des moteurs en fonction du type d'équipement. De plus, ne connaissant pas l'origine et l'âge de la machinerie lourde qui sera utilisée, l'utilisation d'un facteur de détérioration maximale des émissions dans le temps, tout en considérant un entretien régulier des moteurs, est considérée dans le modèle NONROAD.

Les facteurs d'émission de particules (PM_{10}, $PM_{2.5}$) et de SO_2 ont également été corrigés en fonction du contenu en soufre du carburant diesel. Dans le cadre de cette étude, une concentration de 15 mg/kg est considérée, équivalente au maximum acceptable pour le carburant utilisé pour usage dans des véhicules routiers ou hors routes (Règlement sur le soufre dans le carburant diesel du gouvernement canadien). Les facteurs d'émission des autres contaminants sont obtenus comme suit (tableau 3-6) :

- PM_T et MPD : considérés équivalents aux PM_{10} et $PM_{2.5}$, respectivement.
- CN : calculé en utilisant le facteur d'émission de $PM_{2.5}$ multiplié par un ratio $CN/PM_{2.5}$ de 0,77, tel que spécifié dans l'US EPA (2022);
- NH_3 : extrait du tableau 5-3 de l'US EPA (1994).
- COV et HAP : les facteurs d'émission sont calculés à partir du facteur d'émission des $PM_{2.5}$ ou des HC, selon le cas, multiplié par la fraction du contaminant dans les $PM_{2.5}$ ou les HC dans les gaz d'échappement des équipements mobiles hors route, comme établi par le modèle NONROAD de l'US EPA (2023c) (tableau 3-7).
- Métaux et D&F totaux: les facteurs d'émission (en g/L) sont extraits de l'US EPA (2023c) pour des engins construits en 2007 et plus. Ces valeurs sont converties en g/hp-h en fonction du taux de consommation spécifiques des moteurs diesel selon le modèle NONROAD (environ 0,2 L/hp-h).
- NHAP, OHAP, AHAP et DBT: calculé à partir du facteur d'émission des HAP principaux totaux multipliés par le ratio des x-HAP (NHAP, OHAP, AHAP ou DBT) sur les HAP principaux totaux (se référer à la section 2.5.2).
- Odeurs : calculées en fonction d'une concentration à la source de 3 000 u.o./Nm^3 pour des camions construits avant 2001 (Tier 0) selon une étude (AWMA 2001) multipliée par le ratio des facteurs d'émission d'HC pour des moteurs « Tier 3 » ou « Tier 4F » versus « Tier 0 » du modèle d'émission NONROAD. Le facteur d'émission d'odeur est ensuite multiplié par un débit des gaz d'échappement spécifique de 3,5 Nm^3/hp-h.

Tableau 3-6 Facteurs d'émission des équipements mobiles hors route – Phase de construction

Contaminant	Facteur d'émission (g/hp-h) (1)	Source
PM_T et PM_{10}	0,0015 – 0,56	Facteurs d'émission extraits du modèle NONROAD de l'US EPA (2023c) selon la puissance nominale du moteur « Tier 3 » ou « Tier 4 final ». Concentration de soufre de 15 ppm.
$PM_{2.5}$ et MPD	97 % x PM_{10}	
CN	77 % x $PM_{2.5}$	
NOx	0,080 – 4,5	
CO	0,017 – 4,2	
SO_2	0,0035 – 0,0055	
HC	0,0082 – 0,33	
NH_3	0,025	Tableau 5-3 de l'US EPA (1994)
COV spécifiques	FE HC x fraction dans les HC	Fractions dans les HC et $PM_{2.5}$ extraites des tableaux 3-4 et 3-5 de l'US EPA (2023c), telles que présentées au tableau 3-7 ci-dessous.
HAP	FE HC x fraction dans les HC + FE $PM_{2.5}$ x fraction dans les $PM_{2.5}$ (2)	
Métaux	$4,2 \times 10^{-9}$ – $3,2 \times 10^{-6}$ selon le métal (3)	Tableau 3-6 de l'US EPA (2023c) en g/L x 0,2 L/hp-h
D&F (éq. T4CDD)	$2,6 \times 10^{-13}$	Somme des valeurs par congénère du tableau 3-7 de l'US EPA (2023c) en g/L x 0,2 L/hp-h puis ajustées en fonction de leur FET respectif
NHAP, OHAP, AHAP et DBT	[FE HC x fraction des HAP totaux dans les HC + FE $PM_{2.5}$ x fraction des HAP totaux dans les $PM_{2.5}$] x ratio « x-HAP : HAP totaux »	Fractions des HAP totaux (4) dans les HC et $PM_{2.5}$ extraites du tableau 3-5 de l'US EPA (2023c), telles que présentées au tableau 3-7. Les ratios dans les HAP totaux ont été présentés à la section 2.5.

(1) La plage de valeurs résultantes selon le modèle NONROAD est présentée pour l'ensemble des équipements mobiles. Les valeurs exactes par source (A2-1 à A2-12) sont disponibles à l'annexe A.
(2) Pour les HAP totaux (en BaPET), les FET du tableau 2-6 sont utilisés en parallèle.
(3) À noter que plusieurs métaux n'ont aucun facteur d'émission pour cette source d'émission.
(4) Pour ce calcul, les HAP totaux ne sont pas convertis en BaPET.

Tableau 3-7 Fraction des contaminants toxiques dans les $PM_{2.5}$ et HC – Équipements mobiles hors route

COV	Fraction dans les HC (1)	COV	Fraction dans les HC (1)
1,3-butadiène	0,0021	Isooctane	0,0087
Acétaldéhyde	0,12	Hexane	0,0029
Acroléine	0,021	Propanal	0,025
Benzène	0,060	Styrène	0
Éthylbenzène	0,011	Toluène	0,042
Formaldéhyde	0,32	Xylènes	0,082
HAP	**Fraction dans les $PM_{2.5}$**	**HAP**	**Fraction dans les HC (1)**
Benzo(a)pyrène	$6,7 \times 10^{-6}$	Benzo(a)pyrène	0
Naphtalène	0	Naphtalène	$8,6 \times 10^{-3}$
Pyrène	$6,2 \times 10^{-5}$	Pyrène	$1,4 \times 10^{-4}$
HAP totaux (en BaPET)	$1,7 \times 10^{-5}$	HAP totaux (en BaPET)	$1,4 \times 10^{-5}$
HAP totaux (2)	$5,4 \times 10^{-4}$	HAP totaux (2)	$1,3 \times 10^{-2}$

(1) Ces valeurs sont déduites à partir des fractions dans les COV multipliés par un ratio HC/COV suggéré par l'US EPA (2023c)
(2) Utilisés pour le calcul des émissions de NHAP, OHAP, AHAP et DBT.

3.2.3 Transport routier

Les émissions atmosphériques liées au transport des matériaux comprennent la poussière générée par le passage des camions et les gaz d'échappement de leur moteur diesel. Les émissions fugitives de poussières sur surface pavée sont estimées selon la méthode proposée dans le compendium AP-42 de l'US EPA (2011).

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

FE : facteur d'émission de matières particulaires (g/km parcouru)
k : constante granulométrique (PM_T = 3,23 g/km; PM_{10} = 0,62 g/km; $PM_{2.5}$ = 0,15 g/km)
s : teneur en silt de la route (g/m^2)
W : masse pondérée des camions circulant sur la route (US tons)

Une teneur en silt (fraction fine < 75 µm) sur la surface de la route de 0,2 g/m^2 a été fixée, représentative de routes avec un débit de circulation de 500 à 5,000 véhicules par jour (US EPA, 2011; tableau 13.2.1-2), étant la situation actuelle sur la route Marie-Victorin. Pour ce qui est de la masse des camions, une moyenne pondérée de 21 tonnes (ou 23 US tons) est considérée en supposant un camion de 13 tonnes et une charge utile moyenne de 8 tonnes (16 tonnes pleins + retour à vide).

Les facteurs d'émission des moteurs (en g/km) pour les PCA ($PM_{2.5}$, NOx, CO, HC) sont obtenus à partir du Tableau 4-43 de l'US Bureau of Transportation Statistics (US BTS, 2023) qui développe des facteurs d'émission moyens annualisés par catégorie de véhicules pondérés selon la distribution d'âge du parc de véhicules, le mode d'utilisation et d'autres facteurs associés. Cette évaluation par l'US BTS se base sur des résultats de la version 3 de MOVES (MOVES3) de l'US EPA. Les facteurs d'émission spécifiés au tableau 3-9 correspondent à ceux présentés par l'US BTS pour l'année 2020 (qui sont plus élevés par rapport aux valeurs des années futures). Les facteurs d'émission pour les autres contaminants sont obtenus comme suit (tableau 3-9) :

- PM_T et PM_{10} : considérés équivalents à $PM_{2.5}$ / 0,92.
- MPD : correspond à la fraction des $PM_{2.5}$ provenant des gaz d'échappement des moteurs.
- CN : calculé en utilisant le facteur d'émission de $PM_{2.5}$ multiplié par un ratio CN/$PM_{2.5}$ de 0,53 applicable pour des véhicules lourds au diesel selon l'European Environment Agency (EEA, 2024).
- SO_2 : estimé en considérant un taux de consommation de carburant diesel de 0,40 L/km et une concentration de soufre dans le diesel de 15 ppm.
- NH_3 : Calculé en utilisant un facteur d'émission de 0,1 g/kg de carburant diesel (US EPA, 2024a), tout en utilisant une densité de 0,85 kg/L et un taux de consommation de 0,4 L/km.
- COV et HAP : les facteurs d'émission sont calculés à partir du facteur d'émission des $PM_{2.5}$ ou des HC, selon le cas, multiplié par la fraction du contaminant dans les $PM_{2.5}$ ou les HC dans les gaz d'échappement des véhicules routiers, comme établi par le modèle MOVES3 de l'US EPA (2020b) et toujours applicable dans la dernière version MOVES5.
- Métaux et D&F totaux : extrait du document de référence de l'US EPA (2020b) en lien au modèle MOVES3.
- NHAP, OHAP, AHAP et DBT: calculé à partir du facteur d'émission des HAP principaux totaux multipliés par le ratio des x-HAP (NHAP, OHAP, AHAP ou DBT) sur les HAP principaux totaux (se référer à la section 2.5).
- Odeurs : calculées en fonction d'une concentration d'odeur à la source de 3 000 u.o./Nm^3 pour des camions construits avant 2001 selon une étude (AWMA, 2001) multipliée par le ratio des facteurs d'émission d'HC de l'US BTS (2023) pour le parc de camions lourds exploité en 2000 et celui exploité en 2022. Le facteur d'émission d'odeur est ensuite obtenu en multipliant par un débit des gaz d'échappement spécifique de 4 Nm^3/hp-h aux conditions standards.

Les taux d'émission de particules fugitives et de gaz de combustion sont obtenus en fonction des facteurs d'émission calculés ci-dessus (g/km) et de la distance totale parcourue par l'ensemble des camions sur le tronçon allant du terminal jusqu'à la bretelle d'accès de l'A-30 selon la période d'exposition. Pour la phase de construction, le camionnage inclura principalement le transport des sédiments extraits des caissons (estimés à 750 m^3 au total) et du béton coulé en place (estimé à 7 466 m^3 pour la construction du terminal avec un tablier en béton).

Le flux de transport ne sera pas continu pendant la période des travaux. Dans ce cas-ci et par mesure de prudence, il est supposé que l'ensemble des voyages de sédiments et de béton surviendront pendant une même année (entre avril et novembre inclusivement) sur une période de 4 semaines afin d'obtenir des nombres maximums de voyage par jour et heure. Plus de détails sont donnés au tableau 3-8.

Tableau 3-8 Phase de construction – Transport routier

Période d'exposition	Nombre de voyages	Distance aller-retour (km)	Commentaire
Annuelle	1 214	7 806	Le transport de 750 m^3 (1 500 t) de sédiments et 7 466 m^3 de béton (17 920 t) transportés, respectivement par des camions-bennes et des camions-toupies avec charges utiles de 16 t, est considéré sur une seule année.
Journalier et 8 heures	61	390	Comme approche prudente, la circulation de tous les camions sur une période d'un mois (ou 20 jours au total; soit 1 214 / 20 = 61) est considérée.
Horaire et moins	8	53	Maximum quotidien divisé par 11 heures de travaux quotidiens x une majoration de 1,5 pour tenir en compte des pointes de circulation.

Tableau 3-9 Facteurs d'émission des moteurs de camions – Phase de construction

Contaminant	Facteur d'émission (g/km)	Source
PM_T et PM_{10}	$PM_{2.5}$ / 0,92	Facteurs d'émission extraits du tableau 4-43 de l'US BTS (2023) pour le parc de camions lourds au diesel exploité en 2020. La fraction de CN dans les $PM_{2.5}$ provient du tableau 3-11 du compendium de l'EEA (2024).
$PM_{2.5}$ et MPD	0,069	
CN	53 % x $PM_{2.5}$	
NOx	2,6	
CO	1,3	
HC	0,17	
NH_3	0,034	US EPA (2024a) au tableau 5-1
SO_2	0,010	Calculé utilisant 0,40 L/km et une concentration de soufre de 15 ppm dans le diesel.
COV spécifiques	FE HC x fraction dans les HC	Fractions dans les HC et $PM_{2.5}$ extraites des tableaux 3-2 et 3-5 de l'US EPA (2020b), telles que présentées au tableau 3-10 ci-dessous.
HAP	FE HC x fraction dans les HC + FE $PM_{2.5}$ x fraction dans les $PM_{2.5}$ (1)	
Métaux	$3,7 \times 10^{-9}$ – $1,4 \times 10^{-6}$ selon le métal (2)	Tableau 3-6 de l'US EPA (2020b)
D&F (éq. T4CDD)	$1,6 \times 10^{-13}$	Somme des valeurs par congénère du tableau 3-7 de l'US EPA (2020b) ajustées en fonction de leur FET
NHAP, OHAP, AHAP et DBT	[FE HC x fraction des HAP totaux dans les HC + FE $PM_{2.5}$ x fraction des HAP totaux dans les $PM_{2.5}$] x ratio « x-HAP : HAP totaux »	Fractions des HAP totaux (3) dans les HC et $PM_{2.5}$ extraites du tableau 3-5 de l'US EPA (2020b), telles que présentées au tableau 3-10. Les ratios dans les HAP totaux ont été présentés à la section 2.5.

(1) Pour les HAP totaux (en BaPET), les FET du tableau 2-6 sont utilisés en parallèle.
(2) À noter que plusieurs métaux n'ont aucun facteur d'émission pour cette source d'émission.
(3) Pour ce calcul, les HAP totaux ne sont pas convertis en BaPET.

Tableau 3-10 Fractions des contaminants toxiques dans les $PM_{2.5}$ et HC – Transport routier

COV	Fraction dans les HC (1)	COV	Fraction dans les HC (1)
1,3-butadiène	0,0010	Isooctane	0,010
Acétaldéhyde	0,089	Hexane	0,0069
Acroléine	0,013	Propanal	0,0040
Benzène	0,017	Styrène	0
Éthylbenzène	0,014	Toluène	0,039
Formaldéhyde	0,28	Xylènes	0,11
HAP	**Fraction dans les $PM_{2.5}$**	**HAP**	**Fraction dans les HC (1)**
Benzo(a)pyrène	$3,3 \times 10^{-6}$	Benzo(a)pyrène	0
Naphtalène	$3,0 \times 10^{-6}$	Naphtalène	$2,1 \times 10^{-2}$
Pyrène	$4,7 \times 10^{-5}$	Pyrène	$4,9 \times 10^{-5}$
HAP totaux (en BaPET)	$1,5 \times 10^{-5}$	HAP totaux (en BaPET)	$2,3 \times 10^{-5}$
HAP totaux (2)	$6,0 \times 10^{-3}$	HAP totaux (2)	$2,3 \times 10^{-2}$

(1) Ces valeurs sont déduites à partir des fractions dans les COV multipliés par le ratio HC/COV suggéré par l'US EPA (2020b)
(2) Utilisés pour le calcul des émissions de NHAP, OHAP, AHAP et DBT.

3.3 Sommaire des taux et paramètres d'émission

Les tableaux ci-dessous listent les taux d'émission obtenus selon les méthodes de calculs et intrants définis précédemment. Seuls les contaminants principaux y sont présentés. Les taux d'émission pour les autres contaminants sont disponibles à l'annexe A. Les tableaux discernent également les taux d'émission selon la période d'exposition des normes et critères (1 heure et moins; 8 heures et 24 heures; annuelle).

Tableau 3-11 Taux et paramètres d'émission de la phase de construction – Remorqueur

Paramètres d'émission			Taux d'émission (période d'exposition horaire)	
ID		A1	Dioxyde d'azote (NO_2)	3,2
Type de source		Ponctuelle	Monoxyde de carbone (CO)	0,57
Période d'émission mensuelle		Avril – Nov.	Dioxyde de soufre (SO_2)	0,22
Période d'émission journalière		7h – 18 h	**Taux d'émission (période d'exposition journalière)**	
Nombre de sources ponctuelles		1	Particules totales (PM_T)	0,040
Élévation à la base (m)		7,0	Particules fines (PM_{10})	0,040
Température des gaz (°C)		297	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,039
Vitesse verticale des gaz (m/s)		14,6	Dioxyde d'azote (NO_2)	1,6
Diamètre de cheminée (m)		0,61	Monoxyde de carbone (CO)	0,28
Hauteur d'émission (m)		7,5	Dioxyde de soufre (SO_2)	0,11
Coordonnées UTM, NAD83	X (m)	641 290	**Taux d'émission (période d'exposition annuelle)**	
	Y (m)	5 095 286	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,028
			Dioxyde d'azote (NO_2)	1,1
			Dioxyde de soufre (SO_2)	0,078

(1) Le débit de gaz des moteurs et propulsion et auxiliaire combinés a été estimé en considérant une combustion à 150% d'air en excès.
(2) Une vitesse verticale pondérée des gaz des moteurs de propulsion et auxiliaire est calculée en supposant deux pots d'échappement de 24 po; chacun ayant un angle de sortie à 45° (plus de détails à la section 4.3 concernant les paramètres d'émission des remorqueurs).

Tableau 3-12 Taux et paramètres d'émission de la phase de construction – Équipements mobiles

Paramètres d'émission			Taux d'émission (période d'exposition horaire) (1)	
ID		A2	Dioxyde d'azote (NO_2)	0,77
Type de source		Volumique	Monoxyde de carbone (CO)	0,26
Période d'émission mensuelle		Avril – Nov.	Dioxyde de soufre (SO_2)	0,0014
Période d'émission journalière		7 h – 18 h	**Taux d'émission (période d'exposition journalière) (1)**	
Élévation à la base (m)		7,0	Particules totales (PM_T)	0,029
Dimension latérale (m)		100	Particules fines (PM_{10})	0,029
Dimension verticale (m)		8,0	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,028
Hauteur d'émission (m)		4,0	Dioxyde d'azote (NO_2)	0,53
Coefficients de dispersion initiale	Sigma-Y (m)	23	Monoxyde de carbone (CO)	0,16
	Sigma-Z (m)	3,7	Dioxyde de soufre (SO_2)	0,00081
Coordonnées UTM19, NAD83	X (m)	641 315	**Taux d'émission (période d'exposition annuelle) (1)**	
	Y (m)	5 095 204	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,018
			Dioxyde d'azote (NO_2)	0,30
			Dioxyde de soufre (SO_2)	0,00049

(1) Représente la somme des taux d'émissions des équipements individuels (A2-1 à A2-10) pondérés selon les taux d'utilisation quotidiens et annuels pendant la période d'émission spécifiée au tableau 3-5.

Propriétés de la source volumique :
Dimension latérale (m) = L — Dimension verticale (m) = H_P — Hauteur d'émission (m) = H_P/2
Sigma-Y (m) = L / 4,3 — Sigma-Z (m) = H_P / 2,15

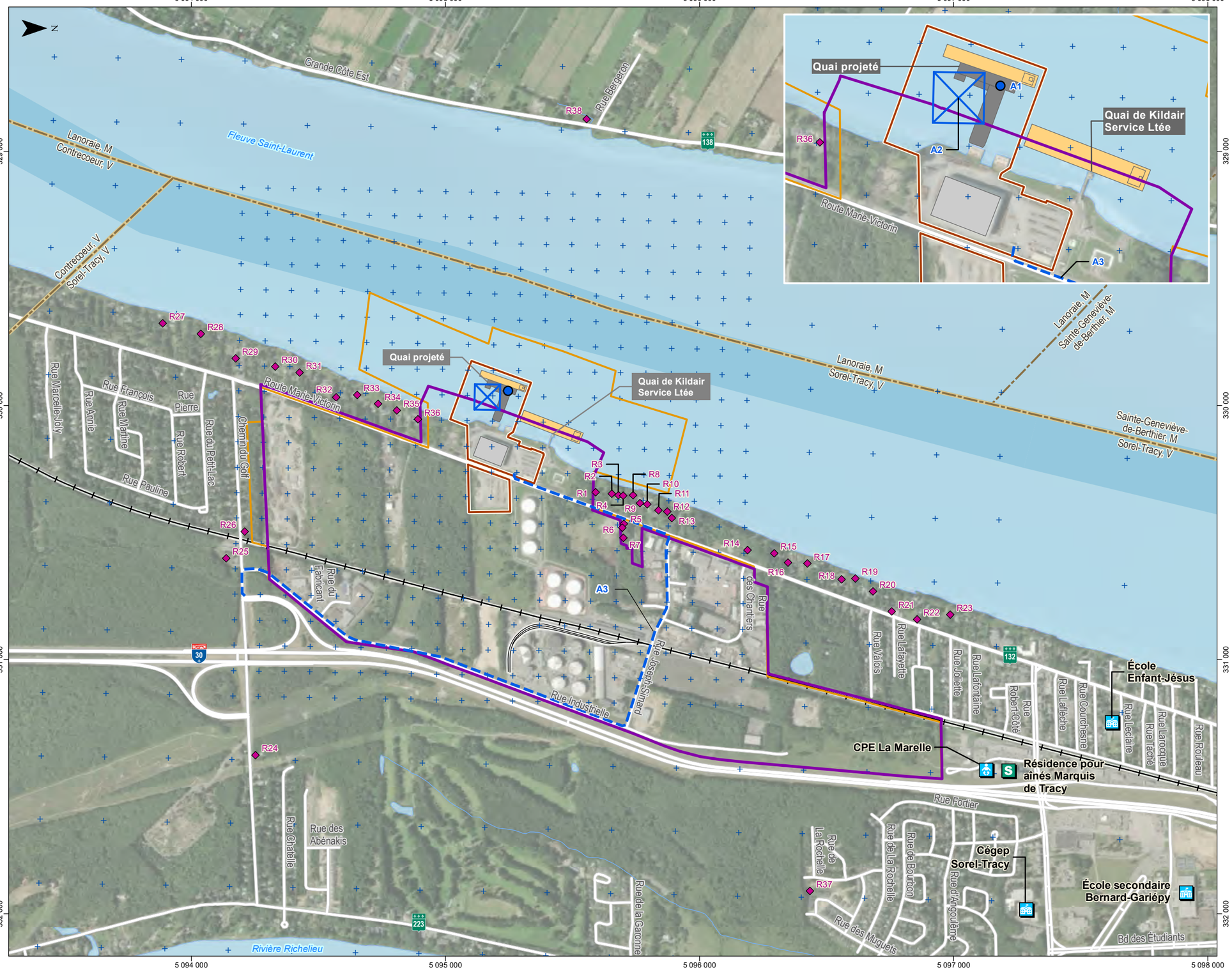
Tableau 3-13 Taux et paramètres d'émission pour la phase de construction – Transport routier

Paramètres d'émission			Taux d'émission (période d'exposition horaire)	
ID		A3	Dioxyde d'azote (NO_2)	0,039
Type de source		Volumique linéaire	Monoxyde de carbone (CO)	0,018
Période d'émission mensuelle		Avril – Nov.	Dioxyde de soufre (SO_2)	0,00015
Période d'émission journalière		7h – 18 h	**Taux d'émission (période d'exposition journalière)**	
Élévation (m)		11 à 20	Particules totales (PM_T) (2)	0,17
Longueur (m)		3 216	Particules fines (PM_{10}) (2)	0,035
Nombre de sources volumiques séparées		116	Particules fines ($PM_{2.5}$) (2)	0,0092
			Dioxyde d'azote (NO_2)	0,026
Dimension latérale (m)		14	Monoxyde de carbone (CO)	0,012
Dimension verticale (m)		6,0	Dioxyde de soufre (SO_2)	0,00010
Hauteur d'émission (m)		3,0	**Taux d'émission (période d'exposition annuelle)**	
Coefficients de dispersion initiale	Sigma-Y (m)	13,0	Particules fines ($PM_{2.5}$) (2)	0,00075
	Sigma-Z (m)	2,8	Dioxyde d'azote (NO_2)	0,0021
			Dioxyde de soufre (SO_2)	$8,2 \times 10^{-6}$

(1) Représente le taux d'émissions moyen pendant la période d'exposition selon les distances à parcourir du tableau 3-7 pendant la période d'émission.

(2) Combine les émissions fugitives des routes et des pots d'échappement.

Propriétés de la source volumique linéaire :
Dimension verticale H_P (m) = 1,7 x hauteur du véhicule — Hauteur d'émission (m) = H_P / 2 — Sigma-Z (m) : H_P / 2,15
Dimension latérale (m) = largeur de route + 6 m — Sigma-Y (m) = distance entre volumes / 2,15



MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai
- Récepteur

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Remorqueur (ponctuel)
- Équipement mobile (volumique)
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL

AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Sources d'émissions atmosphériques en phase de construction

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C3-1-SourcesConstruct-241214-01.mxd

0 150 300 m
1/15 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Juillet 2024

Carte 3-1

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C3-1-SourcesConstruct-241214-01.mxd

3.4 Résultats pour la phase de construction

Les résultats des simulations de la dispersion atmosphérique pour la phase de construction sont présentés sous la forme de tableaux pour l'ensemble des contaminants à l'étude et sous la forme de cartes pour les contaminants pour lesquelles la contribution du projet par rapport aux normes de qualité de l'air ambiant serait la plus importante. Ces normes comprennent celles du RAA, les critères du MELCCFP, les NCQAA applicables à partir de 2025, et la valeur guide de l'OMS pour les PM_{10}.

Dans les tableaux de résultats, les concentrations maximales calculées dans l'air ambiant hors des zones d'exclusion des normes sur l'ensemble de la période de simulation (5 années) sont présentées et comparées aux différentes normes et critères. Ces tableaux présentent les concentrations associées au projet seulement ainsi que les concentrations totales, c'est-à-dire en ajoutant les concentrations initiales de la section 2.6.5 aux concentrations calculées pour le projet. Dans ces tableaux, les résultats présentés pour une période donnée (1 heure, 24 heures, annuelle) correspondent à ceux du scénario d'émission pour cette période. Ainsi, les résultats horaires, journaliers et annuels correspondent au scénario d'émission avec les facteurs de pondération horaire, journalier et annuel, respectivement. Les résultats présentés aux tableaux 3-14 à 3-16 ne sont pas représentatifs de l'ensemble de la zone d'étude, mais plutôt du point d'impact maximum, ce dernier pouvant être différent selon le contaminant et la période d'exposition, mais habituellement situé à la limite de la zone d'exclusion.

Sur toutes les cartes, ce sont les concentrations maximums calculées pour la phase de construction incluant les concentrations initiales, sur l'ensemble de la période de simulation qui sont représentés par des courbes d'iso concentrations recouvrant une portion de cette dernière de façon à bien comprendre les résultats. Les zones de dépassements des normes sont indiquées par des courbes en rouge.

Le tableau 3-17 exposant les résultats pour les récepteurs sensibles et récepteurs discrets du tableau 2-2 les plus impactés a également été préparé pour les contaminants dont la contribution maximale du projet à tout endroit à l'extérieur de la zone d'exclusion a atteint plus de 50 % de la norme ou du critère correspondant. Les récepteurs discrets ont été positionnés sur des résidences le long du littoral au nord et au sud du terminal, à l'intérieur de la zone industrialo-portuaire, à un endroit dans le quartier de Tracy au point le plus rapproché à l'est de l'autoroute 30, et à un endroit à l'ouest du fleuve en face du nouveau terminal. Les récepteurs sensibles comprennent deux écoles, un CÉGEP, un CPE (garderie), et une résidence privée pour ainées, répertoriés comme les plus rapprochés du nouveau terminal dans le domaine de simulation.

3.4.1 Principaux contaminants atmosphériques

Les concentrations maximales des PCA calculées dans l'air ambiant pour la phase de construction sont présentées au tableau 3-14. Seuls les résultats maximums sur le domaine d'applicabilité des normes de qualité de l'air ambiant sont présentés, ce qui inclut les récepteurs à l'extérieur de la zone industrialo-portuaire et de la zone tampon de 300 m au-delà du terminal maritime sur le fleuve.

Pour les particules totales (PM_T), les particules fines ($PM_{2.5}$), le monoxyde de carbone (CO) et l'ammoniaque (NH_3), tous les résultats maximums sont nettement inférieurs aux normes en vigueur, que ce soit pour la contribution du projet de construction seul ou en y ajoutant les concentrations initiales. Pour le dioxyde de soufre (SO_2) et le dioxyde d'azote (NO_2), des dépassements de NCQAA et/ou de normes du RAA sont calculés. Il en est de même pour les PM_{10} pour la période d'exposition annuelle quoique le dépassement est essentiellement causé par la concentration initiale représentant 140% de la valeur guide de l'OMS présentement. La carte 3-2 permet à titre informatif de visualiser l'impact potentiel des activités de construction sur la concentration de PM_T dans l'air environnante.

Tableau 3-14 Sommaire des concentrations maximales de PCA calculées dans l'air ambiant selon le scénario d'émission développé pour la phase de construction

Contaminants	Période d'exposition		Contribution maximale du projet (A) (1)		Concentration initiale (B) (2)		Concentration totale (A + B)		Valeur limite (N)
			µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³
Particules totales (PM_T)	24-h	RAA	7,0	5,9 %	77	64 %	84	70 %	120
Particules fines (PM_{10})	24-h	OMS	1,7	3,7 %	44	98 %	46	**101 %**	45 (5)
	an	OMS	0,093	0,62 %	21	**140 %**	21	**141 %**	15 (7)
Particules fines ($PM_{2.5}$)	24-h	RAA	3,2	11 %	24	80 %	27	91 %	30
		NCQAA	1,1	4,1 %	24	89 %	25	93 %	27 (6)
	an	NCQAA	0,092	1,1 %	8,6	98 %	8,7	99 %	8,8 (7)
Dioxyde de soufre (SO_2)	4-min	RAA	22	1,7 %	124	9,5 %	146	11 %	1,310
	1-h	NCQAA	6,5	3,8 %	270 (3)	**159 %**	276	**163 %**	170 (8)
			6,5	3,8 %	56 (3)	33 %	62	37 %	
	24-hr	RAA	1,2	0,41 %	27	9,4 %	28	9,8 %	288
	an	RAA	0,052	0,10 %	3,0	5,8 %	3,1	5,9 %	52
		NCQAA	0,052	0,48 %	3,0	27 %	3,1	28 %	11 (7)
Dioxyde d'azote (NO_2) (4)	1-h	RAA	966	**233 %**	43	10 %	1 009	**244 %**	414
		NCQAA	542	**685 %**	53	67 %	595	**753 %**	79 (9)
	24-h	RAA	60	29 %	23	11%	83	40 %	207
	an	RAA	1,9	1,9 %	8,2	8,0 %	10	10 %	103
		NCQAA	1,9	8,4 %	8,2	36 %	10	44 %	23 (7)
Monoxyde de carbone (CO)	1-h	RAA	331	0,97 %	425	1,3 %	756	2,2 %	34 000
	8-h	RAA	50	0,40 %	346	2,7 %	396	3,1 %	12 700
Ammoniac (NH_3)	4-min	RAA	20	5,8 %	100	29 %	120	34 %	350

Cases grises indiquent un dépassement de la valeur limite.

(1) Concentration maximale calculée à l'extérieur de la zone industrialo-portuaire et de la zone tampon de 300 m au-delà du terminal maritime sur le fleuve pendant la période de simulation.
(2) Concentration initiale comme établie à la section 2.6.5.
(3) Une deuxième concentration initiale est considérée puisque la concentration initiale calculée en fonction des mesures à la station du RSQAQ dans le quartier de Saint-Jean-de-Sorel dépasse déjà la NCQAA.
(4) Résultats de simulation en considérant une conversion totale du NO en NO_2 à la source comme approche initiale.
(5) Moyenne triennale du 99e centile annuel des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures.
(6) Moyenne triennale du 98e centile annuel des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures.
(7) Moyenne triennale des moyennes annuelles.
(8) Moyenne triennale du 99e centile annuel des maximums quotidiens des concentrations moyennes sur une heure.
(9) Moyenne triennale du 98e centile annuel des maximums quotidiens des concentrations moyennes sur une heure.

Dioxyde de soufre (SO2)

L'impact des travaux de construction sur les concentrations de SO_2 dans l'air ambiant restera faible (< 4% de la NCQAA horaire) dans le domaine d'applicabilité des normes, mais en raison des concentrations mesurées actuellement à la station de qualité de l'air la plus rapprochée du terminal qui dépassent déjà la NCQAA horaire, la concentration totale indique un dépassement de norme. Ce dépassement de norme (équivalent à 163 % de la valeur limite) est principalement causé par l'usine Rio Tinto Fer et Titane qui est reconnue à émettre beaucoup de SO_2 et qui

est située à moins de 500 m de la station Saint-Jean-de-Sorel. Puisque le terminal sera situé à plus de 5 km de cette usine, il est vraisemblable que ce niveau de concentration dans l'air ambiant dans les environs du terminal (où les concentrations calculées sont maximales) soit grandement surestimé. Comme exemple, en utilisant la concentration initiale calculée à partir de mesures d'une station de qualité de l'air de Trois-Rivières également à proximité de sources d'émissions industrielles et de la voie maritime, le dépassement de la NCQAA horaire pour le SO_2 n'est plus un enjeu (37 % de la valeur limite).

Dioxyde d'azote (NO_2)

Le tableau 3-14 suggère le dépassement de la NCQAA horaire et de la norme horaire du RAA (carte 3-3; jusqu'à environ 250 m de la zone tampon de 300 m sur le fleuve n'atteignant pas les résidences). Ce résultat a été obtenu en considérant l'hypothèse prudente que la totalité des NOx est émise sous forme de NO_2 à la source (méthode « conversion totale ») ce qui ne représente pas la réalité. Afin d'affiner les résultats, le même scénario d'émissions de NOx a été simulé en considérant une conversion partielle du NO en NO_2 en utilisant la méthode OLM, qui limite la formation de NO_2 en fonction de la concentration ambiante en ozone.

Le tableau 3-15 présente la concentration maximale de NO_2 calculée dans le cas où la concentration d'O_3 est fixée à 55 ppb et dans le cas où une concentration d'O_3 est spécifiée pour chaque heure de l'année selon des mesures obtenues à la station de qualité de l'air à l'Assomption entre 2009 et 2013, soit la période du jeu de données météorologiques utilisé dans les simulations. Les estimations des concentrations de NO_2 dans l'air ambiant diminuent de façon importante, permettant de descendre sous le niveau de la norme du RAA (carte 3-4), mais pas de la NCQAA. Par exemple, avec la méthode OLM avec concentration d'O_3 variable, la zone de dépassement se réduit quelque peu englobant toujours une bonne partie du fleuve en face du terminal ainsi que les résidences au nord jusqu'à 1 km du terminal et au sud atteignant la partie nord du quartier Les Grèves (carte 3-6) par rapport au scénario suivant la méthode « conversion totale » (carte 3-5). Les dépassements notés pour quelques récepteurs sensibles avec la méthode « conversion totale » sont également éliminés (tableau 3-17).

Tableau 3-15 Concentrations maximales de NO_2 calculés dans l'air ambiant selon le scénario d'émission développé pour la phase de construction et la méthode de traitement du NO_2

Période d'exposition		Traitement du NO_2 dans le modèle	Contribution maximale du projet (A)		Concentration initiale (B)		Concentration totale (A + B)		Norme (N)
			µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³
1-h	RAA	Conversion totale	966	**233 %**	43	10 %	1 009	**244 %**	414
		OLM avec O_3 fixe (1)	219	53 %	43	10 %	262	63 %	
		OLM avec O_3 variable (2)	177	43 %	43	10 %	220	53 %	
1-h	NCQAA	Conversion totale	542	**685 %**	53	67 %	595	**753 %**	79 (4)
		OLM avec O_3 fixe (1)	168	**213 %**	53	67 %	221	**280 %**	
		OLM avec O_3 variable (2)	127	**161 %**	53	67 %	180	**228 %**	
		OLM avec O_3 variable et moteur Tier 4 (3)	66	83 %	53	67 %	119	**150 %**	

Cases grises indiquent un dépassement de la valeur limite.

(1) Méthode OLM « Ozone-limiting method » utilisée avec une concentration horaire d'O_3 fixée à 55 ppb (108 µg/m³).
(2) Méthode OLM utilisée avec une concentration horaire d'O_3 variable, telle que présentée à la section 2.7.
(3) Méthode précédente tout en considérant l'exploitation d'équipements avec moteurs certifiés Tier 4 exclusivement pendant la phase de construction, contrairement au scénario de base qui considérait un mélange d'équipements Tier 2, Tier 3 et Tier 4.
(4) Moyenne triennale du 98e centile annuel des maximums quotidiens des concentrations moyennes sur une heure.

Il est important de noter que le scénario d'émissions pour la phase de construction considère un mélange d'équipements certifiés Tier 2, 3 et 4. Dans l'éventualité où tous les équipements mobiles seraient certifiés Tier 4, la contribution maximale du projet diminuerait de 127 $\mu g/m^3$ à 66 $\mu g/m^3$, ce qui ne serait pas suffisant pour éliminer le potentiel de dépassement de la NCQAA dans le domaine d'applicabilité des normes (tableau 3-15) et au niveau des résidences le long du littoral au nord et au sud (tableau 3-17).

3.4.2 Composés organiques, métaux et autres contaminants

Les concentrations maximales sans et avec concentrations initiales des composés toxiques calculées dans l'air ambiant pour la phase de construction sont présentées au tableau 3-16. Pour la grande majorité, les résultats de simulation pour le projet seulement dans le domaine d'applicabilité des normes et critères sont non significatifs (< 5 % de la valeur limite). C'est le cas des HAP, des métaux et de la plupart des COV, à l'exception de certains aldéhydes comme l'acétaldéhyde (21 % du critère sur 4 minutes), de l'acroléine (25 % du critère sur 4 minutes) et du formaldéhyde (63 % de la norme sur 15 minutes; carte 3-7).

Les émissions de carbone noir (CN) du scénario de construction génèrent des concentrations maximales équivalentes à 23 % du critère du MELCCFP pour le noir de carbone, qui est utilisé comme valeur de comparaison malgré que le CN et le noir de carbone ne soient pas exactement la même chose (ne provenant pas des mêmes sources). Le dépassement de cette valeur guide noté au tableau 3-16 sur la concentration totale est essentiellement causé par la concentration initiale dérivée de mesures de quelques stations de qualité de l'air du sud du Québec.

3.4.3 Odeurs

Les résultats traitant du niveau d'odeurs lié aux gaz d'échappement des moteurs diesels sont présentés au tableau 3-16. Par exemple, le 98e centile des concentrations d'odeur sur 4 minutes est de 0,41 u.o./m^3 dans le domaine d'applicabilité des critères et de 0,36 u.o./m^3 au récepteur discret le plus impacté situé dans la zone industrialo-portuaire (non présenté au tableau 3-17), indicatif du fait que le niveau d'odeurs est surtout influencé par le passage des camions de transport des matériaux sur la route Marie-Victorin où le récepteur (résidence) est situé. Cela dit, selon les résultats de calcul, l'impact des camions associés aux activités de construction ne devrait pas être ressenti au niveau des odeurs (< 1 u.o.).

3.4.4 Retombés de poussières

Les retombés de poussières n'ont pas été traités pour la phase de construction puisque les particules du scénario d'émission proviennent des gaz d'échappement de moteurs qui sont fines et n'ont pas tendance à se déposer au sol. Les dépôts de poussières des émissions fugitives provenant de la route sont quant à eux considérés négligeables en raison de la surface pavée, relativement propre dans le secteur et du faible nombre de camions entrant et sortant du terminal lors de la construction.

Tableau 3-16 Sommaire des concentrations maximales des contaminants toxiques calculés dans l'air ambiant selon le scénario d'émission développé pour la phase de construction

Contaminants	Période d'exposition		Contribution maximale du projet (A) (1)		Concentration initiale (B) (2)		Concentration totale (A + B)		Valeur limite (N)
			µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³
Composés organiques volatils (COV)									
1,3-butadiène	4-min	Critère	0,21	0,059 %	2,0	0,57 %	2,2	0,63 %	352
	an	Critère	0,00016	0,032 %	0,14	28 %	0,14	28 %	0,50
Acétaldéhyde	4-min (99e centile	Critère	0,64	21 %	0	0 %	0,64	21 %	3,0
	annuel	Critère	0,0078	1,6 %	0	0 %	0,0078	1,6 %	0,50
Acroléine	4-min (3)	Critère	2,1	25 %	0	0 %	2,1	25 %	8,3
	annuel	Critère	0,0014	7,0 %	0	0 %	0,0014	7,0 %	0,020
Benzène	24-h	RAA	0,18	1,8 %	3,0	30 %	3,2	32 %	10
Éthylbenzène	4-min	RAA	1,1	0,15 %	140	19 %	141	19 %	740
	annuel	RAA	0,00075	0,00037 %	3,0	1,5 %	3,0	1,5 %	200
Formaldéhyde	15-min	RAA	23	63 %	3,0	8,1 %	26	72 %	37
Isooctane	1-h	Critère	0,46	0,013 %	0	0 %	0,46	0,013 %	3 500
	annuel	Critère	0,00074	0,00021 %	0	0 %	0,00074	0,0002 %	350
n-Hexane	4-min	RAA	0,29	0,0054 %	140	2,6 %	140	2,6 %	5 300
	annuel	RAA	0,00026	0,00018 %	3,0	2,1 %	3,0	2,1 %	140
Propionaldéhyde	4-min (3)	Critère	2,5	12 %	10	50 %	12	62 %	20
Styrène	1-h (3)	RAA	0,0072	0,0048 %	0	0 %	0,0072	0,0048 %	150
Toluène	4-min	RAA	4,2	0,70 %	260	43 %	264	44 %	600
Xylène (o,m,p)	4-min	RAA	8,2	2,4 %	150	43 %	158	45 %	350
	annuel	RAA	0,0054	0,027 %	8,0	40 %	8,0	40 %	20
Métaux									
Antimoine (Sb)	annuel	RAA	0,000011	0,0065 %	0,0070	4,1 %	0,0070	4,1 %	0,17
Arsenic (As)	annuel	RAA	$8,2 \times 10^{-7}$	0,027 %	0,0020	67 %	0,0020	67 %	0,0030
Béryllium (Be)	annuel	RAA	$1,1 \times 10^{-8}$	0,0027 %	0	0 %	$1,1 \times 10^{-8}$	0,0027 %	0,00040
Cadmium (Cd)	annuel	RAA	$4,2 \times 10^{-6}$	0,12 %	0,0030	83 %	0,0030	83 %	0,0036
Chrome trivalent Cr(III)	annuel	RAA	$2,5 \times 10^{-6}$	0,0025 %	0,010	10 %	0,010	10 %	0,10
Chrome hexavalent Cr(VI)	annuel	RAA	$1,8 \times 10^{-9}$	0,0005 %	0,0020	50 %	0,0020	50 %	0,0040
Cobalt (Co)	annuel	Critère	$1,2 \times 10^{-6}$	0,0012 %	0	0 %	$1,2 \times 10^{-6}$	0,0012 %	0,10

(1) Concentration maximale calculée à l'extérieur de la zone industrialo-portuaire et de la zone tampon de 300 m au-delà du terminal maritime sur le fleuve pendant la période de simulation.
(2) Concentration initiale comme établi à la section 2.6.5.
(3) La contribution du projet représente la concentration maximale calculée dans le domaine d'applicabilité des critères et non pas le 99e centile (ou 98e centile pour le styrène) des résultats sur 4 minutes (ou 1 heure) tels que spécifiés par le MELCCFP.

Tableau 3-16 Sommaire des concentrations maximales des contaminants toxiques calculés dans l'air ambiant selon le scénario d'émission développé pour la phase de construction (suite)

Contaminants	Période d'exposition		Contribution maximale du projet (A) (1)		Concentration initiale (B) (2)		Concentration totale (A + B)		Valeur limite (N)
			µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³
Métaux									
Manganèse (Mg)	annuel	Critère	$8{,}2 \times 10^{-7}$	0,0033 %	0,020	80 %	0,020	80 %	0,025
Mercure (Hg)	annuel	RAA	$5{,}4 \times 10^{-9}$	0,00037 %	0,0020	40 %	0,0020	40 %	0,0050
Nickel (Ni)	24-h	RAA	0,00029	0,41 %	0,0050	7,1 %	0,0053	7,6 %	0,070
	annuel	RAA	$1{,}3 \times 10^{-5}$	0,066 %	0,0020	10 %	0,0020	10 %	0,020
Plomb (Pb)	24-h	RAA	$2{,}2 \times 10^{-6}$	0,0022 %	0,025	25 %	0,025	25 %	0,10
Sélénium (Se)	1-h	Critère	$1{,}8 \times 10^{-8}$	< 0,0001 %	0,15	7,5 %	0,15	7,5 %	2,0
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et autres									
Benzo(a)pyrène	annuel	RAA	$5{,}5 \times 10^{-7}$	0,061 %	0,00030	33 %	0,00030	33 %	0,00090
Naphtalène	4-min	RAA	0,87	0,43 %	5,0	2,5 %	5,9	2,9 %	200
	annuel	RAA	0,0013	0,044 %	0	0 %	0,0013	0,044 %	3,0
Pyrène	annuel	Critère	$1{,}4 \times 10^{-5}$	0,00011 %	0	0 %	$1{,}4 \times 10^{-5}$	0,00011 %	13
HAP totaux (en BaPET)	annuel	Critère	$3{,}3 \times 10^{-6}$	0,14 %	0,0014	58 %	0,0014	58 %	0,0024
HAP alkylés totaux	annuel	s. o.	0,0042	s. o.	s. o.	s. o.	0,0042	s. o.	s. o.
HAP oxygénés totaux	annuel	s. o.	0,0039	s. o.	s. o.	s. o.	0,0039	s. o.	s. o.
HAP nitrés totaux	annuel	s. o.	0,0024	s. o.	s. o.	s. o.	0,0024	s. o.	s. o.
D&F totaux (éq 2,3,7,8-T4CDD)	annuel	RAA	$9{,}8 \times 10^{-11}$	0,16 %	$4{,}0 \times 10^{-8}$	67 %	$4{,}0 \times 10^{-8}$	67 %	$6{,}0 \times 10^{-8}$
BPC totaux	annuel	Critère	$7{,}5 \times 10^{-9}$	0,0021 %	0,00032	92 %	0,00032	92 %	$3{,}5 \times 10^{-4}$
Dibenzothiophène (DBT)	annuel	s. o.	$2{,}1 \times 10^{-5}$	s. o.	s. o.	s. o.	$2{,}1 \times 10^{-5}$	s. o.	s. o.
Matière particulaire diesel	annuel	s. o.	0,089	s. o.	0,45	s. o.	0,54	s. o.	s. o.
Carbone noir (CN)	annuel	s. o.	0,069	23 %	0,35	**117 %**	0,42	**140 %**	0,30
Odeurs (u.o.)	4-min (98e centile)	Critère	0,41	41 %	s. o.	s. o.	0,41	41 %	1,0
	4-min (99,5^{e} centile)	Critère	0,92	18 %	s. o.	s. o.	0,92	18 %	5,0

(1) Concentration maximale calculée à l'extérieur de la zone industrialo-portuaire et de la zone tampon de 300 m au-delà du terminal maritime sur le fleuve pendant la période de simulation.
(2) Concentration initiale comme établi à la section 2.6.5.

Tableau 3-17 Sommaire des concentrations maximales (µg/m³) pour certains composés dans l'air ambiant pour les récepteurs discrets et sensibles lors de la phase de construction

Secteur ou récepteur	NO_2 (RAA)	NO_2 (RAA)	NO_2 (NCQAA)
	1-heure	1-heure	1-heure
	Conversion totale	OLM (1)	Conversion totale
Valeur limite (µg/m³)	**414**	**414**	**79**
Concentration initiale (µg/m³)	**43**	**43**	**53**
Contribution du projet seulement aux récepteurs discrets			
Pire récepteur dans le domaine de simulation	**966**	177	**542**
Résidences le long du fleuve au nord du terminal	233	95	**98**
Résidences situées dans la zone industrielle	227	91	**85**
Résidences le long du fleuve au sud du terminal	261	108	**112**
Quartier de Tracy (point le plus rapproché)	69	61	35
Côte Ouest du fleuve Saint-Laurent	126	95	48
Contribution du projet seulement aux récepteurs sensibles			
École primaire Enfants-Jésus	53	48	25
École secondaire Bernard-Gariépy	51	46	23
CÉGEP de Sorel-Tracy	54	48	26
CPE La Marelle	62	54	29
Résidences pour ainés Marquis de Tracy	62	56	29
Contribution du projet + concentration initiale aux récepteurs discrets			
Pire récepteur dans le domaine de simulation	**1 009**	220	**595**
Résidences le long du fleuve au nord du terminal	276	138	**151**
Résidences situées dans la zone industrielle	270	134	**138**
Résidences le long du fleuve au sud du terminal	304	151	**165**
Quartier de Tracy (point le plus rapproché)	112	104	**88**
Côte Ouest du fleuve Saint-Laurent	169	138	**101**
Contribution du projet + concentration initiale aux récepteurs sensibles			
École primaire Enfants-Jésus	96	91	78
École secondaire Bernard-Gariépy	94	89	76
CÉGEP de Sorel-Tracy	97	91	**79**
CPE La Marelle	105	97	**82**
Résidences pour ainés Marquis de Tracy	105	99	**82**

Cases grises indiquent un dépassement de la valeur limite.

(1) Simulation réalisée en utilisant la méthode OLM avec concentrations d'O_3 variables.

Tableau 3-17 Sommaire des concentrations maximales (µg/m³) pour certains composés dans l'air ambiant pour les récepteurs discrets et sensibles lors de la phase de construction (*suite*)

Secteur ou récepteur	NO_2 (NCQAA)	NO_2 (NCQAA)	Formaldéhyde
	1-heure	1-heure	15-minutes
	OLM (1)	OLM (1) + Tier 4 seulement	
Valeur limite (µg/m³)	**79**	**79**	**37**
Concentration initiale (µg/m³)	**53**	**53**	**3,0**
Contribution du projet seulement aux récepteurs discrets			
Pire récepteur dans le domaine de simulation	**127**	66	23
Résidences le long du fleuve au nord du terminal	71	38	5,7
Résidences situées dans la zone industrielle	65	31	5,5
Résidences le long du fleuve au sud du terminal	70	36	6,3
Quartier de Tracy (point le plus rapproché)	31	17	1,6
Côte Ouest du fleuve Saint-Laurent	37	8,5	3,0
Contribution du projet seulement aux récepteurs sensibles			
École primaire Enfants-Jésus	21	13	1,0
École secondaire Bernard-Gariépy	20	14	0,86
CÉGEP de Sorel-Tracy	23	15	1,1
CPE La Marelle	25	16	1,2
Résidences pour ainés Marquis de Tracy	24	16	1,2
Contribution du projet + concentration initiale aux récepteurs discrets			
Pire récepteur dans le domaine de simulation	**180**	**119**	26
Résidences le long du fleuve au nord du terminal	**124**	**91**	8,7
Résidences situées dans la zone industrielle	**118**	**84**	8,5
Résidences le long du fleuve au sud du terminal	**123**	**89**	9,3
Quartier de Tracy (point le plus rapproché)	**84**	70	4,6
Côte Ouest du fleuve Saint-Laurent	**90**	61	6,0
Contribution du projet + concentration initiale aux récepteurs sensibles			
École primaire Enfants-Jésus	74	66	4,0
École secondaire Bernard-Gariépy	73	67	3,9
CÉGEP de Sorel-Tracy	76	68	4,1
CPE La Marelle	78	69	4,2
Résidences pour ainés Marquis de Tracy	77	69	4,2

Cases grises indiquent un dépassement de la valeur limite.
(1) Simulation réalisée en utilisant la méthode OLM avec concentrations d'O_3 variables.

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V

Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V

Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M

Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sorel-Tracy, V

Sainte-Victoire-de-Sorel, M
Sorel-Tracy, V

Fleuve Saint-Laurent

Rivière Richelieu

Route Marie-Victorin

Voir agrandissement

R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R31 R32 R33 R34 R35 R36 R37 R38

78 79 80

138 30 132 223 133

École Enfant-Jésus

CPE La Marelle

Résidence pour aînés Marquis de Tracy

Cégep Sorel-Tracy

École secondaire Bernard-Gariépy

Agrandissement

Quai projeté

Quai de Kildair Service Ltée

0 150 300 m

N

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Remorqueur (ponctuel)
- Équipement mobile (volumique)
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

—80— Concentrations maximales calculées (µg/m³)

Norme du RAA : 120 µg/m³
Concentration initiale : 77 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales maximales journalières de PM_T (µg/m³) calculées dans l'air ambiant lors de la phase de construction

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C3-2-PMtconstruct-250112-02.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Janvier 2025 | **Carte 3-2**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C3-2-PMtconstruct-250112-02.mxd

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sainte-Victoire-de-Sorel, M

Fleuve Saint-Laurent
Rivière Richelieu

120
150
250
600
414

Voir agrandissement

R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R31 R32 R33 R34 R35 R36 R37 R38

R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23

30 132 138 223 133

École Enfant-Jésus
CPE La Marelle
Résidence pour aînés Marquis de Tracy
Cégep Sorel-Tracy
École secondaire Bernard-Gariépy

Agrandissement

Quai projeté
Quai de Kildair Service Ltée
Route Marie-Victorin

0 150 300 m

N

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Remorqueur (ponctuel)
- Équipement mobile (volumique)
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

- 120 — Concentrations maximales calculées (µg/m³)
- 414 — Concentrations maximales calculées (µg/m³) dépassant la norme du RAA

Norme du RAA : 414 µg/m³
Concentration initiale : 43 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL

AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales horaires de NO_2 (µg/m³) calculées dans l'air ambiant selon la méthode « conversion totale » lors de la phase de construction pour comparaison avec la norme du RAA

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C3-3-NO2construct-RAA-250112-02.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Janvier 2025 | **Carte 3-3**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C3-3-NO2construct-RAA-250112-02.mxd

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V

Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sorel-Tracy, V

Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M

Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sorel-Tracy, V

Sainte-Victoire-de-Sorel, M
Sorel-Tracy, V

Fleuve Saint-Laurent

Rivière Richelieu

Route Marie-Victorin

Voir agrandissement

100 120 135 150 180

R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R31 R32 R33 R34 R35 R36 R37 R38

138 30 132 223 133

École Enfant-Jésus

CPE La Marelle

Résidence pour aînés Marquis de Tracy

Cégep Sorel-Tracy

École secondaire Bernard-Gariépy

Agrandissement

Quai projeté

Quai de Kildair Service Ltée

0 150 300 m

N

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Remorqueur (ponctuel)
- Équipement mobile (volumique)
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

—100— Concentrations maximales calculées (µg/m³)

Norme du RAA : 414 µg/m³
Concentration initiale : 43 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales horaires de NO_2 (µg/m³) calculées dans l'air ambiant selon la méthode OLM avec concentrations d'O_3 variables lors de la phase de construction pour comparaison avec la norme du RAA

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C3-4-NO2_O3construct-RAA-250112-02.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Janvier 2025 | **Carte 3-4**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C3-4-NO2_O3construct-RAA-250112-02.mxd

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V

Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V

Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M

Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sorel-Tracy, V

Sainte-Victoire-de-Sorel, M
Sorel-Tracy, V

Fleuve Saint-Laurent

Rivière Richelieu

Voir agrandissement

Agrandissement

Quai projeté

Quai de Kildair Service Ltée

Route Marie-Victorin

0 150 300 m

R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R31 R32 R33 R34 R35 R36 R37 R38

70 79 100 150 200

138 30 132 223 133

École Enfant-Jésus

CPE La Marelle

Résidence pour aînés Marquis de Tracy

Cégep Sorel-Tracy

École secondaire Bernard-Gariépy

N

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Remorqueur (ponctuel)
- Équipement mobile (volumique)
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

- —70— Concentrations maximales calculées (µg/m³)
- —79— Concentrations maximales calculées (µg/m³) dépassant la NCQAA

NCQAA (2025) : 79 µg/m³
Concentration initiale : 53 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL

AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales horaires de NO_2 (µg/m³) calculées dans l'air ambiant selon la méthode « conversion totale » lors de la phase de construction pour comparaison avec la NCQAA

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C3-5-NO2construct-250112-02.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Janvier 2025

Carte 3-5

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C3-5-NO2construct-250112-02.mxd

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V

Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V

Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M

Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sorel-Tracy, V

Sainte-Victoire-de-Sorel, M
Sorel-Tracy, V

Fleuve Saint-Laurent

Rivière Richelieu

Voir agrandissement

R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R37 R38

70 79 100 120 150

CPE La Marelle

Résidence pour aînés Marquis de Tracy

Cégep Sorel-Tracy

École Enfant-Jésus

École secondaire Bernard-Gariépy

Agrandissement

Quai projeté

Quai de Kildair Service Ltée

Route Marie-Victorin

R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 R31 R32 R33 R34 R35 R36

0 150 300 m

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Remorqueur (ponctuel)
- Équipement mobile (volumique)
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

- 70 — Concentrations maximales calculées (µg/m³)
- 79 — Concentrations maximales calculées (µg/m³) dépassant la NCQAA

NCQAA (2025) : 79 µg/m³
Concentration initiale : 53 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL

AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales horaires de NO_2 (µg/m³) calculées dans l'air ambiant selon la méthode OLM avec concentrations d'O_3 variables lors de la phase de construction pour comparaison avec la NCQAA

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C3-6-NO2_O3construct-250112-02.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Janvier 2025 | **Carte 3-6**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C3-6-NO2_O3construct-250112-02.mxd

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V

Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V

Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M

Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sorel-Tracy, V

Sainte-Victoire-de-Sorel, M
Sorel-Tracy, V

Fleuve Saint-Laurent

Rivière Richelieu

Route Marie-Victorin

Voir agrandissement

7
10
15
20

R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R31 R32 R33 R34 R35 R36 R37 R38

138 30 132 223 133

École Enfant-Jésus

CPE La Marelle

Résidence pour aînés Marquis de Tracy

Cégep Sorel-Tracy

École secondaire Bernard-Gariépy

Agrandissement

Quai projeté

Quai de Kildair Service Ltée

0 150 300 m

N

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Remorqueur (ponctuel)
- Équipement mobile (volumique)
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

—7— Concentrations maximales calculées (µg/m³)

Norme du RAA : 37 µg/m³
Concentration initiale : 3 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL

AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales sur 4 minutes de formaldéhyde (µg/m³) calculées dans l'air ambiant lors de la phase de construction

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C3-7-Formaldehyde-250112-00.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Janvier 2025 | **Carte 3-7**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C3-7-Formaldehyde-250112-00.mxd

4. Phase d'exploitation

Le nouveau terminal aura la capacité de manutentionner un total de 440 000 tonnes de matériaux en vrac dont certains seront transférés dans l'entrepôt (engrais, boulettes de fer, et autres vracs non métalliques) ou à l'extérieur (sel) à proximité du quai à l'aide d'un convoyeur. D'autres types de matériaux comme des billots d'acier et des anodes de cuivre seront quant à eux transférés vers une zone d'entreposage à l'extérieur à l'aide d'équipements mobiles. La portée des scénarios d'émission doit ainsi couvrir les items suivants :

- Navires à quai et en mouvement à l'intérieur de la « zone d'émission sur le fleuve » définie à partir de 1,4 km en amont (direction Montréal) jusqu'à 1,9 km en aval (direction Québec) du quai.
- Remorqueurs utilisés pour déplacer les navires à l'approche et au départ.
- Équipements mobiles avec moteurs à combustion interne utilisés au terminal.
- Camions de transport des matériaux sur le réseau routier jusqu'à la bretelle accédant à l'autoroute A30.
- Sources d'émissions diffuses et mobiles de poussières associées aux activités du terminal.

4.1 Scénarios et sources d'émissions retenus

Deux (2) scénarios d'émissions ont été développés pour la phase d'exploitation permettant tout d'abord d'évaluer l'impact des activités liées au nouveau terminal sur la qualité de l'atmosphère. Le deuxième scénario ajoutera au premier scénario les émissions associées aux conditions actuelles près du nouveau terminal à l'extérieur du contrôle de QSL afin d'établir l'impact cumulatif du projet par rapport à la qualité de l'atmosphère actuelle. Hormis les sources d'émissions du projet, les sources suivantes seront ajoutées au scénario #2, dit cumulatif :

- Les émissions des navires pétroliers et remorqueurs associés au quai de Kildair Services Ltée (Kildair) à environ 200 m au nord du nouveau quai proposé. Le terminal pétrolier de Kildair est situé directement à l'est du nouveau terminal de QSL s'étendant jusqu'à la rue Industrielle à environ 1 km plus loin et exploite une quinzaine de réservoirs pétroliers pour l'entreposage et la distribution des carburants par navires, trains et camions.
- Les émissions associées à la circulation actuelle des véhicules et camions sur le tronçon routier reliant le terminal de QSL à la bretelle d'accès de l'A-30, ce qui comprend une portion de la route Marie-Victorin, la rue Joseph-Simard, une portion de la rue Industrielle, et une petite portion du chemin du Golf. Par exemple, les camions-citernes accédant au terminal de Kildair sont réputés passer par ce trajet avant d'accéder à l'A-30.

Les émissions associées au terminal pétrolier pouvant inclure les émissions diffuses des réservoirs et des postes de chargement des carburants sont toutefois exclues du scénario #2 vu que les contaminants associés ne sont pas du même type (majoritairement des COV pour les réservoirs vs les autres PCA (PM, NOx, CO, SO_2) pour QSL) et qu'il est impossible d'établir des taux d'émission en absence de données d'exploitation afférentes. De plus, aucun équipement mobile hors route (ou très peu) ou bien des sources d'émissions fugitives de poussières ne sont associés aux activités de Kildair. À noter que Kildair n'a rapporté aucune émission particulière à l'INRP par le passé.

D'autres sources d'émissions potentielles exclues du scénario #2 comprennent les navires en transit ou en mouillage en face du terminal n'accostant pas aux quais et le passage des locomotives sur la voie ferrée traversant la zone industrialo-portuaire à environ 600 m à l'est du nouveau terminal.

Le tableau 4-1 identifie les sources ou groupes de sources considérés dans cette étude concernant essentiellement des émissions liées à la combustion de carburants fossiles ou des émissions diffuses au niveau des routes et de la manutention de certains matériaux en vrac.

Tableau 4-1 Sources d'émissions retenues – Phase d'exploitation

Scénario	Volet	ID	Source d'émission
#1	Navires (Section 4.2.1)	B1	Somme des moteurs auxiliaires (B1-1) et chaudières (B1-2) des vraquiers à quai
		B2	Somme des moteurs de propulsion (B2-1), moteurs auxiliaires (B2-2) et chaudières (B2-3) des vraquiers en mouvement à l'intérieur de la zone d'émission sur le fleuve
	Remorqueur (Section 4.2.2)	B3	Somme des moteurs de propulsion (B3-1) et moteurs auxiliaires (B3-2) des remorqueurs accompagnant les vraquiers en mouvement
	Équipements mobiles hors route (Section 4.2.3)	B4	Somme des moteurs à combustion interne des quatre (4) groupes d'équipements mobiles (B4-1 à B4-4) hors route en exploitation au terminal
	Transport routier (Section 4.2.4)	B5	Somme des émissions fugitives de route (B5P) et des moteurs (B5M) par les camions de transport des matériaux quittant et arrivant au terminal
	Transfert des matériaux en vrac (Section 4.2.5)	B6	Émissions de poussières des matériaux en vrac déchargés des navires
		B7	Émissions de poussières du sel déchargé à la plateforme d'entreposage extérieure
		B8	Émissions de poussières du sel chargé dans des camions au niveau de la plateforme d'entreposage extérieure
#2 (1)	Navires (Section 4.2.1)	C1	Somme des moteurs auxiliaires (C1-1 et C1-3) et chaudières (C1-2 et C1-4) des navires pétroliers de taille Aframax et Handysize au quai de Kildair
		C2	Somme des moteurs de propulsion (C2-1 et C2-4), moteurs auxiliaires (C2-2 et C2-5) et chaudières (C2-3 et C2-6) des navires pétroliers de taille Aframax et Handysize au quai de Kildair en mouvement à l'intérieur de la zone d'émission sur le fleuve
	Remorqueur (Section 4.2.2)	C3	Somme des moteurs de propulsion (C3-1) et moteurs auxiliaires (C3-2) des remorqueurs accompagnant les navires pétroliers en mouvement
	Circulation routière (Section 4.2.4)	C4 (2)	Émissions fugitives de route (C4P) et des moteurs (C4M) par les camions de transport des matériaux quittant et arrivant au terminal et les véhicules en circulation sur le même tronçon emprunté par les camions de QSL

(1) Le scénario #2 inclut également les sources d'émission du scénario #1.
(2) La source C4 vient remplacer la source B5 du scénario #1.

Les méthodes menant aux calculs des taux d'émission sont expliquées à la section 4.2 pour l'ensemble des sources d'émissions. Les taux et paramètres d'émission résultants pour les contaminants principaux sont tabulés à la fin de la présente section. Les taux d'émission pour les autres contaminants (COV, HAP, métaux, etc.) sont disponibles à l'annexe A qui contient également l'ensemble des intrants, facteurs d'émission et hypothèses en lien aux calculs.

4.2 Calcul des taux d'émission

Les sous-sections suivantes résument les méthodes de calculs et hypothèses utilisées pour chaque source du tableau 4-1 pour l'ensemble des contaminants étudiés.

4.2.1 Navires

Des vraquiers principalement de taille « Handysize » accosteront au nouveau quai de QSL pouvant transporter de 10 000 à 35 000 tonnes de matériaux en vrac. QSL prévoit qu'un maximum de trente-cinq (35) vraquiers de ce type transiteront par le terminal annuellement lorsque celui-ci sera accessible (en gros d'avril à décembre inclusivement). Les émissions des vraquiers surviendront principalement lorsque ceux-ci seront à quai alors que les moteurs auxiliaires et chaudières seront en opération.

Les émissions de ces mêmes navires incluant les moteurs de propulsion arrivant et quittant le quai à l'intérieur de la zone d'émissions sur le fleuve sont également considérées. La puissance des engins (en kW) à quai et en manœuvre est spécifiée au tableau 4-2 alors que les facteurs d'émission (en g/kWh), déterminés selon l'approche suivante, sont définis au tableau 4-4.

- PM, NOx, CO, MPD et HC : les facteurs d'émission sont extraits du guide de l'US EPA (2022) concernant la quantification des émissions portuaires pour des navires de type C3.
- SO_2 : calculé en supposant un taux de consommation de carburant (217 g/kWh pour les moteurs auxiliaires, 300 g/kWh pour les chaudières et 195 g/kWh pour les moteurs de propulsion), une concentration de soufre de 1 000 ppm (maximum alloué pour la zone de contrôle des émissions de l'Amérique du Nord), et un taux de conversion de 97,8 % du soufre en SO_2 selon l'US EPA (2022).
- NH_3, COV, métaux, BPC totaux, D&F totaux, et HAP : les facteurs d'émission sont calculés à partir du facteur d'émission de $PM_{2.5}$ ou d'HC, selon le cas, multiplié par la fraction du contaminant dans les $PM_{2.5}$ ou les HC dans les gaz d'échappement des embarcations portuaires (US EPA, 2022).
- CN : calculé en utilisant le facteur d'émission de $PM_{2.5}$ multiplié par un ratio CN/$PM_{2.5}$ de 0,77, tel que spécifié dans l'US EPA (2022);
- NHAP, OHAP, AHAP et DBT: calculé à partir du facteur d'émission des HAP principaux totaux multipliés par le ratio des x-HAP (NHAP, OHAP, AHAP ou DBT) sur les HAP principaux totaux (se référer à la section 2.5).
- Odeurs : calculées en fonction d'une concentration d'odeur à la source de 4 810 u.o./Nm^3 pour des moteurs de groupes électrogènes (valeur la plus élevée parmi les catégories étudiées, AWMA 2001). La concentration d'odeurs est ensuite multipliée par le débit des gaz d'échappement calculé selon le moteur (équivalent à environ 6 Nm^3/kWh pour des moteurs diesel exploités avec 150% d'air en excès et 4 Nm^3/kWh pour les chaudières avec 15 % d'air en excès).

En ce qui concerne les navires pétroliers faisant partie du scénario #2, des données d'exploitation fournies par Kildair permettent d'établir qu'environ 150 navires pétroliers accostent au quai annuellement (hors période hivernale) dont 130 sont de taille Handysize et 20 sont de taille Aframax. Les navires pétroliers demeurent à quai sur une période de 24 (Handysize) à 48 (Aframax) heures en moyenne. La méthode de calculs des émissions est similaire à celle pour les vraquiers. Les paramètres d'exploitation utilisés sont donnés au tableau 4-3.

Tableau 4-2 Phase d'exploitation – Vraquiers (Scénarios #1 et #2)

Paramètre		Intrant	Commentaire
Vraquiers à quai (source B1)			
Puissance considérée	Moteur auxiliaire	280 kW	Puissance typique fournie par les moteurs auxiliaires et chaudières des vraquiers de taille "Handysize" à quai d'après US EPA (2022) à l'annexe E.
	Chaudière	50 kW	
Pondération des taux d'émission selon la période d'exposition	Maximum horaire et quotidien	100 %	Les navires pourront être accostés au quai pour plus de 24 heures.
	Moyenne annuelle	64 %	35 vraquiers à raison de 5 jours (120 h) à quai sont prévus pendant la période allant d'avril à décembre.
Vraquiers en mouvement à l'intérieur de la zone d'émission sur le fleuve (source B2)			
Puissance considérée	Moteur de propulsion	741 kW	Calculé en fonction d'une puissance nominale typique pour un vraquier de taille Handysize x un facteur de charge de 11 % pour un navire en manœuvre se déplaçant à 7 nœuds, calculé selon l'approche de l'US EPA (2022) à l'annexe C. (1)
	Moteur auxiliaire	310 kW	Puissance typique fournie par les moteurs auxiliaires et chaudières des vraquiers de taille "Handysize" en manœuvre d'après US EPA (2022) à l'annexe E.
	Chaudière	50 kW	
Pondération des taux d'émission selon la période d'exposition	Maximum horaire	0 ou 12 %	Pour le scénario #1, 12 % des émissions horaires sont considérées sachant que des navires se déplaçant à 7 nœuds transiteront par la zone d'émission pendant moins de 10 minutes. Pour le scénario #2, puisque deux navires ne peuvent pas arriver ou partir en même temps, seules les émissions des pétroliers de Kildair sont considérées (puisque plus gros et plus émetteurs).
	Maximum quotidien	0,51 %	Lors d'une arrivée ou d'un départ, le navire transitera par la zone d'émissions sur le fleuve pendant au plus 10 minutes pendant la période de 24 heures.
	Moyenne annuelle	0,13 %	35 vraquiers à raison d'au plus 20 minutes de manœuvre (10 min à l'arrivée + 10 min au départ) sont prévues pendant la période allant d'avril à décembre.

(1) Le facteur de charge est obtenu selon l'équation 3.6 de l'US EPA (2022) ($P_P = P_{ref}$ x $(V/V_{ref})^3$ x SM où P_{ref} = 6 900 kW (Table C.1; Bulk carrier; Handysize; engine category 3 /SSD), V = 7 nœuds (hypothèse en manœuvre); V_{ref} = 15,2 nœuds (Table C.1) et SM = 1,1 pour des opérations côtières

Tableau 4-3 Phase d'exploitation – Navires pétroliers (Scénario #2 seulement)

Paramètre		Intrant	Commentaire
Pétroliers à quai (source C1)			
Puissance considérée	Moteur auxiliaire (taille Aframax)	1 000 kW	Puissance typique fournie par les moteurs auxiliaires et chaudières des navires pétroliers de taille « Aframax » et « Handysize » à quai d'après US EPA (2022) à l'annexe E.
	Chaudière (taille Aframax)	2 000 kW	
	Moteur auxiliaire (taille Handysize)	625 kW	
	Chaudière (taille Handysize)	1 250 kW	
Pondération des taux d'émission selon la période d'exposition	Maximum horaire et quotidien	100%	Les taux horaires pour les **pétroliers de taille Aframax** sont considérés sur la période d'avril à décembre. Ceux-ci sont typiquement à quai sur une période de 48 heures.
	Moyenne annuelle	15 % (Aframax) + 47 % (Handysize)	20 pétroliers Aframax (48 heures à quai) et 130 pétroliers Handysize (24 heures à quai) font escale typiquement au quai de Kildair pendant la période allant d'avril à décembre.
Pétroliers en mouvement à l'intérieur de la zone d'émission sur le fleuve (source C2)			
Puissance considérée	Moteur de propulsion (taille Aframax)	1 189	Calculé en fonction d'une puissance nominale typique pour les pétroliers x un facteur de charge de 11% calculé selon l'approche de l'US EPA (2022) à l'annexe C.(1)
	Moteur de propulsion (taille Handysize)	581	
	Moteur auxiliaire (taille Aframax)	1 500	Puissance typique fournie par les moteurs auxiliaires et chaudières des pétroliers en manœuvre d'après US EPA (2022) à l'annexe E.
	Moteur auxiliaire (taille Handysize)	938	
	Chaudière (taille Aframax)	400	
	Chaudière (taille Handysize)	250	
Pondération des taux d'émission selon la période d'exposition	Maximum horaire	12 %	Les taux d'émissions pour les **pétroliers de taille Aframax** sont considérés x 12 % correspondant au temps sur une heure que le navire transitera dans la zone d'émission sur le fleuve.
	Maximum quotidien	0,51 %	Les taux d'émissions pour les **pétroliers de taille Aframax** sont considérés x 0,51 % correspondant au temps sur une journée que le navire transitera dans la zone d'émission sur le fleuve.
	Moyenne annuelle	0,075 % (Aframax) + 0,49 % (Handysize)	20 pétroliers Aframax et 130 pétroliers Handysize transiteront sur le fleuve pendant au plus 20 minutes chacun pendant la période allant d'avril à décembre.

(1) Le facteur de charge est obtenu selon l'équation 3.6 de l'US EPA (2022) ($P_P = P_{ref}$ x $(V/V_{ref})^3$ x SM où P_{ref} = 12 200 kW (Table C.1; Oil tanker; Aframax) ou 5 300 kW (Chemical tanker, Handysize), V = 7 nœuds (hypothèse en manœuvre); V_{ref} = 15,2 nœuds (Table C.1) et SM = 1,1 pour des opérations côtières

Tableau 4-4 Facteurs d'émission des vraquiers et navires pétroliers – Phase d'exploitation

Contaminants	Facteur d'émission (FE) (g/kWh)			Source
	Propulsion	Auxiliaire	Chaudière	
PM_T et PM_{10}	0,61	0,19	0,20	Calculs ou facteurs d'émission de la section 3.5 de l'US EPA (2022) pour des chaudières et moteurs auxiliaires de type MSD utilisant du diesel marin et des moteurs de propulsion de type SSD utilisant du mazout lourd. Les facteurs d'émission pour des moteurs certifiés Tier 1 sont considérés. Concentration de soufre de 1 000 ppm
$PM_{2.5}$ et MPD	92 % x PM_{10}			
CN	77 % x $PM_{2.5}$			
NOx	17	12,2	2,0	
CO	1,4	1,1	0,20	
SO_2	0,38	0,42	0,59	
HC	0,60	0,40	0,10	
COV spécifiques	FE HC x fraction dans les HC			Fractions dans les HC et $PM_{2.5}$ extraites de l'annexe D de l'US EPA (2022), telles que présentées au tableau 3-4.
Métaux	FE $PM_{2.5}$ x fraction dans les $PM_{2.5}$			
NH_3				
BPC totaux				
D&F (éq. T4CDD)				
HAP	FE HC x fraction dans les HC + FE $PM_{2.5}$ x fraction dans les $PM_{2.5}$ (1)			
NHAP, OHAP, AHAP et DBT	[FE HC x fraction des HAP totaux dans les HC + FE $PM_{2.5}$ x fraction des HAP totaux dans les $PM_{2.5}$] x ratio « x-HAP : HAP totaux »			Fractions des HAP totaux (2) dans les HC et $PM_{2.5}$ extraites de l'annexe D de l'US EPA (2022), telles que présentées au tableau 3-4. Les ratios dans les HAP totaux ont été présentés à la section 2.6.

(1) Pour les HAP totaux (en BaPET), les FET du tableau 2-4 sont utilisés en parallèle.
(2) Pour ce calcul, les HAP totaux ne sont pas convertis en BaPET.

4.2.2 Remorqueurs

Les remorqueurs sont utilisés en accompagnement aux vraquiers et navires pétroliers à l'arrivée et au départ des quais respectifs. Selon la taille du navire, 1 ou 2 remorqueurs (et même parfois aucun) sont requis. Dans le cadre de l'étude, deux remorqueurs sont simulés en parallèle aux navires en déplacement. Les paramètres d'exploitation de chaque remorqueur sont établis au tableau 4-5 alors que les mêmes facteurs d'émission présentés à la section 3.2.1 pour les remorqueurs en phase de construction sont considérés. Les taux d'émissions résultants sont multipliés par deux considérant l'utilisation des deux remorqueurs.

Tableau 4-5 Phase d'exploitation – Remorqueurs

Paramètre		Intrant	Commentaire
Remorqueurs assistant les vraquiers et navires pétroliers (sources B3 et C3)			
Puissance considérée	Moteur de propulsion	1 756 kW	Représente des valeurs typiques selon l'US EPA (2022) à l'annexe G pour des remorqueurs (ex. 3 512 kW de puissance nominale x 50 % de charge moyenne pour le moteur de propulsion).
	Moteur auxiliaire	123 kW	
Pondération des taux d'émission selon la période d'exposition	Maximum horaire	12 %	Même pondération que les navires en manœuvre (tableaux 4-2 et 4-3).
	Maximum quotidien	0,51 %	
	Moyenne annuelle	0,13 % (vraquiers) + 0,57 % (pétroliers)	

4.2.3 Équipements mobiles hors route

Le tableau 4-6 procure la liste des équipements mobiles au diesel prévus au terminal. Ces équipements seront requis principalement lors du déchargement du sel et des produits d'acier (et tout autre matériau similaire) puis lors de leur chargement dans des camions. Sinon, la manutention des autres matériaux se fera principalement à l'aide de convoyeurs électriques.

Les équipements listés au tableau pourront donc être utilisés à longueur d'année pendant les heures de travail allant de 6h à 20h au maximum. Comme hypothèse, le scénario considère que tous les équipements seront exploités en simultané à l'extérieur de l'entrepôt avec un ou des arrêts d'une période de 2 heures par jour au total (86% du temps). Le taux d'utilisation sur une base annuelle est établi au tableau 4-6.

La méthode d'obtention des facteurs et taux d'émission est la même que celle expliquée à la section 3.2.2. Les facteurs d'émission applicables pour la phase d'exploitation sont donnés au tableau 4-7. Puisque QSL fera l'acquisition de nouveaux équipements, les facteurs d'émission pour des moteurs certifiés « Tier 4 final » sont considérés.

Les équipements mobiles hors route pourront circuler un peu partout sur le terminal (au niveau du quai, au nord de l'entrepôt et même sur le terrain directement à l'est du terminal appartenant à QSL). Ainsi, l'ensemble des émissions de ces équipements a été représenté par une source unique de type volumique qui a été positionnée au nord de l'entrepôt, étant l'endroit du terminal qui est le plus rapproché d'un des récepteurs discrets au nord.

Tableau 4-6 Phase d'exploitation – Équipements mobiles hors route

Source ID	Équipement	Nombre et moteur (1)	Pondération des taux d'émission selon la période d'exposition		Hypothèses
			Journalier (2)	Annuel (2)	
B4-1	Pelle mécanique	1 x 148 hp 59% de charge	86 %	8,2 %	CAT 320DL (ou équivalent) aidant au déchargement du sel d'un total de 7 vraquiers pendant 60 heures chacun (5 jours x 12 h/jr).
B4-2	Chargeuses sur roues (sel)	2 x 393 hp 59% de charge	86 %	18 %	CAT 980 (ou équivalent) manutentionnant le sel pendant le déchargement des vraquiers et chargeant le sel dans les camions pendant la période hivernale (hypothèse : 4 mois x 4 h par jour en moyenne).
B4-3	Chargeuses sur roues (produits d'acier)	4 x 393 hp 59% de charge	86 %	56 %	CAT 980 (ou équivalent) aidant au déchargement des produits d'acier (et équivalents) d'un total de 17 vraquiers pendant 60 heures chacun (5 jours x 12 h/j) et s'occupant à la manutention le reste du temps à raison de 8 heures par jour.
B4-4	Tracteur avec remorque	1 x 400 hp 59 % de charge	86 %	21 %	Camion(s) tirant les remorques avec les produits d'acier vers une des zones d'entreposage extérieur au terminal lors du déchargement des vraquiers.

(1) Puissance nominale du moteur d'une marque et modèle typique. Le facteur de charge est extrait d'un document de référence de l'US EPA (2010).
(2) Pondération des taux d'émission pendant les heures de la journée (6h à 20h) pour l'ensemble des jours de l'année.

Tableau 4-7 Facteurs d'émission des équipements mobiles hors route – Phase d'exploitation

Contaminant	Facteur d'émission (g/hp-h) (1)	Source
PM_T et PM_{10}	0,0015 – 0,0029	Facteurs d'émission extraits du modèle NONROAD de l'US EPA (2023c) selon la puissance nominale du moteur « Tier 4 final ». Concentration de soufre de 15 ppm.
$PM_{2.5}$ et MPD	97 % x PM_{10}	
CN	77 % x $PM_{2.5}$	
NOx	0,080 – 0,097	
CO	0,017 – 0,026	
SO_2	0,0035	
HC	0,010	
NH_3	0,022	Tableau 5-3 de l'US EPA (1994)
COV spécifiques	FE HC x fraction dans les HC	Fractions dans les HC et $PM_{2.5}$ extraites des tableaux 3-4 et 3-5 de l'US EPA (2023c), telles que présentées au tableau 3-7 à la section 3.2.2.
HAP	FE HC x fraction dans les HC + FE $PM_{2.5}$ x fraction dans les $PM_{2.5}$ (2)	
Métaux	4,2 x 10^{-9} – 3,2 x 10^{-6} selon le métal (3)	Tableau 3-6 de l'US EPA (2023c) en g/L x 0,2 L/hp-h
D&F (éq. T4CDD)	2,6 x 10^{-13}	Somme des valeurs par congénère du tableau 3-7 de l'US EPA (2023c) en g/L x 0,2 L/hp-h puis ajustées en fonction de leur FET respectif
NHAP, OHAP, AHAP et DBT	[FE HC x fraction des HAP totaux dans les HC + FE $PM_{2.5}$ x fraction des HAP totaux dans les $PM_{2.5}$] x ratio « x-HAP : HAP totaux »	Fractions des HAP totaux(4) dans les HC et $PM_{2.5}$ extraites du tableau 3-5 de l'US EPA (2023c), telles que présentées au tableau 3-7. Les ratios dans les HAP totaux ont été présentés à la section 2.5.

(1) La plage de valeurs résultantes selon le modèle NONROAD est présentée pour l'ensemble des équipements mobiles. Les valeurs exactes par machine (B4-1 à B4-4) sont disponibles à l'annexe A.
(2) Pour les HAP totaux (en BaPET), les FET du tableau 2-6 sont utilisés en parallèle.
(3) À noter que pour plusieurs métaux, aucun facteur d'émission n'est disponible pour cette source d'émission.
(4) Pour ce calcul, les HAP totaux ne sont pas convertis en BaPET.

4.2.4 Transport routier

Les émissions atmosphériques liées au transport routier des matériaux transitant par le terminal, soit les émissions fugitives de poussières générées par le passage des camions et les gaz d'échappement de leur moteur, sont considérées dans les simulations. Le même tronçon utilisé pour la phase de construction, reliant le terminal à la bretelle d'accès à l'A-30, est utilisé, tout en supposant une période de circulation de 6h à 20h à longueur d'année.

Les paramètres permettant de calculer les taux d'émission sont donnés au tableau 4-8 suivant la même méthode de calculs présentée à la section 3.2.3, exception faite de la charge utile des camions qui est fixée à 30 tonnes pour le scénario #1. Pour le scénario #2, le poids pondéré des camions de QSL et de la circulation locale est utilisé dans le calcul des facteurs d'émission des poussières de route. Pour ce qui est des émissions des moteurs à combustion, les mêmes facteurs d'émission du tableau 3-9 sont applicables pour les camions de QSL (scénario #1). Pour la circulation locale (scénario #2), un autre ensemble de facteurs d'émission de l'US BTS (2023) est utilisé en se basant sur des véhicules légers fonctionnant à l'essence correspondant à plus de 90% des véhicules en circulation (tableau 4-9).

Le niveau de circulation locale se base sur les mesures d'une étude de circulation sur la route Marie-Victorin en face du terminal (AtkinsRéalis, 2024). Le débit de véhicules mesuré est maintenu équivalent tout le long du tronçon incluant la route Marie-Victorin, mais également les rues Joseph-Simard et Industrielle où le débit, sans avoir été mesuré, peut tout de même être considéré plus faible puisque ce sont des rues secondaires. Les émissions sur ces rues sont donc vraisemblablement surestimées par rapport à la réalité.

Tableau 4-8 Transport routier – Phase d'exploitation

Scénario	Période d'exposition	Nombre de passages	Distance (km) (1)	Commentaire
#1 et 2 (camions QSL)	Moyenne annuelle	14 600	93 907	Un maximum de 14 600 camions est prévu annuellement pour les matériaux expédiés à partir du terminal.
	Journalier et 8 heures	80	515	Représente la moyenne quotidienne ou horaire en fonction du total annuel (en considérant 365 jours de camionnage par année; 14 heures par jour) majorée par 2 (hypothèse) pour prendre en compte les périodes de pointe.
	Horaire et moins	11	74	
#2 (circulation locale)	Moyenne annuelle	821 250	2 641 140	Débit journalier de véhicules selon des mesures réalisées au niveau du terminal sur la route Marie-Victorin x 365 jours par année.
	Journalier et 8 heures	2 250	7 236	Débit journalier de véhicules selon des mesures effectuées au niveau du terminal sur la route Marie-Victorin.
	Horaire et moins	241	775	Débit horaire moyen en supposant 14 heures de circulation majorée par 1,5 (hypothèse) pour prendre en compte les périodes de pointe.

(1) Distance parcourue sur le tronçon considéré dans les simulations seulement.

Tableau 4-9 Facteurs d'émission des moteurs des véhicules associés au scénario #2

Contaminant	Facteur d'émission (g/km)	Source
PM_T et PM_{10}	$PM_{2.5}$ / 0,92	Facteurs d'émission extraits du tableau 4-43 de l'US BTS (2023) pour le parc de véhicules légers à l'essence exploité en 2020. La fraction de CN dans les $PM_{2.5}$ provient du tableau 3-11 du compendium de l'EEA (2024).
$PM_{2.5}$ et MPD	0,0019	
CN	12 % x $PM_{2.5}$	
NOx	0,13	
CO	2,5	
HC	0,23	
NH_3	0,031	US EPA (2024b) au figure 6-7
SO_2	0,0038	Calculé utilisant 0,15 L/km et une concentration de soufre de 15 ppm dans l'essence.
COV spécifiques	FE HC x fraction dans les HC	Fractions dans les HC et $PM_{2.5}$ extraites des tableaux 3-2 et 3-5 de l'US EPA (2020b), telles que présentées au tableau 3-10.
HAP	FE HC x fraction dans les HC + FE $PM_{2.5}$ x fraction dans les $PM_{2.5}$ (1)	
Métaux	$3,7 \times 10^{-9}$ – $1,4 \times 10^{-6}$ selon le métal (2)	Tableau 3-6 de l'US EPA (2020b)
D&F (éq. T4CDD)	$1,6 \times 10^{-13}$	Somme des valeurs par congénère du tableau 3-7 de l'US EPA (2020b) ajustées en fonction de leur FET respectif.
NHAP, OHAP, AHAP et DBT	[FE HC x fraction des HAP totaux dans les HC + FE $PM_{2.5}$ x fraction des HAP totaux dans les $PM_{2.5}$] x ratio « x-HAP : HAP totaux »	Fractions des HAP totaux (3) dans les HC et $PM_{2.5}$ extraites du tableau 3-5 de l'US EPA (2020b), telles que présentées au tableau 3-10. Les ratios dans les HAP totaux ont été présentés à la section 2.5.

(1) Pour les HAP totaux (en BaPET), les FET du tableau 2-6 sont considérés en parallèle.
(2) À noter que plusieurs métaux n'ont aucun facteur d'émission pour cette source d'émission.
(3) Pour ce calcul, les HAP totaux ne sont pas convertis en BaPET.

4.2.5 Transfert de matériaux en vrac

Les émissions fugitives de poussières liées au transfert de matériaux en vrac ont été évaluées selon la méthode proposée dans le compendium AP-42 de l'US EPA, Aggregate Handling and Storage Pile (US EPA, 2006).

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

FE : facteur d'émission de particules (g/t transféré)
k : multiplicateur granulométrique (PM_T = 0,74; PM_{10} = 0,35; $PM_{2.5}$ = 0,053)
U : vitesse moyenne de vent (m/s)
M : contenu en humidité du matériau transféré (%)

Un taux d'humidité de 1,0 % a été considéré comme hypothèse pour les trois activités définies au tableau 4-1 malgré les différents matériaux en vrac pouvant être déchargés. Ce taux est représentatif de l'humidité pouvant se retrouver dans le sel de déglaçage. Une vitesse de vent moyenne de 9,6 km/h (2,7 m/s) est considérée, selon les données météorologiques de la station de l'Assomption (2009-2013) qui ont été utilisées pour les simulations. Les taux d'émission des sources fugitives de PM_T, PM_{10} et $PM_{2.5}$ sont obtenus en multipliant les facteurs d'émission avec la quantité de matériaux manipulés, telle que spécifiée au tableau 4-10.

Tableau 4-10 Transfert de matériaux en vrac – Phase d'exploitation

Source	Période d'émission	Période d'exposition	Tonnage transféré pendant la période	Commentaire
Déchargement au quai (B6)	Avril – décembre (6h – 20 h)	Moyenne annuelle	220 000	Représente la moitié du tonnage maximum annuel anticipé par QSL considéré comme des matériaux de type granulaire
		Journalier	3 771	Déchargement de 17 vraquiers pendant 5 jours chacun majoré par 1,5 (hypothèse) pour prendre en compte des taux de déchargement plus rapides
Déchargement du sel sur la plateforme (B7)	Oct. – décembre (6h – 20 h)	Moyenne annuelle	88 000	Représente 20% du tonnage maximum annuel anticipé par QSL pour le sel
		Journalier	3 771	Correspond au même tonnage que les matériaux déchargés au quai
Chargement du sel dans des camions (B8)	Nov. – avril (6h – 20 h)	Moyenne annuelle	88 000	Considéré équivalent au tonnage de sel déchargé sur la plateforme
		Journalier	972	Représente la moyenne journalière du tonnage annuel pendant la période d'émission majorée par 2 (hypothèse) pour prendre en compte des besoins plus élevés en sel pendant une journée

4.3 Sommaire des taux et paramètres d'émission

Les tableaux ci-dessous listent les taux d'émission obtenus selon les méthodes de calculs et intrants définis précédemment. Seuls les contaminants principaux y sont présentés. Les taux d'émission pour les autres contaminants sont disponibles à l'annexe A. Les tableaux discernent également les taux d'émission selon le scénario (#1 projet seulement; #2 effet cumulatif) et la période d'exposition des normes et critères (1 heure et moins; 8 heures et 24 heures; annuelle).

La cheminée d'un navire est composée de plusieurs tuyaux d'échappement des gaz de combustion (GDC) des chaudières, des moteurs auxiliaires (génératrices) et des moteurs principaux de propulsion. Ces tuyaux d'échappement sont regroupés dans une surface restreinte ou une structure commune au sommet du navire. Pour fins de simulation, l'ensemble de ces points d'émission a été représenté par une seule source ponctuelle équivalente. Le diamètre équivalent de ces sources regroupées est établi de façon approximative afin d'obtenir de faibles vitesses puisque les navires à quai ou en mouvement à faible vitesse n'utilisent qu'une faible proportion de leur puissance de moteur disponible. Une vitesse verticale moyenne des gaz pondérés en fonction de ce diamètre équivalent et des débits volumiques des GDC des chaudières, moteurs auxiliaires et moteurs de propulsion est alors estimée en considérant également des pots d'échappement ayant un angle de sortie à 45°. Le débit de GDC de chaque moteur ou chaudière a été estimé à partir du taux de consommation de carburant tout en considérant une combustion avec des excès d'air typiques de 150 % pour les moteurs diesels (29 Nm^3 de GDC/kg de carburant) et de 15 % pour les chaudières (14 Nm^3 de GDC/kg de carburant). La hauteur d'émissions des pots d'échappement des navires se base sur les dimensions du vraquier Federal Katsura et du navire pétrolier Sea Galaxy.

Une température de 150 °C a été attribuée aux GDC des chaudières. Il s'agit d'une température dans la plage inférieure pour les GDC d'une chaudière. Pour les moteurs auxiliaires et les moteurs principaux, une température de 300 °C a été considérée, soit une valeur équivalente à la moyenne observée pour les émissions des moteurs des navires en mouvement ou légèrement inférieure à celle des moteurs à quai (345°C) dans le port de Los Angeles (Starcrest Consulting Group, LLC, 2005) ou une valeur dans la plage inférieure des valeurs observées (273-405 °C; Cooper, 2003) pour des navires à quai. La température des GDC de la source équivalente correspond à la température moyenne de la chaudière et des moteurs pondérée selon leur débit.

Les taux d'émissions de sources ont été calculés en fonction des facteurs d'émission, paramètres d'exploitation et facteurs de pondération selon la période d'exposition, tels que définis à la section 4.2.

Les émissions des navires en mouvement sont représentées à l'aide d'une série de 14 sources ponctuelles équidistantes de 250 m disposées le long de la voie maritime sur le fleuve entre le quai et la limite de la zone d'émission sur le fleuve. Puisque les navires peuvent provenir ou quitter dans les deux directions (Québec et Montréal), deux simulations distinctes ont été réalisées en activant en premier les 7 sources ponctuelles en direction Montréal seulement (scénario 1) puis les 7 sources ponctuelles en direction Québec seulement (scénario 1). Les émissions des remorqueurs sont traitées de la même façon. La concentration maximum issue d'une ou l'autre des simulations par récepteur est tenue en compte dans l'analyse des résultats. Selon cette configuration, les taux d'émissions calculés pour les navires en mouvement (tableaux 4-13 et 4-14) et les remorqueurs en mouvement (tableau 4-15) sont divisés par sept permettant de distribuer les émissions parmi les sept sources ponctuelles tout en sachant que les navires en mouvement surviennent seulement sur une période de 10 minutes tout au plus à l'intérieur du domaine d'émissions.

Le tableau 4-21 spécifie les valeurs utilisées pour le calcul de la déposition sèche en lien aux retombées de poussières des sources fugitives et de la déplétion de panache.

Tableau 4-11 Taux et paramètres d'émission pour la phase d'exploitation – Vraquier à quai

Paramètres d'émission			Taux d'émission (période d'exposition horaire)	
			Scénario	**#1 et #2 (1)**
ID		B1	Dioxyde d'azote (NO_2)	0,98
Type de source		Ponctuelle	Monoxyde de carbone (CO)	0,088
Période d'émission mensuelle		Avril – Déc.	Dioxyde de soufre (SO_2)	0,041
Période d'émission journalière		0h – 24 h	**Taux d'émission (période d'exposition journalière)**	
Nombre de sources ponctuelles		1	Particules totales (PM_T)	0,017
Élévation à la base (m)		7,0	Particules fines (PM_{10})	0,017
Température des gaz (°C)		240	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,016
Vitesse verticale des gaz (m/s) (2)		2,1	Dioxyde d'azote (NO_2)	0,98
Diamètre de cheminée (m)		0,61	Monoxyde de carbone (CO)	0,088
Hauteur d'émissions (m)		27	Dioxyde de soufre (SO_2)	0,041
Coordonnées UTM, NAD83	X (m)	641 277	**Taux d'émission (période d'exposition annuelle)**	
	Y (m)	5 095 347	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,010
			Dioxyde d'azote (NO_2)	0,62
			Dioxyde de soufre (SO_2)	0,026

(1) Calculés en fonction des facteurs d'émission (g/kWh), paramètres d'exploitation (kW) et facteurs de pondération selon la période d'exposition, tels que définis à la section 4.2.1.

(2) La vitesse verticale moyenne pondérée est calculée en fonction des débits des GDC de la chaudière et du moteur auxiliaire tout en supposant deux pots d'échappement de 24 po chacun ayant un angle de sortie à 45°.

Tableau 4-12 Taux et paramètres d'émission pour la phase d'exploitation – Navire pétrolier à quai

Paramètres d'émission			Taux d'émission (période d'exposition horaire)	
			Scénario	**#2 (1)**
ID		C1	Dioxyde d'azote (NO_2)	4,5
Type de source		Ponctuelle	Monoxyde de carbone (CO)	0,42
Période d'émission mensuelle		Avril – Déc.	Dioxyde de soufre (SO_2)	0,44
Période d'émission journalière		0h – 24 h	**Taux d'émission (période d'exposition journalière)**	
Nombre de sources ponctuelles		1	Particules totales (PM_T)	0,16
Élévation à la base (m)		7,0	Particules fines (PM_{10})	0,16
Température des gaz (°C)		193	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,15
Vitesse verticale des gaz (m/s) (1)		3,8	Dioxyde d'azote (NO_2)	4,5
Diamètre de cheminée (m)		0,91	Monoxyde de carbone (CO)	0,42
Hauteur d'émissions (m)		32	Dioxyde de soufre (SO_2)	0,44
Coordonnées UTM, NAD83	X (m)	641 467	**Taux d'émission (période d'exposition annuelle)**	
	Y (m)	5 095 565	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,067
			Dioxyde d'azote (NO_2)	2,0
			Dioxyde de soufre (SO_2)	0,20

(1) Calculés en fonction des facteurs d'émission (g/kWh), paramètres d'exploitation (kW) et facteurs de pondération selon la période d'exposition, tels que définis à la section 4.2.1.

(2) La vitesse verticale moyenne pondérée est calculée en fonction des débits des GDC de la chaudière et du moteur auxiliaire tout en supposant deux pots d'échappement de 24 po chacun ayant un angle de sortie à 45°.

Tableau 4-13 Taux et paramètres d'émission pour la phase d'exploitation – Vraquier en mouvement

Paramètres d'émission			Taux d'émission (période d'exposition horaire) [1] [2]		
			Scénario	**#1**	**#2** [3]
ID		B2	Dioxyde d'azote (NO_2)	0,081	0
Type de source		Ponctuelle	Monoxyde de carbone (CO)	0,0068	0
Période d'émission mensuelle		Avril – Déc.	Dioxyde de soufre (SO_2)	0,0022	0
Période d'émission journalière		0h – 24 h	**Taux d'émission (période d'exposition journalière)** [1]		
Nombre de sources ponctuelles		14	Particules totales (PM_T)	0,00011	0,00011
Élévation à la base (m)		7,0	Particules fines (PM_{10})	0,00011	0,00011
Température des gaz (°C)		280	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,00010	0,00010
Vitesse verticale des gaz (m/s) [4]		4,8	Dioxyde d'azote (NO_2)	0,0034	0,0034
Diamètre de cheminée (m)		0,61	Monoxyde de carbone (CO)	0,00028	0,00028
Hauteur d'émission (m)		27	Dioxyde de soufre (SO_2)	0,000091	0,000091
Coordonnées UTM, NAD83	X (m)	Multiple	**Taux d'émission (période d'exposition annuelle)** [1]		
	Y (m)	Multiple	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,000025	0,000025
			Dioxyde d'azote (NO_2)	0,00086	0,00086
			Dioxyde de soufre (SO_2)	0,000023	0,000023

(1) Calculés en fonction des facteurs d'émission (g/kWh), paramètres d'exploitation (kW) et facteurs de pondération selon la période d'exposition, tels que définis à la section 4.2.1.
(2) Puisque le navire est en mouvement et que 7 sources ponctuelles ont été distribuées sur la voie maritime par direction, les valeurs du tableau correspondent au taux d'émission calculé divisé par 7 afin de répartir les émissions à chacun de ces endroits.
(3) Puisqu'il ne peut y avoir deux navires en manœuvre en même temps, seuls les navires pétroliers en manœuvre sont considérés pour le scénario #2 pour la période d'exposition horaire.
(4) La vitesse verticale moyenne pondérée des gaz de la chaudière et des moteurs de propulsion et auxiliaire est calculée en supposant trois pots d'échappement de 24 po chacun ayant un angle de sortie à 45°.

Tableau 4-14 Taux et paramètres d'émission pour la phase d'exploitation – Pétrolier en mouvement

Paramètres d'émission			Taux d'émission (période d'exposition horaire) [1] [2]	
			Scénario	**#2**
ID		C2	Dioxyde d'azote (NO_2)	0,19
Type de source		Ponctuelle	Monoxyde de carbone (CO)	0,017
Période d'émission mensuelle		Avril – Déc.	Dioxyde de soufre (SO_2)	0,0065
Période d'émission journalière		0h – 24 h	**Taux d'émission (période d'exposition journalière)** [1] [2]	
Nombre de sources ponctuelles		14	Particules totales (PM_T)	0,00022
Élévation à la base (m)		7,0	Particules fines (PM_{10})	0,00022
Température des gaz (°C)		260	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,00020
Vitesse verticale des gaz (m/s) [3]		4,6	Dioxyde d'azote (NO_2)	0,0080
Diamètre de cheminée (m)		0,91	Monoxyde de carbone (CO)	0,00069
Hauteur d'émission (m)		32	Dioxyde de soufre (SO_2)	0,00027
Coordonnées UTM, NAD83	X (m)	Multiple	**Taux d'émission (période d'exposition annuelle)** [1] [2]	
	Y (m)	Multiple	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,00013
			Dioxyde d'azote (NO_2)	0,0054
			Dioxyde de soufre (SO_2)	0,00019

(1) Calculés en fonction des facteurs d'émission (g/kWh), paramètres d'exploitation (kW) et facteurs de pondération selon la période d'exposition, tels que définis à la section 4.2.1.
(2) Puisque le navire est en mouvement et que 7 sources ponctuelles ont été distribuées sur la voie maritime par direction, les valeurs du tableau correspondent au taux d'émission total divisé par 7 afin de répartir les émissions à chacun de ces endroits.
(3) La vitesse verticale moyenne pondérée des gaz de la chaudière et des moteurs de propulsion et auxiliaire est calculée en supposant trois pots d'échappement de 24 po chacun ayant un angle de sortie à 45°.

Tableau 4-15 Taux et paramètres d'émission pour la phase d'exploitation – Remorqueurs

Paramètres d'émission			Taux d'émission (période d'exposition horaire) (1) (2)		
			Scénario	**#1**	**#2**
ID		B3 / C3	Dioxyde d'azote (NO_2)	0,22	0,22
Type de source		Ponctuelle	Monoxyde de carbone (CO)	0,040	0,040
Période d'émission mensuelle		Avril – Déc.	Dioxyde de soufre (SO_2)	0,015	0,015
Période d'émission journalière		0h – 24 h	**Taux d'émission (période d'exposition journalière)** (1) (2)		
Nombre de sources ponctuelles		14	Particules totales (PM_T)	0,00024	0,00024
Élévation à la base (m)		7,0	Particules fines (PM_{10})	0,00024	0,00024
Température des gaz (°C)		297	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,00023	0,00023
Vitesse verticale des gaz (m/s) (3)		15	Dioxyde d'azote (NO_2)	0,0094	0,0094
Diamètre de cheminée (m)		0,61	Monoxyde de carbone (CO)	0,0017	0,0017
Hauteur d'émission (m)		7.5	Dioxyde de soufre (SO_2)	0,00064	0,00064
Coordonnées UTM, NAD83	X (m)	Multiple	**Taux d'émission (période d'exposition annuelle)** (1) (2)		
	Y (m)	Multiple	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,000058	0,00031
			Dioxyde d'azote (NO_2)	0,0024	0,013
			Dioxyde de soufre (SO_2)	0,00016	0,00086

(1) Calculés en fonction des facteurs d'émission (g/kWh), paramètres d'exploitation (kW) et facteurs de pondération selon la période d'exposition, tels que définis à la section 4.2.2.
(2) Puisque le remorqueur est en mouvement et que 7 sources ponctuelles ont été distribuées sur la voie maritime par direction, les valeurs du tableau correspondent au taux d'émission total calculé par 7 afin de répartir les émissions à chacun de ces endroits.
(3) La vitesse verticale moyenne pondérée des gaz de la chaudière et des moteurs de propulsion et auxiliaire est calculée en supposant un pot d'échappement de 24 po ayant un angle de sortie à 45°.

Tableau 4-16 Taux et paramètres d'émission pour la phase d'exploitation – Équipement mobile

Paramètres d'émission			Taux d'émission (période d'exposition horaire) (1)	
			Scénario	**#1 et #2**
ID		B4	Dioxyde d'azote (NO_2)	0,038
Type de source		Volumique	Monoxyde de carbone (CO)	0,0084
Période d'émission mensuelle		Janvier – Déc.	Dioxyde de soufre (SO_2)	0,0017
Période d'émission journalière		6h – 20 h	**Taux d'émission (période d'exposition journalière)** (1)	
Élévation à la base (m)		11	Particules totales (PM_T)	0,0012
Dimension latérale (m) (2)		100	Particules fines (PM_{10})	0,0012
Dimension verticale (m)		8,0	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,0011
Hauteur d'émission (m) (2)		4,0	Dioxyde d'azote (NO_2)	0,033
Coefficients de dispersion initiale	Sigma-Y (m)	23	Monoxyde de carbone (CO)	0,0072
	Sigma-Z (m)	3,7	Dioxyde de soufre (SO_2)	0,0014
Coordonnées UTM19, NAD83	X (m)	641 565	**Taux d'émission (période d'exposition annuelle)** (1)	
	Y (m)	5 095 350	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,00052
			Dioxyde d'azote (NO_2)	0,015
			Dioxyde de soufre (SO_2)	0,00064

(1) Calculés en fonction des facteurs d'émission (g/hp-h), paramètres d'exploitation (hp) et facteurs de pondération selon la période d'exposition, tels que définis à la section 4.2.3.
(2) Correspond à une hauteur typique des pots d'échappement sur la machinerie lourde alors que la dimension latérale englobe un secteur du terminal où les équipements pourront se retrouver.
Propriétés de la source volumique :
Dimension latérale (m) = L — Hauteur d'émission (m) = H_P — Dimension verticale (m) = 2 x H_P
Sigma-Y (m) = L / 4,3 — Sigma-Z (m) = 2 x H_P / 2,15

Tableau 4-17 Taux et paramètres d'émission pour la phase d'exploitation – Transport routier

Paramètres d'émission			Taux d'émission (période d'exposition horaire) (1)		
			Scénario	**#1**	**#2**
ID		B5 / C4	Dioxyde d'azote (NO_2)	0,053	0,082
Type de source		Volumique linéaire	Monoxyde de carbone (CO)	0,026	0,56
Période d'émission mensuelle		Janvier – Déc.	Dioxyde de soufre (SO_2)	0,00021	0,0010
Période d'émission journalière		6 h – 20 h	**Taux d'émission (période d'exposition journalière)** (1)		
Élévation (m)		11 à 20	Particules totales (PM_T) (2)	0,17	0,52
Longueur (m)		3 216	Particules fines (PM_{10}) (2)	0,035	0,10
Nombre de sources volumiques séparées		116	Particules fines ($PM_{2.5}$) (2)	0,0091	0,026
			Dioxyde d'azote (NO_2)	0,027	0,046
Dimension latérale (m)		14	Monoxyde de carbone (CO)	0,013	0,37
Dimension verticale (m)		6,0	Dioxyde de soufre (SO_2)	0,00010	0,00065
Hauteur d'émission (m)		3,0	**Taux d'émission (période d'exposition annuelle)** (1)		
Coefficients de dispersion initiale	Sigma-Y (m)	13,0	Particules fines ($PM_{2.5}$) (2)	0,0046	0,025
	Sigma-Z (m)	2,8	Dioxyde d'azote (NO_2)	0,013	0,032
			Dioxyde de soufre (SO_2)	0,000052	0,00060

(1) Calculés en fonction des facteurs d'émission (g/km) et de la distance à parcourir pendant la période d'exposition rapportée dans la période d'émission, tels que définis à la section 4.2.4.
(2) Combine les émissions fugitives des routes et des pots d'échappement.
Propriétés de la source volumique linéaire :
Dimension verticale H_P (m) = 1,7 x hauteur du véhicule — Hauteur d'émission (m) = H_P / 2 — Sigma-Z (m) : H_P / 2,15
Dimension latérale (m) = largeur de route + 6 m — Sigma-Y (m) = distance entre volumes / 2,15

Tableau 4-18 Taux et paramètres d'émission pour la phase d'exploitation – Déchargement des matériaux en vrac au quai

Paramètres d'émission			Taux d'émission (période d'exposition horaire) (1)	
			Scénario	**#1 et #2**
ID		B6	Dioxyde d'azote (NO_2)	0
Type de source		Volumique	Monoxyde de carbone (CO)	0
Période d'émission mensuelle		Avril – Déc.	Dioxyde de soufre (SO_2)	0
Période d'émission journalière		6h – 20 h	**Taux d'émission (période d'exposition journalière)** (1)	
Élévation à la base (m)		7,0	Particules totales (PM_T)	0,31
Dimension latérale (m)		15	Particules fines (PM_{10})	0,14
Dimension verticale (m)		2,0	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,022
Hauteur d'émission (m)		2,0	Dioxyde d'azote (NO_2)	0
Coefficients de dispersion initiale	Sigma-Y (m)	3,5	Monoxyde de carbone (CO)	0
	Sigma-Z (m)	0,93	Dioxyde de soufre (SO_2)	0
Coordonnées UTM19, NAD83	X (m)	641 290	**Taux d'émission (période d'exposition annuelle)** (1)	
	Y (m)	5 095 286	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,0046
			Dioxyde d'azote (NO_2)	0
			Dioxyde de soufre (SO_2)	0

(1) Calculés en fonction des facteurs d'émission (g/t) et du tonnage de matériaux à transférer pendant la période d'exposition rapportée dans la période d'émission, tels que définis à la section 4.2.5.
Propriétés de la source volumique :
Dimension latérale (m) = L — Hauteur d'émission (m) = H_P — Dimension verticale (m) = 2 x H_P
Sigma-Y (m) = L / 4,3 — Sigma-Z (m) = 2 x H_P / 2,15

Tableau 4-19 Taux et paramètres d'émission pour la phase d'exploitation – Déchargement du sel sur la plateforme d'entreposage

Paramètres d'émission			Taux d'émission (période d'exposition horaire) (1)	
			Scénario	**#1 et #2**
ID		B7	Dioxyde d'azote (NO_2)	0
Type de source		Volumique	Monoxyde de carbone (CO)	0
Période d'émission mensuelle		Avril – Déc.	Dioxyde de soufre (SO_2)	0
Période d'émission journalière		6h – 20 h	**Taux d'émission (période d'exposition journalière) (1)**	
Élévation à la base (m)		11	Particules totales (PM_T)	0,31
Dimension latérale (m)		25	Particules fines (PM_{10})	0,14
Dimension verticale (m)		4,0	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,022
Hauteur d'émission (m)		2,0	Dioxyde d'azote (NO_2)	0
Coefficients de dispersion initiale	Sigma-Y (m)	5,8	Monoxyde de carbone (CO)	0
	Sigma-Z (m)	1,9	Dioxyde de soufre (SO_2)	0
Coordonnées UTM19, NAD83	X (m)	641 290	**Taux d'émission (période d'exposition annuelle) (1)**	
	Y (m)	5 095 286	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,0055
			Dioxyde d'azote (NO_2)	0
			Dioxyde de soufre (SO_2)	0

(1) Calculés en fonction des facteurs d'émission (g/t) et du tonnage de matériaux à transférer pendant la période d'exposition rapportée dans la période d'émission, tels que définis à la section 4.2.5.
Propriétés de la source volumique :
Dimension latérale (m) = L Hauteur d'émission (m) = H_P Dimension verticale (m) = 2 x H_P
Sigma-Y (m) = L / 4,3 Sigma-Z (m) = 2 x H_P / 2,15

Tableau 4-20 Taux et paramètres d'émission pour la phase d'exploitation – Chargement du sel dans des camions

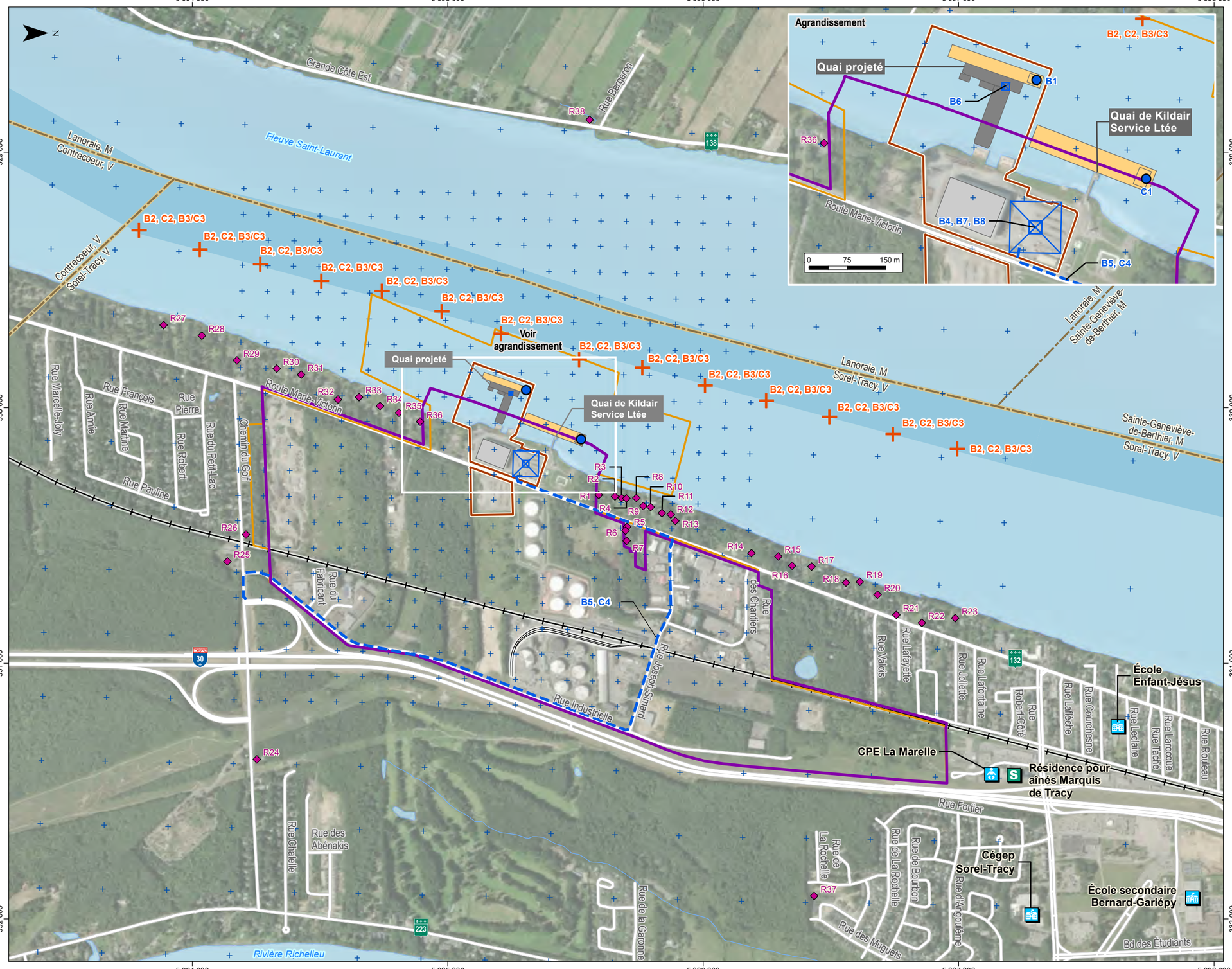
Paramètres d'émission			Taux d'émission (période d'exposition horaire) (1)	
			Scénario	**#1 et #2**
ID		B8	Dioxyde d'azote (NO_2)	0
Type de source		Volumique	Monoxyde de carbone (CO)	0
Période d'émission mensuelle		Nov. – Avril	Dioxyde de soufre (SO_2)	0
Période d'émission journalière		6h – 20 h	**Taux d'émission (période d'exposition journalière) (1)**	
Élévation à la base (m)		11	Particules totales (PM_T)	0,079
Dimension latérale (m)		25	Particules fines (PM_{10})	0,037
Dimension verticale (m)		4,0	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,0056
Hauteur d'émission (m)		2,0	Dioxyde d'azote (NO_2)	0
Coefficients de dispersion initiale	Sigma-Y (m)	5,8	Monoxyde de carbone (CO)	0
	Sigma-Z (m)	1,9	Dioxyde de soufre (SO_2)	0
Coordonnées UTM19, NAD83	X (m)	641 565	**Taux d'émission (période d'exposition annuelle) (1)**	
	Y (m)	5 095 350	Particules fines ($PM_{2.5}$)	0,0028
			Dioxyde d'azote (NO_2)	0
			Dioxyde de soufre (SO_2)	0

(1) Calculés en fonction des facteurs d'émission (g/t) et du tonnage de matériaux à transférer pendant la période d'exposition rapportée dans la période d'émission, tels que définis à la section 4.2.5.
Propriétés de la source volumique :
Dimension latérale (m) = L Hauteur d'émission (m) = H_P Dimension verticale (m) = 2 x H_P
Sigma-Y (m) = L / 4,3 Sigma-Z (m) = 2 x H_P / 2,15

Tableau 4-21 Paramètres pour la déposition sèche des particules pour les sources fugitives de la phase d'exploitation

Source	Proportion relative (1)						Masse volumique (g/cm^3)
Classes de particules et diamètre moyen (µm)	**< 2,5**	**2,5 – 10**	**2,5 – 5**	**5 – 10**	**10 – 15**	**> 15**	
	1,25	**6,25**	**3,75**	**7,5**	**12,5**	**22,5**	
Transport routier (B4, C5)	0,05	0,15	s. o.	s. o.	0,05	0,75	2,6 (2)
Chargement / déchargement (B6, B7, B8)	0,07	s. o.	0,20	0,20	0,18	0,35	2,2 (3)

(1) Les proportions relatives sont déterminées en fonction des facteurs d'émission par classe de particules disponibles selon la méthode de calculs correspondante de l'US EPA.
(2) Les routes publiques sont typiquement recouvertes d'agrégats (sable, gravier, sol inorganique) dont la densité de particules oscille entre 2,6 et 2,8 g/cm^3 (US Department of Army, 2001).
(3) Densité de grain typique pour du sel de déglaçage.



MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai
- Récepteur

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Source ponctuelle
- Vraquiers et navire pétroliers en mouvement accompagné de 2 remorqueurs
- Source volumique
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL

AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Sources d'émissions atmosphériques en phase d'exploitation

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-1-SourcesExploit-241214-01.mxd

0 150 300 m
1/15 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024

Carte 4-1

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C4-1-SourcesExploit-241214-01.mxd

4.4 Résultats pour l'exploitation du projet (scénario #1)

Les résultats des simulations de la dispersion atmosphérique pour la phase d'exploitation du nouveau terminal de QSL sont présentés sous forme de tableaux pour l'ensemble des contaminants à l'étude et sous forme de cartes pour les contaminants pour lesquelles la contribution du projet par rapport aux normes de qualité de l'air ambiant serait la plus importante. Ces normes comprennent celles du RAA, les critères du MELCCFP, les NCQAA applicables à partir de 2025, et la valeur guide de l'OMS pour les PM_{10}.

Dans les tableaux de résultats, les concentrations maximales calculées dans l'air ambiant hors des zones d'exclusion des normes sur l'ensemble de la période de simulation (5 années) sont présentées et comparées aux différentes normes et aux différents critères. Ces tableaux présentent les concentrations associées au projet seulement ainsi que les concentrations totales ce qui inclut les concentrations initiales de la section 2.6.5. Dans ces tableaux, les résultats présentés pour une période donnée (1 heure, 24 heures, annuelle) correspondent à ceux du scénario d'émission développé pour cette période. Ainsi, les résultats horaires, journaliers et annuels correspondent au scénario d'émission avec les facteurs de pondération horaire, journalier et annuel, respectivement. Les résultats présentés aux tableaux 4-22 à 4-24 ne sont pas représentatifs de l'ensemble de la zone d'étude, mais plutôt du point d'impact maximum, ce dernier pouvant être différent selon les contaminants et les périodes horaire, journalière ou annuelle, mais habituellement situé à la limite de la zone d'exclusion.

Sur toutes les cartes, ce sont les concentrations ou les dépôts de poussières maximums calculés pour la phase d'exploitation, incluant les concentrations ou les dépôts initiaux, sur l'ensemble de la période de simulation qui sont représentés par des courbes d'iso concentrations recouvrant une portion de cette dernière de façon à bien comprendre les résultats. Les zones de dépassements des normes sont indiquées par des courbes en rouge.

Le tableau 4-25 exposant les résultats pour les récepteurs sensibles et les récepteurs discrets du tableau 2-2 les plus impactés a également été préparé pour les contaminants dont la contribution maximale du projet à tout endroit à l'extérieur de la zone d'exclusion a atteint plus de 50 % de la norme ou du critère correspondant. Les fréquences de dépassement maximales sur base annuelle des normes du RAA y sont également présentées, le cas échéant. Les récepteurs discrets ont été positionnés sur des résidences le long du littoral au nord et au sud du terminal, à l'intérieur de la zone industrialo-portuaire, à un endroit dans le quartier de Tracy au point le plus rapproché à l'est de l'autoroute 30, et à un endroit à l'ouest du fleuve en face du nouveau terminal. Les récepteurs sensibles comprennent deux écoles, un CÉGEP, un CPE (garderie), et une résidence privée pour aînés, répertoriés comme les plus rapprochés du nouveau terminal dans le domaine de simulation.

4.4.1 Principaux contaminants atmosphériques

Les concentrations maximales des PCA calculées dans l'air ambiant pour les sources d'émissions du nouveau terminal seulement (scénario #1) sont présentées au tableau 4-22. Seuls les résultats maximums dans le domaine d'applicabilité des normes de qualité de l'air ambiant sont présentés, ce qui inclut les récepteurs à l'extérieur de la zone industrialo-portuaire et de la zone tampon de 300 m au-delà du terminal maritime sur le fleuve.

Pour le monoxyde de carbone (CO) et l'ammoniaque (NH_3), tous les résultats maximums sont inférieurs aux normes en vigueur, que ce soit pour la contribution du projet ou en y ajoutant les concentrations initiales. Pour les particules totales (PM_T), les particules fines (PM_{10} et $PM_{2.5}$), le dioxyde de soufre (SO_2), et le dioxyde d'azote (NO_2), des dépassements de normes sont calculés.

Tableau 4-22 Sommaire des concentrations maximales de PCA calculées dans l'air ambiant pour le scénario #1 (terminal seulement) développé pour la phase d'exploitation

Contaminants	Période d'exposition		Contribution maximale du projet (A) (1)		Concentration initiale (B) (2)		Concentration totale (A + B)		Valeur limite (N)
			µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³
Particules totales (PM_T) (3)	24-h	RAA	199	**166 %**	77	64 %	276	**230 %**	120
			105	87 %	77	64 %	182	**152 %**	
Particules fines (PM_{10})	24-h	OMS	18	39 %	44	98 %	62	**138 %**	45 (6)
	an	OMS	0,53	3,5 %	21	**140 %**	22	**144 %**	15 (8)
Particules fines ($PM_{2.5}$)	24-h	RAA	15	50 %	24	80 %	39	**130 %**	30
		NCQAA	3,0	11 %	24	89 %	27,0	**100 %**	27 (7)
	an	NCQAA	0,14	1,6 %	8,6	98 %	8,7	99 %	8,8 (8)
Dioxyde de soufre (SO_2)	4-min	RAA	24	1,8 %	124	9,5 %	148	11 %	1,310
	1-h	NCQAA	12	7,3 %	270 (4)	**159 %**	282	**166 %**	170 (9)
			12	7,3 %	56 (4)	33 %	68	40 %	
	24-hr	RAA	2,4	0,83 %	27	9,4 %	29	10 %	288
	an	RAA	0,11	0,21 %	3,0	5,8 %	3,1	6,0 %	52
		NCQAA	0,11	1,0 %	3,0	27 %	3,1	28 %	11 (8)
Dioxyde d'azote (NO_2) (5)	1-h	RAA	226	55 %	43	10 %	269	65 %	414
		NCQAA	190	**240 %**	53	67 %	243	**307 %**	79 (10)
	24-h	RAA	57	27 %	23	11%	80	38 %	207
	an	RAA	2,6	2,6 %	8,2	8,0 %	11	11 %	103
		NCQAA	2,6	11 %	8,2	36 %	11	47 %	23 (8)
Monoxyde de carbone (CO)	1-h	RAA	23	0,069 %	425	1,3 %	448	1,3 %	34 000
	8-h	RAA	9,7	0,076 %	346	2,7 %	356	2,8 %	12 700
Ammoniac (NH_3)	4-min	RAA	16	4,6 %	100	29 %	116	33 %	350

Cases grises indiquent un dépassement de la valeur limite.

(1) Concentration maximale calculée à l'extérieur de la zone industrialo-portuaire et de la zone tampon de 300 m au-delà du terminal maritime sur le fleuve pendant la période de simulation.
(2) Concentration initiale comme établi à la section 2.6.5.
(3) Résultats sans et avec application de la déposition sèche dans le modèle.
(4) Une deuxième concentration initiale est considérée puisque la concentration initiale calculée en fonction des mesures à la station du RSQAQ dans le quartier de Saint-Jean-de-Sorel dépasse déjà la NCQAA.
(5) Résultats de simulation en considérant une conversion totale du NO en NO_2 à la source comme approche initiale.
(6) Moyenne triennale du 99e centile annuel des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures.
(7) Moyenne triennale du 98e centile annuel des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures.
(8) Moyenne triennale des moyennes annuelles.
(9) Moyenne triennale du 99e centile annuel des maximums quotidiens des concentrations moyennes sur une heure.
(10) Moyenne triennale du 98e centile annuel des maximums quotidiens des concentrations moyennes sur une heure.

Matières particulaires

Le tableau 4-22 procure les concentrations maximales de PM_T dans l'air lorsque le modèle de dispersion ne considère pas la déplétion du panache par le phénomène de déposition sèche des particules, résultant à des valeurs élevées et prudentes. Les résultats en intégrant la déplétion du panache par la déposition dans le modèle y sont également présentés. Pour le premier cas, un dépassement potentiel est calculé en ajoutant la concentration initiale (77 µg/m³) à un maximum représentant près de 230 % de la norme journalière (120 µg/m³) avec une fréquence de dépassement de 1,4 % (ou 5 jours par année). La carte 4-2 démontre que la zone de dépassement potentiel de la norme du RAA pourrait s'étendre jusqu'à 300 m au-delà de la zone tampon de 300 m sur le fleuve au niveau de la voie maritime, ainsi que la zone résidentielle limitrophe au nord.

Toutefois, en intégrant le phénomène de déposition sèche au modèle, le nombre de dépassements potentiels se limite à 1 jour par année. La contribution du terminal (105 µg/m³) demeure importante lorsque comparée à la norme et est causée principalement par les rejets de poussières (de sel) au niveau du quai et de la plateforme d'entreposage extérieure. La carte 4-3 démontre que la zone de dépassement potentiel de la norme de PM_T se limite à la périphérie de la zone tampon de 300 m directement à l'ouest du nouveau quai. En fait, tous les résultats aux récepteurs discrets demeurent inférieurs à la norme du RAA en incluant la concentration initiale, que ça soit sans ou avec la considération de la déplétion du panache (tableau 4-25).

Pour les PM_{10} et les $PM_{2.5}$, tous les résultats dans le domaine d'applicabilité des normes correspondent à 50% ou moins des valeurs limites lorsqu'on considère la contribution du projet seulement. En ajoutant la concentration initiale, la norme journalière du RAA pour les $PM_{2.5}$ est dépassée (130 %) se limitant également à la périphérie de la zone tampon de 300 m directement à l'ouest du nouveau quai (carte 4-4) une journée par année (0,27 %) au maximum. Lorsqu'on prend en compte les récepteurs discrets et sensibles seulement, le projet contribuera à hauteur de 18% de la norme du RAA au maximum, soit au niveau des résidences dans la zone industrialo-portuaire (tableau 4-25). Même en ajoutant la concentration initiale, aucun dépassement n'est calculé pour ces récepteurs.

Dioxyde de soufre (SO_2)

L'impact des navires, remorqueurs et équipements mobiles en lien aux activités de QSL sur les concentrations de SO_2 dans l'air ambiant restera faible (< 8% de la NCQAA horaire) dans le domaine d'applicabilité des normes, mais en raison des concentrations mesurées actuellement à la station de qualité de l'air la plus rapprochée du terminal, un dépassement de la NCQAA horaire est constaté sur le total. Ce dépassement de norme (équivalent à 166% de la valeur limite) à la station est principalement causé par l'usine Rio Tinto Fer et Titane qui est reconnue à émettre beaucoup de SO_2 et qui est située à moins de 500 m de la station Saint-Jean-de-Sorel. Puisque le terminal sera situé à plus de 5 km de cette usine, il est vraisemblable que ce niveau de concentration dans l'air ambiant alentour du terminal (où les concentrations calculées sont maximales) soit grandement surestimé. Comme exemple, en utilisant la concentration initiale calculée à partir de mesures d'une station de qualité de l'air de Trois-Rivières également à proximité de sources d'émissions industrielles, le dépassement de la NCQAA horaire pour le SO_2 ne serait pas un enjeu

Dioxyde d'azote (NO_2)

Le tableau 4-22 suggère le dépassement de la NCQAA horaire. Ce résultat a été obtenu en considérant l'hypothèse prudente que la totalité des NOx sont émis sous forme de NO_2 à la source (méthode « conversion totale »), ce qui ne représente pas l'actuelle réalité. Dans ce cas de figure, la zone de dépassement de la NCQAA s'étendrait jusqu'à près de 1 km au nord et 1 km au sud du terminal et atteindrait également la côte ouest du fleuve englobant ainsi plusieurs résidences riveraines (carte 4-6). En contrepartie, aucun dépassement des normes horaires (carte 4-5), journalières et annuelles du RAA n'a été calculé.

Afin d'affiner les estimations, le même scénario d'émissions de NOx a été considéré en appliquant la méthode OLM pour l'estimation de la conversion du NO en NO_2 en fonction de la concentration d'ozone dans l'air. Le tableau 4-23 présente la concentration maximale de NO_2 dans le cas où la concentration d'ozone est fixée à 55 ppb et dans le cas où une concentration d'ozone est spécifiée pour chaque heure de l'année selon des mesures obtenues à la station de qualité de l'air à l'Assomption entre 2009 et 2013, soit la période du jeu de données météorologiques du modèle. La concentration maximale calculée pour le projet passe de 190 µg/m³ pour la méthode « conversion totale » à 94 µg/m³ sans toutefois descendre sous le niveau de la NCQAA.

Ces résultats ont été obtenus en supposant la présence d'un vraquier à quai à toute heure pendant la période d'émission d'avril à décembre, ce qui ne sera pas le cas. Ainsi, la simulation a été optimisée en implantant un calendrier pour les vraquiers et permettant de considérer le taux d'émission de NOx pour les heures lorsque le vraquier est présent au terminal et un taux nul lorsqu'il n'y a pas de vraquier :

- 35 vraquiers au maximum entre avril et décembre;
- 5 jours (120 heures) consécutifs à quai par vraquier;
- Séquence en considérant 5 jours avec un vraquier à quai suivi de 3 jours sans vraquier et ainsi de suite.

En considérant ce calendrier avec la méthode OLM et une concentration d'O_3 variable sur une base horaire, la concentration maximale dans le domaine d'applicabilité des normes s'en retrouve toutefois peu affecté (91 vs 94 µg/m³; tableau 4-23), mais la zone de dépassement est réduite comparativement au cas avec « conversion totale » sans toutefois éliminer les dépassements potentiels au niveau des résidences riveraines au nord (jusqu'à environ 700 m) et au sud (jusqu'à 600 m) du quai (carte 4-7).

Tableau 4-23 Concentrations maximales de NO_2 calculées dans l'air ambiant pour le scénario #1 (terminal seulement) développé pour la phase d'exploitation et la méthode de traitement du NO_2

Période d'exposition		Traitement du NO_2 dans le modèle	Contribution maximale du projet (A) (1)		Concentration initiale (B) (2)		Concentration totale (A + B)		Norme (N)
			µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³
1-h	NCQAA	Conversion totale	190	**240 %**	53	67 %	243	**307 %**	79 (5)
		OLM avec O_3 fixe (1)	126	**160 %**	53	67 %	179	**227 %**	
		OLM avec O_3 variable (2)	94	**119 %**	53	67 %	147	**186 %**	
		OLM avec O_3 variable et application d'un calendrier annuel pour les navires (3)	91	**115 %**	53	67 %	144	**182 %**	
		OLM avec O_3 variable, calendrier annuel et engins Tier III (4)	39	49 %	53	67 %	92	**116 %**	

Cases grises indiquent un dépassement de la valeur limite.

(1) Méthode OLM « Ozone-limiting method » utilisée avec une concentration horaire d'O_3 fixée à 55 ppb (108 µg/m³).
(2) Méthode OLM utilisée avec des concentrations horaires d'O_3 variables, telles que présentées à la section 2.6.
(3) Méthode précédente tout en considérant l'exploitation des 35 vraquiers à quai selon un calendrier choisi aléatoirement.
(4) Méthode précédente tout en considérant des vraquiers avec des engins certifiés Tier III exclusivement, contrairement au scénario de base qui considérait des engins certifiés Tier I.
(5) Moyenne triennale du 98e centile annuel des maximums quotidiens des concentrations moyennes sur une heure.

Les taux d'émission de NOx du scénario #1 ont été développés en fonction de facteurs d'émission développés par l'US EPA pour des navires dont les moteurs sont certifiés Tier I et qui ont donc été normalement construits entre 2000 et 2010. Les nouveaux navires doivent dorénavant atteindre une certification Tier III qui nécessite une réduction significative des émissions de NOx. Il est donc anticipé que la proportion de navires à haut taux d'émissions de NOx (ex. Tier I) ira en diminuant au fil des années et décennies et que la probabilité de générer d'importantes concentrations de NO_2 dans l'air ira également en diminuant. Pour représenter ce phénomène, le scénario décrit

précédemment avec le calendrier a été recalculé en utilisant les facteurs d'émission de NOx pour des vraquiers certifiés Tier III exclusivement. La concentration maximale de NO_2 calculée dans le domaine d'applicabilité des normes passant alors de 91 à 39 µg/m³ (tableau 4-23). Pour ce scénario, la zone de dépassement en incluant la concentration initiale se limiterait à la périphérie de la zone tampon de 300 m jusqu'à environ 150 m sur le fleuve directement à l'ouest du quai (carte 4-8).

4.4.2 Composés organiques, métaux et autres contaminants

Les concentrations maximales avec et sans concentrations initiales des composés toxiques calculées dans l'air ambiant pour la phase d'exploitation (scénario #1) sont présentées au tableau 4-24. Pour la grande majorité, les résultats de simulation pour le projet seulement dans le domaine d'applicabilité des normes et critères sont non significatifs (< 5 % de la valeur limite). C'est le cas des HAP, des métaux et de la plupart des COV, à l'exception de certains aldéhydes comme l'acétaldéhyde (moins de 30 % du critère sur 4 minutes) et le formaldéhyde (5,1 % de la norme sur 15 minutes). Aucun dépassement de norme et critère n'est calculé.

Les émissions de carbone noir (CN) du scénario #1 génèrent des concentrations maximales équivalentes à 12 % du critère du MELCCFP pour le noir de carbone, qui est utilisé comme valeur de comparaison malgré que le CN et le noir de carbone ne soient pas exactement la même chose (ne provenant pas des mêmes sources). Le dépassement de cette valeur guide noté au tableau 4-24 sur la concentration totale est essentiellement causé par la concentration initiale dérivée de mesures de quelques stations de qualité de l'air du sud du Québec.

4.4.3 Odeurs

Les résultats traitant du niveau d'odeurs lié aux gaz d'échappement des moteurs diesels des navires, camions et équipements mobiles sont présentés au tableau 4-24. Par exemple, le 98e centile des concentrations d'odeur sur 4 minutes est de 0,75 u.o./m^3 dans le domaine d'applicabilité des normes et de 0,71 u.o./m^3 au récepteur discret le plus impacté situé dans la zone industrialo-portuaire (tableau 4-25), indicatif du fait que le niveau d'odeurs est surtout influencé par le passage des camions sur la route Marie-Victorin où la résidence est située. Cela dit, selon les résultats de calcul, l'impact des activités associé au nouveau terminal seulement ne serait pas typiquement ressenti au niveau des odeurs (< 1 u.o. pour le 98e centile des concentrations et < 5.u.o pour le 99,5^e centile). La carte 4-9 illustre la répartition du 98e centile des concentrations sur 4 minutes dans le domaine de simulation.

4.4.4 Retombées de poussières

Les résultats concernant l'estimation des dépôts de poussières maximaux sur une base mensuelle sont illustrés à la carte 4-10. Elle présente les courbes pour la contribution du projet incluant les dépôts initiaux qui ont été établis à 3,2 g/m^2/30 jours à la section 2.6.6 alors que le tableau 4-25 présente les dépôts de poussières maximaux pour les récepteurs discrets et sensibles de l'étude. Des retombées de poussières mensuelles maximales de 0,33 g/m²/mois (excluant les dépôts initiaux) ont été calculées, à l'extérieur des zones d'exclusion des normes et critères. Ces retombées sont associées aux activités de déchargement des matériaux en vrac au quai ainsi qu'au déchargement et chargement du sel de déglaçage sur l'aire d'entreposage extérieur. Le soulèvement de poussières par le passage des camions le long de la route est également représenté par les courbes sur la carte 4-10, mais l'impact sur les retombées de poussières reste très faible. À titre indicatif, le maximum calculé sur le site du terminal (au niveau du quai) est d'environ 20 g/m^2 par année. Autrement, la contribution du projet aux dépôts de poussières aux récepteurs discrets et sensibles est inférieure à 0,30 g/m^2/mois (au niveau des résidences à l'intérieur de la zone industrialo-portuaire), ce qui représente 4 % du critère de l'ancien règlement sur la qualité de l'atmosphère (valide avant la parution du RAA en juin 2011) qui spécifiait une norme pour les retombées de poussière de 7,5 g/m²/mois. En ajoutant les dépôts initiaux, les retombées totales maximums équivaudraient à 47 % de l'ancien critère.

Tableau 4-24 Sommaire des concentrations maximales des contaminants toxiques calculées dans l'air ambiant pour le scénario #1 (terminal seulement) pour la phase d'exploitation

Contaminants	Période d'exposition		Contribution maximale du projet (A) (1)		Concentration initiale (B) (2)		Concentration totale (A + B)		Valeur limite (N)
			µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³
Composés organiques volatils (COV)									
1,3-butadiène	4-min	Critère	0,023	0,0065 %	2,0	0,57 %	2,0	0,57 %	352
	an	Critère	0,00012	0,023 %	0,14	28 %	0,14	28 %	0,50
Acétaldéhyde	4-min (3)	Critère	0,91	30 %	0	0 %	0,91	30 %	3,0
	annuel	Critère	0,0032	0,64 %	0	0 %	0,0032	0,64 %	0,50
Acroléine	4-min (3)	Critère	0,16	1,9 %	0	0 %	0,16	1,9 %	8,3
	Annuel	Critère	0,00055	2,8 %	0	0 %	0,00055	2,8 %	0,020
Benzène	24-h	RAA	0,035	0,35 %	3,0	30 %	3,0	30 %	10
Éthylbenzène	4-min	RAA	0,10	0,013 %	140	19 %	140	19 %	740
	annuel	RAA	0,00033	0,00016 %	3,0	1,5 %	3,0	1,5 %	200
Formaldéhyde	15-min	RAA	1,9	5,1 %	3,0	8,1 %	4,9	13 %	37
Isooctane	1-h	Critère	0,072	0,0020 %	0	0 %	0,072	0,0020 %	3 500
	annuel	Critère	0,00076	0,00022 %	0	0 %	0,00076	0,0002 %	350
n-Hexane	4-min	RAA	0,052	0,00098 %	140	2,6 %	140	2,6 %	5 300
	annuel	RAA	0,00030	0,00021 %	3,0	2,1 %	3,0	2,1 %	140
Propionaldéhyde	4-min (3)	Critère	0,19	0,94 %	10	50 %	10	51 %	20
Styrène	1-h (3)	RAA	0,010	0,0065 %	0	0 %	0,010	0,0065 %	150
Toluène	4-min	RAA	0,44	0,074 %	260	43 %	260	43 %	600
Xylène (o,m,p)	4-min	RAA	0,71	0,20 %	150	43 %	151	43 %	350
	annuel	RAA	0,0023	0,012 %	8,0	40 %	8,0	40 %	20
Métaux									
Antimoine (Sb)	annuel	RAA	$2,5 \times 10^{-5}$	0,015 %	0,0070	4,1 %	0,0070	4,1 %	0,17
Arsenic (As)	annuel	RAA	$2,1 \times 10^{-6}$	0,071 %	0,0020	67 %	0,0020	67 %	0,0030
Béryllium (Be)	annuel	RAA	$2,4 \times 10^{-8}$	0,0061 %	0	0 %	$2,4 \times 10^{-8}$	0,0061 %	0,00040
Cadmium (Cd)	annuel	RAA	$9,7 \times 10^{-6}$	0,27 %	0,0030	83 %	0,0030	84 %	0,0036
Chrome trivalent Cr(III)	annuel	RAA	$5,7 \times 10^{-6}$	0,0057 %	0,010	10 %	0,010	10 %	0,10
Chrome hexavalent Cr(VI)	annuel	RAA	$6,9 \times 10^{-9}$	0,00017 %	0,0020	50 %	0,0020	50 %	0,0040
Cobalt (Co)	annuel	Critère	$2,7 \times 10^{-6}$	0,0027 %	0	0 %	2.7×10^{-6}	0,0027 %	0,10

(1) Concentration maximale calculée à l'extérieur de la zone industrialo-portuaire et de la zone tampon de 300 m au-delà du terminal maritime sur le fleuve sur la période de simulation.
(2) Concentration initiale comme établi à la section 2.6.5.
(3) La contribution du projet représente la concentration maximale calculée dans le domaine d'applicabilité des critères et non pas le 99e centile (ou 98e centile pour le styrène) des résultats sur 4 minutes (ou 1 heure) tels que spécifiés par le MELCCFP.

Tableau 4-24 Sommaire des concentrations maximales des contaminants toxiques calculées dans l'air ambiant pour le scénario #1 (terminal seulement) pour la phase d'exploitation (suite)

Contaminants	Période d'exposition		Contribution maximale du projet (A) [1]		Concentration initiale (B) [2]		Concentration totale (A + B)		Valeur limite (N)
			µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³
Métaux									
Manganèse (Mg)	annuel	Critère	$3,0 \times 10^{-6}$	0,012 %	0,020	80 %	0,020	80 %	0,025
Mercure (Hg)	annuel	RAA	$1,9 \times 10^{-8}$	0,00039 %	0,0020	40 %	0,0020	40 %	0,0050
Nickel (Ni)	24-h	RAA	$6,5 \times 10^{-4}$	0,92 %	0,0050	7,1 %	0,0056	8,1 %	0,070
Nickel (Ni)	annuel	RAA	$3,2 \times 10^{-5}$	0,16 %	0,0020	10 %	0,0020	10 %	0,020
Plomb (Pb)	24-h	RAA	$5,1 \times 10^{-6}$	0,0051 %	0,025	25 %	0,025	25 %	0,10
Sélénium (Se)	1-h	Critère	$1,5 \times 10^{-8}$	< 0,0001 %	0,15	7,5 %	0,15	7,5 %	2,0
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et autres									
Benzo(a)pyrène	annuel	RAA	$2,0 \times 10^{-7}$	0,022 %	0,00030	33 %	0,00030	33 %	0,00090
Naphtalène	4-min	RAA	0,53	0,26 %	5,0	2,5 %	5,5	2,8 %	200
	annuel	RAA	0,0029	0,10 %	0	0 %	0,0029	0,10 %	3,0
Pyrène	annuel	Critère	$4,1 \times 10^{-6}$	< 0,0001 %	0	0 %	$4,1 \times 10^{-6}$	< 0.0001	13
HAP totaux (en BaPET)	annuel	Critère	$4,0 \times 10^{-6}$	0,17 %	0,0014	58 %	0,0014	59 %	0,0024
HAP alkylés totaux	annuel	s. o.	0,0077	s. o.	s. o.	s. o.	0,0077	s. o.	s. o.
HAP oxygénés totaux	annuel	s. o.	0,0072	s. o.	s. o.	s. o.	0,0072	s. o.	s. o.
HAP nitrés totaux	annuel	s. o.	0,0045	s. o.	s. o.	s. o.	0,0045	s. o.	s. o.
D&F totaux (éq 2,3,7,8-T4CDD)	annuel	RAA	$2,2 \times 10^{-10}$	0,37 %	$4,0 \times 10^{-8}$	67 %	$4,0 \times 10^{-8}$	67 %	$6,0 \times 10^{-8}$
BPC totaux	annuel	Critère	$1,7 \times 10^{-8}$	0,0049 %	0,00032	92 %	0,00032	92 %	$3,5 \times 10^{-4}$
Dibenzothiophène (DBT)	annuel	s. o.	$3,9 \times 10^{-5}$	s. o.	s. o.	s. o.	$3,9 \times 10^{-5}$	s. o.	s. o.
Matière particulaire diesel	annuel	s. o.	0,046	s. o.	s. o.	s. o.	0,046	s. o.	s. o.
Carbone noir (CN)	annuel	s. o.	0,035	12 %	0,35	**117 %**	0,38	**128 %**	0,30
Odeurs (u.o.)	4-min	Critère	0,75	75 %	s. o.	s. o.	0,75	75 %	1,0
	4-min	Critère	1,3	26 %	s. o.	s. o.	1,3	26 %	5,0
Retombées de poussières	30-j	Critère	0,33 g/m²	4,4 %	3,2 g/m²	43 %	3,5 g/m²	47 %	7,5 [3]

(1) Concentration maximale calculée à l'extérieur de la zone industrialo-portuaire et de la zone tampon de 300 m au-delà du terminal maritime sur le fleuve sur la période de simulation.
(2) Concentration initiale comme établi à la section 2.5.
(3) Critère de l'ancien Règlement sur la qualité de l'atmosphère du Québec.

Tableau 4-25 Sommaire des concentrations maximales (µg/m³) pour certains composés pour les récepteurs discrets et sensibles liés au scénario #1 (terminal seulement)

Secteur ou récepteur	PM_T	PM_T	PM_{10}	$PM_{2.5}$
	24-h (RAA)	24-h (RAA)	24-h (OMS)	24-h (RAA)
	Sans déplétion du panache	Avec déplétion du panache	99e centile	
Valeur limite (µg/m³)	**120**	**120**	**45**	**30**
Concentration initiale (µg/m³)	**77**	**77**	**44**	**24**
Contribution du projet seulement aux récepteurs discrets				
Pire récepteur dans le domaine de simulation	**199**	105	18	15
Résidences le long du fleuve au nord du terminal	62	34	13	4,8
Résidences situées dans la zone industrielle	63	34	10	5,4
Résidences le long du fleuve au sud du terminal	33	19	6,9	2,6
Quartier de Tracy (point le plus rapproché)	7,1	3,7	1,6	0,61
Côte ouest du fleuve Saint-Laurent	16	7,4	1,8	1,3
Contribution du projet seulement aux récepteurs sensibles				
École primaire Enfants-Jésus	3,5	1,5	0,77	0,29
École secondaire Bernard-Gariépy	3,7	1,6	0,61	0,32
CÉGEP de Sorel-Tracy	4,9	2,2	0,88	0,41
CPE La Marelle	6,6	2,9	1,1	0,55
Résidences pour ainés Marquis de Tracy	6,6	2,9	0,99	0,54
Contribution du scénario + concentration initiale aux récepteurs discrets				
Pire récepteur dans le domaine de simulation	**276**	**182**	**62**	**39**
Résidences le long du fleuve au nord du terminal	**139**	111	**57**	29
Résidences situées dans la zone industrielle	**140**	111	**54**	29
Résidences le long du fleuve au sud du terminal	110	96	**51**	27
Quartier de Tracy (point le plus rapproché)	84	81	**46**	25
Côte ouest du fleuve Saint-Laurent	93	84	**46**	25
Contribution du projet + concentration initiale aux récepteurs sensibles				
École primaire Enfants-Jésus	81	79	**45**	24
École secondaire Bernard-Gariépy	81	79	**45**	24
CÉGEP de Sorel-Tracy	82	79	**45**	24
CPE La Marelle	84	80	**45**	25
Résidences pour ainés Marquis de Tracy	84	80	**45**	25

Cases grises indiquent un dépassement de la valeur limite avec entre parenthèses la fréquence maximale de dépassements annuels de la norme du RAA à tout endroit dans le domaine d'applicabilité des normes.

Tableau 4-25 Sommaire des concentrations maximales (µg/m³) pour certains composés aux récepteurs discrets et sensibles liés au scénario #1 (terminal seulement) (suite)

Secteur ou récepteur	NO_2 1-h (RAA) Conversion totale	NO_2 1-h (NCQAA) Conversion totale	NO_2 1-h (NCQAA) OLM + calendrier (1)
Valeur limite (µg/m³)	**414**	**79**	**79**
Concentration initiale (µg/m³)	**43**	**53**	**53**
Contribution du projet seulement aux récepteurs discrets			
Pire récepteur dans le domaine	226	**190**	**91**
Résidences le long du fleuve au nord du terminal	122	**110**	**85**
Résidences situées dans la zone industrielle	106	**89**	67
Résidences le long du fleuve au sud du terminal	133	**119**	**81**
Quartier de Tracy (point le plus rapproché)	30	17	10
Côte Ouest du fleuve Saint-Laurent	74	46	31
Contribution du projet seulement aux récepteurs sensibles			
École primaire Enfants-Jésus	32	23	9,5
École secondaire Bernard-Gariépy	27	20	8,7
CÉGEP de Sorel-Tracy	32	19	9,5
CPE La Marelle	30	22	9,9
Résidences pour ainés Marquis de Tracy	31	22	9,7
Contribution du scénario + concentration initiale aux récepteurs discrets			
Pire récepteur dans le domaine	269	**243**	**144**
Résidences le long du fleuve au nord du terminal	165	**163**	**138**
Résidences situées dans la zone industrielle	149	**142**	**120**
Résidences le long du fleuve au sud du terminal	176	**172**	**134**
Quartier de Tracy (point le plus rapproché)	73	70	63
Côte Ouest du fleuve Saint-Laurent	117	**99**	**84**
Contribution du projet + concentration initiale aux récepteurs sensibles			
École primaire Enfants-Jésus	75	76	63
École secondaire Bernard-Gariépy	70	73	62
CÉGEP de Sorel-Tracy	75	72	62
CPE La Marelle	73	75	63
Résidences pour ainés Marquis de Tracy	74	75	63

Cases grises indiquent un dépassement de la valeur limite.

(1) Simulation réalisée en utilisant la méthode OLM avec concentrations d'O_3 variables et l'application d'un calendrier pour les 35 vraquiers prévus annuellement.

Tableau 4-25 Sommaire des concentrations maximales (µg/m³) pour certains composés aux récepteurs discrets et sensibles liés au scénario #1 (terminal seulement) (suite)

Secteur ou récepteur	Odeurs	Retombées de poussières
	4-min (critère)	30-jour (critère)
Valeur limite (µg/m³)	**1,0 u.o.**	**7,5**
Concentration initiale (µg/m³)	**0 u.o.**	**3,2**
Contribution du projet seulement aux récepteurs discrets		
Pire récepteur dans le domaine	0,75	0,33
Résidences le long du fleuve au nord du terminal	0,61	0,19
Résidences situées dans la zone industrielle	0,71	0,30
Résidences le long du fleuve au sud du terminal	0,28	0,10
Quartier de Tracy (point le plus rapproché)	0,089	0,016
Côte ouest du fleuve Saint-Laurent	0,035	0,0039
Contribution du projet seulement aux récepteurs sensibles		
École primaire Enfants-Jésus	0,049	0,0040
École secondaire Bernard-Gariépy	0,048	0,0035
CÉGEP de Sorel-Tracy	0,064	0,0057
CPE La Marelle	0,069	0,0069
Résidences pour ainés Marquis de Tracy	0,067	0,0064
Contribution du scénario + concentration initiale aux récepteurs discrets		
Pire récepteur dans le domaine	0,75	3,5
Résidences le long du fleuve au nord du terminal	0,61	3,4
Résidences situées dans la zone industrielle	0,71	3,5
Résidences le long du fleuve au sud du terminal	0,28	3,3
Quartier de Tracy (point le plus rapproché)	0,089	3,2
Côte ouest du fleuve Saint-Laurent	0,035	3,2
Contribution du projet + concentration initiale aux récepteurs sensibles		
École primaire Enfants-Jésus	0,049	3,2
École secondaire Bernard-Gariépy	0,048	3,2
CÉGEP de Sorel-Tracy	0,064	3,2
CPE La Marelle	0,069	3,2
Résidences pour ainés Marquis de Tracy	0,067	3,2

Cases grises indiquent un dépassement de la valeur limite.

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V
Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V
Lanoraie, M
Sorel-Tracy, V
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sorel-Tracy, V
Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sorel-Tracy, V
Sainte-Victoire-de-Sorel, M
Sorel-Tracy, V
Fleuve Saint-Laurent
Rivière Richelieu
Route Marie-Victorin

80 90 100 85 120 180

R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R31 R32 R33 R34 R35 R36 R37 R38

138 30 132 223 133

Voir agrandissement

École Enfant-Jésus

CPE La Marelle

Résidence pour aînés Marquis de Tracy

Cégep Sorel-Tracy

École secondaire Bernard-Gariépy

Agrandissement

Quai projeté

Quai de Kildair Service Ltée

0 150 300 m

0 300 600 m

1/30 000

MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Source ponctuelle
- Vraquiers et navire pétroliers en mouvement accompagné de 2 remorqueurs
- Source volumique
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

- —80— Concentrations maximales calculées (µg/m³)
- —120— Concentrations maximales calculées (µg/m³) dépassant la norme du RAA

Norme du RAA : 120 µg/m³
Concentration initiale : 77 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales maximales journalières de PM_T (µg/m³) calculées dans l'air ambiant lors de la phase d'exploitation (scénario #1) sans la déposition sèche

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-2-PMtexploit_S1_sans-241214-01.mxd

Décembre 2024 | **Carte 4-2**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C4-2-PMtexploit_S1_sans-241214-01.mxd

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V

Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V

Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M

Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sorel-Tracy, V

Sainte-Victoire-de-Sorel, M
Sorel-Tracy, V

Fleuve Saint-Laurent

Rivière Richelieu

Route Marie-Victorin

Voir agrandissement

R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R31 R32 R33 R34 R35 R36 R37 R38

85 100 120 150 200

138 30 132 223 133

École Enfant-Jésus

CPE-La-Marelle

Résidence pour aînés Marquis de Tracy

Cégep Sorel-Tracy

École secondaire Bernard-Gariépy

Agrandissement

Quai projeté

Quai de Kildair Service Ltée

0 150 300 m

N

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Source ponctuelle
- Vraquiers et navire pétroliers en mouvement accompagné de 2 remorqueurs
- Source volumique
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

- —80— Concentrations maximales calculées (µg/m³)
- —120— Concentrations maximales calculées (µg/m³) dépassant la norme du RAA

Norme du RAA : 120 µg/m³
Concentration initiale : 77 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales maximales journalières de PM_T (µg/m³) calculées dans l'air ambiant lors de la phase d'exploitation (scénario #1) avec la déposition sèche

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-3-PMtexploit_S1_avec-241215-01.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024 | **Carte 4-3**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C4-3-PMtexploit_S1_avec-241215-01.mxd

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V

Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V

Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M

Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sorel-Tracy, V

Sainte-Victoire-de-Sorel, M
Sorel-Tracy, V

Fleuve Saint-Laurent

Rivière Richelieu

Route Marie-Victorin

Voir agrandissement

R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R31 R32 R33 R34 R35 R36 R37 R38

25 26 27 30 40

138 30 132 223 133

École Enfant-Jésus

CPE La Marelle

Résidence pour aînés Marquis de Tracy

Cégep Sorel-Tracy

École secondaire Bernard-Gariépy

Agrandissement

Quai projeté

Quai de Kildair Service Ltée

0 150 300 m

N

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Source ponctuelle
- Vraquiers et navire pétroliers en mouvement accompagné de 2 remorqueurs
- Source volumique
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

- 25 — Concentrations maximales calculées (µg/m³)
- 30 — Concentrations maximales calculées (µg/m³) dépassant la norme du RAA

Norme du RAA : 30 µg/m³
Concentration initiale : 24 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales maximales journalières de $PM_{2.5}$ (µg/m³) calculées dans l'air ambiant lors de la phase d'exploitation (scénario #1)

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-4-PM25jexploit_S1-241215-01.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024 | **Carte 4-4**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C4-4-PM25jexploit_S1-241215-01.mxd

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Saint-Roch-de-Richelieu, M
Saint-Victor-de-Sorel, M

Fleuve Saint-Laurent
Rivière Richelieu

65 80 110 160 170

R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R31 R32 R33 R34 R35 R36 R37 R38

Voir agrandissement

École Enfant-Jésus
CPE La Marelle
Résidence pour aînés Marquis de Tracy
Cégep Sorel-Tracy
École secondaire Bernard-Gariépy

Agrandissement

Quai projeté
Quai de Kildair Service Ltée
Route Marie-Victorin

R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13

0 150 300 m

N

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Source ponctuelle
- Vraquiers et navire pétroliers en mouvement accompagné de 2 remorqueurs
- Source volumique
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

- 65 — Concentrations maximales calculées (µg/m³)

Norme du RAA : 414 µg/m³
Concentration initiale : 43 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL

AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales maximales horaires de NO_2 (µg/m³) calculées dans l'air ambiant selon la méthode « conversion totale » lors de la phase d'exploitation (scénario #1) pour comparaison avec la norme du RAA

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-5-N02hexploit_S1_RAA-241215-01.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024

Carte 4-5

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C4-5-N02hexploit_S1_RAA-241215-01.mxd

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V

Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M

Lanoraie, M
Sorel-Tracy, V

Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sorel-Tracy, V

Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sorel-Tracy, V

Sainte-Victoire-de-Sorel, M
Sorel-Tracy, V

Fleuve Saint-Laurent

Rivière Richelieu

Route Marie-Victorin

Voir agrandissement

70 79 100 140 180 210

R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R31 R32 R33 R34 R35 R36 R37 R38

138 30 132 223 133

École Enfant-Jésus

CPE La Marelle

Résidence pour aînés Marquis de Tracy

Cégep Sorel-Tracy

École secondaire Bernard-Gariépy

Agrandissement

Quai projeté

Quai de Kildair Service Ltée

0 150 300 m

N

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Source ponctuelle
- Vraquiers et navire pétroliers en mouvement accompagné de 2 remorqueurs
- Source volumique
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

- —70— Concentrations maximales calculées (µg/m³)
- —79— Concentrations maximales calculées (µg/m³) dépassant le NCQAA

NCQAA (2025) : 79 µg/m³
Concentration initiale : 53 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales horaires de NO_2 (µg/m³) calculées dans l'air ambiant selon la méthode « conversion totale » lors de la phase d'exploitation (scénario #1) pour comparaison avec la NCQAA

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-6-NO2hexploit_S1_NCQAA-241215-01.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024 | **Carte 4-6**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C4-6-NO2hexploit_S1_NCQAA-241215-01.mxd

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V

Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V

Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sorel-Tracy, V

Saint-Victor-de-Sorel, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M

Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sorel-Tracy, V

Fleuve Saint-Laurent

Rivière Richelieu

60 65 79 100 120 135

R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R31 R32 R33 R34 R35 R36 R37 R38

Voir agrandissement

Agrandissement

Quai projeté

Quai de Kildair Service Ltée

Route Marie-Victorin

0 150 300 m

CPE La Marelle

École Enfant-Jésus

Résidence pour aînés Marquis de Tracy

Cégep Sorel-Tracy

École secondaire Bernard-Gariépy

30 132 138 223 133

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Source ponctuelle
- Vraquiers et navire pétroliers en mouvement accompagné de 2 remorqueurs
- Source volumique
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

- 65 — Concentrations maximales calculées (µg/m³)
- 79 — Concentrations maximales calculées (µg/m³) dépassant le NCQAA

NCQAA (2025) : 79 µg/m³
Concentration initiale : 53 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales horaires de NO_2 (µg/m³) calculées dans l'air ambiant selon la méthode OLM avec concentrations d'O_3 variables et l'application d'un calendrier spécifique pour les vraquiers lors de la phase d'exploitation (scénario #1) pour comparaison avec la NCQAA

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-7-NO2hexploit_S1_vraq-241215-01.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024 | **Carte 4-7**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C4-7-NO2hexploit_S1_vraq-241215-01.mxd

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V
Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sainte-Victoire-de-Sorel, M
Fleuve Saint-Laurent
Rivière Richelieu
Route Marie-Victorin

Voir agrandissement

Agrandissement

Quai projeté

Quai de Kildair Service Ltée

0 150 300 m

R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R31 R32 R33 R34 R35 R36 R37 R38

55 60 65 70 79

CPE La Marelle
Résidence pour aînés Marquis de Tracy
École Enfant-Jésus
Cégep Sorel-Tracy
École secondaire Bernard-Gariépy

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Source ponctuelle
- Vraquiers et navire pétroliers en mouvement accompagné de 2 remorqueurs
- Source volumique
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

- 65 — Concentrations maximales calculées (µg/m³)
- 79 — Concentrations maximales calculées (µg/m³) dépassant le NCQAA

NCQAA (2025) : 79 µg/m³
Concentration initiale : 53 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales horaires de NO_2 (µg/m³) calculées dans l'air ambiant selon la méthode OLM avec concentrations d'O_3 variables et l'application d'un calendrier spécifique pour des vraquiers certifiés Tier III lors de la phase d'exploitation (scénario #1) pour comparaison avec la NCQAA

Sources :

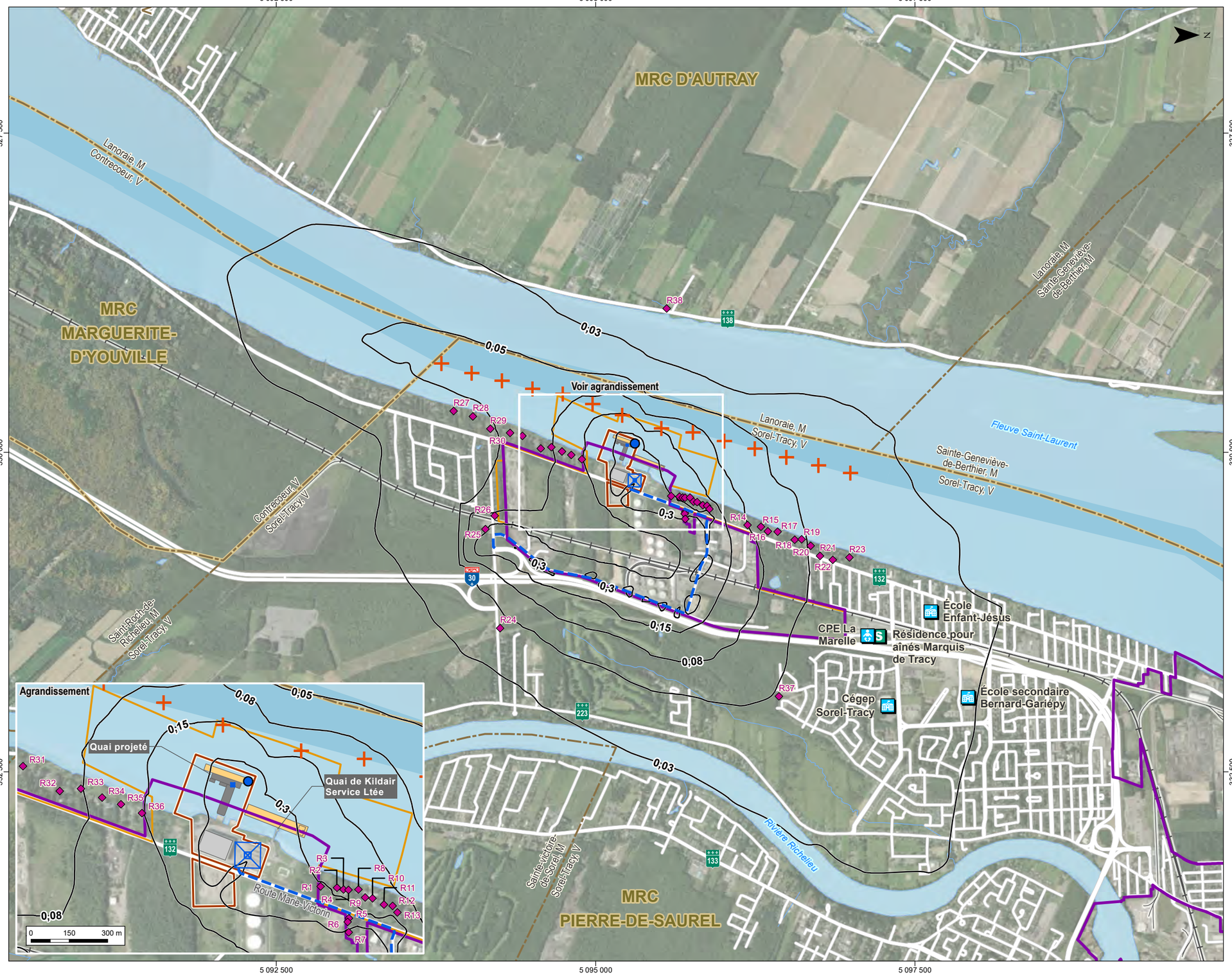
Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-8-NO2hexploit_S1_TierIII-241215-01.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024 | **Carte 4-8**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C4-8-NO2hexploit_S1_TierIII-241215-01.mxd



MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Source ponctuelle
- Vraquiers et navire pétroliers en mouvement accompagné de 2 remorqueurs
- Source volumique
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

- –0;15– Concentrations maximales calculées (u.o./m³)

Critère du MELCCFP : 1,0 u.o./m³
Concentration initiale : 0 u.o./m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL

AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

98e centile de la contribution du projet aux concentrations d'odeurs sur 4 minutes (u.o./m³) calculées dans l'air ambiant lors de la phase d'exploitation (scénario #1)

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-9-98eexploit_S1-241215-01.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024 | **Carte 4-9**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C4-9-98eexploit_S1-241215-01.mxd

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V

Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V

Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M

Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sorel-Tracy, V

Sainte-Victoire-de-Sorel, M
Sorel-Tracy, V

Fleuve Saint-Laurent

Rivière Richelieu

Route Marie-Victorin

Voir agrandissement

R38 R27 R28 R29 R30 R26 R25 R24 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R37 R31 R32 R33 R34 R35 R36 R3 R2 R1 R4 R9 R5 R6 R7 R8 R10 R11 R12 R13

3;4 3;3 3;4 3;4 3;25 3;22

École Enfant-Jésus

CPE La Marelle

Résidence pour aînés Marquis de Tracy

Cégep Sorel-Tracy

École secondaire Bernard-Gariépy

Agrandissement

Quai projeté

Quai de Kildair Service Ltée

3;22 3;7 3;25 3;3 3;4

0 150 300 m

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Source ponctuelle
- Vraquiers et navire pétroliers en mouvement accompagné de 2 remorqueurs
- Source volumique
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA RETOMBÉE INITIALE

- —3;3— Concentrations maximales calculées (g/m^2/30 jours)

Ancien critère du MELCCFP : 7,5 g/m^2/30 jours
Retombée initiale : 3,2 g/m^2/30 jours

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Retombées de poussières totales maximales sur 30 jours (g/m^2/30 jours) calculés pour la phase d'exploitation (scénario #1)

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-10-Poussieresexploit_S1-241215-01.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024 | **Carte 4-10**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C4-10-Poussieresexploit_S1-241215-01.mxd

4.5 Résultats pour l'exploitation – Scénario cumulatif (scénario #2)

Les résultats des simulations de la dispersion atmosphérique pour le scénario cumulatif (sources d'émissions du nouveau terminal + conditions actuelles) sont présentés ci-dessous sous la forme de tableaux pour l'ensemble des contaminants à l'étude et sous la forme de cartes pour les contaminants pour lesquelles la contribution du projet par rapport aux normes de qualité de l'air ambiant serait la plus importante.

4.5.1 Principaux contaminants atmosphériques

Les concentrations maximales des PCA calculées dans l'air ambiant pour les sources d'émissions du nouveau terminal et des sources d'émissions actuelles (scénario #2) sont présentées au tableau 4-26. Seuls les résultats maximums dans le domaine d'applicabilité des normes de qualité de l'air ambiant sont présentés, ce qui inclut les récepteurs à l'extérieur de la zone industrialo-portuaire et de la zone tampon de 300 m au-delà du terminal maritime sur le fleuve.

Pour le monoxyde de carbone (CO) et l'ammoniaque (NH_3), tous les résultats maximums sont inférieurs aux normes en vigueur, que ce soit pour la contribution du projet ou en y ajoutant les concentrations initiales. Pour les particules totales (PM_T), les particules fines (PM_{10} et $PM_{2.5}$), le dioxyde de soufre (SO_2), et le dioxyde d'azote (NO_2), des dépassements de normes sont calculés.

Matières particulaires

Le tableau 4-26 procure les concentrations maximales de PMT dans l'air lorsque le modèle de dispersion n'inclut pas le phénomène de déposition sèche des particules, résultant à des valeurs élevées et prudentes. Les résultats en intégrant la déposition sèche au modèle y sont également présentés. Pour le premier cas de figure, un dépassement potentiel est calculé en ajoutant la concentration initiale (77 µg/m³) avec un maximum représentant près de 235 % de la norme journalière (120 µg/m³) avec une fréquence de dépassement de 1,1 % (ou 4 jours par année). La carte 4-11 démontre que la zone de dépassement potentiel de la norme du RAA pourrait s'étendre jusqu'à 400 m au-delà de la zone tampon de 300 m sur le fleuve au niveau de la voie maritime et englober une dizaine de résidences directement au nord du terminal. Un dépassement est également calculé pour quelques résidences directement au nord du terminal et une des résidences de la zone industrialo-portuaire (tableau 4-29). Cette zone de dépassement est en fait très similaire à celle obtenue pour le scénario #1 indicatif du fait que les sources actuelles auront peu d'effets cumulatifs sur les concentrations de matières particulaires en suspension autour du terminal.

En intégrant le phénomène de déposition sèche au modèle, le nombre de dépassements potentiels se limite à 2 jours par année. La contribution du terminal (107 µg/m³) demeure importante lorsque comparée à la norme et est causée principalement par les rejets de poussières (de sel) au niveau du quai et de la plateforme d'entreposage extérieure. La carte 4-12 démontre que la zone de dépassement potentiel de la norme de PMT se limite à la périphérie de la zone tampon de 300 m directement à l'ouest du nouveau quai, tout comme pour le scénario #1. Dans ce cas de figure, seule la résidence de la zone industrialo-portuaire subit un dépassement de la norme du RAA en incluant la concentration initiale (102% de la norme; tableau 4-29).

Tableau 4-26 Sommaire des concentrations maximales de PCA calculées dans l'air ambiant pour le scénario #2 (cumulatif) développé pour la phase d'exploitation

Contaminants	Période d'exposition		Contribution maximale du projet (A) (1)		Concentration initiale (B) (2)		Concentration totale (A + B)		Valeur limite (N)
			µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³
Particules totales (PM_T) (3)	24-h	RAA	205	**170 %**	77	64 %	282	**235 %**	120
			107	89 %	77	64 %	184	**153 %**	
Particules fines (PM_{10})	24-h	OMS	19	41 %	44	98 %	63	**139 %**	45 (6)
	an	OMS	1,6	11 %	21	**140 %**	23	**151 %**	15 (8)
Particules fines ($PM_{2.5}$)	24-h	RAA	16	53 %	24	80 %	40	**133 %**	30
		NCQAA	4,8	18 %	24	89 %	29	**107 %**	27 (7)
	an	NCQAA	0,52	5,9 %	8,6	98 %	9,1	**104 %**	8,8 (8)
Dioxyde de soufre (SO_2)	4-min	RAA	70	5,4 %	124	9,5 %	194	15 %	1 310
	1-h	NCQAA	37	22 %	270 (4)	**159 %**	307	**180 %**	170 (9)
			37	22 %	56 (4)	33 %	93	55 %	
	24-hr	RAA	19	6,7 %	27	9,4 %	46	16 %	288
	an	RAA	1,2	2,2 %	3,0	5,8 %	4,2	8,0 %	52
		NCQAA	1,2	11 %	3,0	27 %	4,2	38 %	11 (8)
Dioxyde d'azote (NO_2) (5)	1-h	RAA	446	**108 %**	43	7,2 %	489	**118 %**	414
		NCQAA	399	**504 %**	53	53 %	452	**572 %**	79 (10)
	24-h	RAA	209	**101 %**	23	11 %	232	**112 %**	207
	an	RAA	13	13 %	8,2	5,0 %	21	21 %	103
		NCQAA	13	58 %	8,2	23 %	21	93 %	23 (8)
Monoxyde de carbone (CO)	1-h	RAA	190	0,56 %	425	1,3 %	615	1,8 %	34 000
	8-h	RAA	68	0,53 %	346	2,7 %	417	3,3 %	12 700
Ammoniac (NH_3)	4-min	RAA	17	4,7 %	100	29 %	117	33 %	350

Cases grises indiquent un dépassement de la valeur limite.

(1) Concentration maximale calculée à l'extérieur de la zone industrialo-portuaire et de la zone tampon de 300 m au-delà du terminal maritime sur le fleuve sur la période de simulation.
(2) Concentration initiale comme établi à la section 2.6.5.
(3) Résultats sans et avec application de la déposition sèche dans le modèle.
(4) Une deuxième concentration initiale est considérée puisque la concentration initiale calculée en fonction des mesures à la station du RSQAQ dans le quartier de Saint-Jean-de-Sorel dépasse déjà la NCQAA.
(5) Résultats de simulation en considérant une conversion totale du NO en NO_2 à la source comme approche initiale.
(6) Moyenne triennale du 99e centile annuel des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures.
(7) Moyenne triennale du 98e centile annuel des concentrations quotidiennes moyennes sur 24 heures.
(8) Moyenne triennale des moyennes annuelles.
(9) Moyenne triennale du 99e centile annuel des maximums quotidiens des concentrations moyennes sur une heure.
(10) Moyenne triennale du 98e centile annuel des maximums quotidiens des concentrations moyennes sur une heure.

Pour les PM_{10} et les $PM_{2.5}$, tous les résultats dans le domaine d'applicabilité des normes correspondent à 55% ou moins des valeurs limites lorsqu'on considère la contribution du projet et des conditions actuelles. En ajoutant la concentration initiale, la norme journalière du RAA pour les $PM_{2.5}$ est dépassée (133 %) survenant au niveau du fleuve (carte 4-13). Lorsqu'on prend en compte les récepteurs discrets et sensibles seulement, le projet contribuera à hauteur de 23 % de la norme du RAA au maximum, soit au niveau des résidences le long du fleuve au nord du terminal (tableau 4-29). En ajoutant la concentration initiale, un dépassement est constaté sur quelques résidences directement au nord du terminal.

Dioxyde de soufre (SO_2)

L'impact des navires, remorqueurs et équipements mobiles en lien aux activités du nouveau terminal et des sources actuelles sur les concentrations de SO_2 dans l'air ambiant restera moyennement faible dans le domaine d'applicabilité des normes. La contribution cumulative représente en fait près de 3 fois la contribution du projet seulement, passant d'une contribution équivalente à 8 % de la NCQAA horaire (scénario #1) à 22 % de la NCQAA horaire (scénario #2).

Comme mentionné préalablement, les concentrations mesurées actuellement à la station de qualité de l'air la plus rapprochée du terminal dépassent déjà la NCQAA horaire en raison principalement de l'usine Rio Tinto Fer et Titane. Puisque le terminal sera situé à plus de 5 km de l'usine RTFT, il est vraisemblable que ce niveau de concentration dans l'air ambiant alentour du terminal (où les concentrations calculées sont maximales) soit grandement surestimé. Comme exemple, en utilisant la concentration initiale calculée à partir de mesures d'une station de qualité de l'air de Trois-Rivières également à proximité de sources d'émissions industrielles et de la voie maritime, le dépassement de la NCQAA horaire pour le SO_2 ne serait pas un enjeu (voir tableau 4-26).

Dioxyde d'azote (NO_2)

Le tableau 4-26 suggère le dépassement des normes du RAA horaire et journalier ainsi que la NCQAA horaire. Ces résultats ont été obtenus en considérant l'hypothèse prudente que la totalité des NOx sont émis sous forme de NO_2 à la source (méthode « conversion totale »), ce qui ne représente pas l'actuelle réalité. Dans ce cas de figure, la zone de dépassement de la norme horaire du RAA se limiterait à la périphérie de la zone tampon au sud-ouest du quai et atteindre quelques résidences au nord (carte 4-14) alors que la zone de dépassement de NCQAA horaire s'étendrait sur environ 2 km à l'est et l'ouest du terminal, mais surtout jusqu'à Sorel-Tracy (carte 4-18). Concernant la norme journalière du RAA, celle-ci est plutôt dépassée directement au nord du terminal incluant la résidence la plus rapprochée (carte 4-16).

Afin d'affiner les calculs, le scénario d'émission de NOx a été repris en considérant la méthode OLM avec concentration d'O_3 fixe ou variable (tableau 4-27). Les résultats indiquent une diminution marquée des concentrations horaires passant d'une valeur maximum de 446 $\mu g/m^3$ pour la méthode « conversion totale » à 185 $\mu g/m^3$ ce qui permet d'éliminer les dépassements des normes du RAA (cartes 4-15 et 4-17), mais pas la NCQAA horaire.

Ces résultats ont été obtenus en supposant la présence des navires à quai à toute heure pendant la période d'émission d'avril à décembre, inclusivement, ce qui ne sera évidemment pas le cas. Ainsi, le modèle a été optimisé en implantant un calendrier pour les vraquiers tel que présenté à la section 4.4 et un calendrier pour les navires pétroliers Handysize et Aframax selon les hypothèses suivantes, permettant d'appliquer le taux d'émissions de NOx pour les heures lorsque les navires sont présents au terminal respectif et un taux nul lorsqu'il n'y a pas de navire.

- 130 navires pétroliers Handysize et 20 navires Aframax au maximum entre avril et décembre;
- 1 jour (24 heures) consécutif à quai par navire Handysize et 2 jours (48 h) par navire Aframax;
- Répartition aléatoire entre les journées avec un navire et les journées sans navire.

En appliquant ce calendrier avec la méthode OLM (O_3 variable), la concentration maximale dans le domaine d'applicabilité des normes s'en retrouve toutefois peu affecté (115 vs 132 µg/m³; tableau 4-27). La zone de dépassement se réduit comparativement au cas avec « conversion totale » sans toutefois éliminer les dépassements au niveau des résidences riveraines au nord et au sud (jusqu'à 2 km) du quai (carte 4-19).

Le tableau 4-27 et la carte 4-20 présentent également les résultats pour le cas où tous les vraquiers et navires pétroliers seraient certifiés Tier III exclusivement. Tout comme pour le scénario #1, on peut constater une réduction de l'ordre de 20% de la concentration maximale de NO_2 calculée dans le domaine d'applicabilité des normes passant de 115 à 89 µg/m³. Dans ce cas de figure, la zone de dépassement en incluant la concentration initiale engloberait une partie du fleuve ainsi que le littoral au nord (jusqu'à environ 1 km) et au sud (jusqu'à environ 500 m) du terminal.

Tableau 4-27 Concentrations maximales de NO_2 calculés dans l'air ambiant pour le scénario #2 (cumulatif) développé pour la phase d'exploitation et la méthode de traitement du NO_2

Période d'exposition		Traitement du NO_2 dans le modèle	Contribution maximale du projet (A) (1)		Concentration initiale (B) (2)		Concentration totale (A + B)		Norme (N)
			µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³
1-h	RAA	Conversion totale	446	**108 %**	43	10 %	489	**118 %**	414
		OLM avec O_3 fixe (1)	157	38 %	43	10 %	200	48 %	
		OLM avec O_3 variable (2)	185	45 %	43	10 %	228	55 %	
1-h	NCQAA	Conversion totale	399	**504 %**	53	67 %	452	**572 %**	79 (5)
		OLM avec O_3 fixe (1)	151	**191 %**	53	67 %	204	**258%**	
		OLM avec O_3 variable (2)	132	**167 %**	53	67 %	185	**234 %**	
		OLM avec O_3 variable et application d'un calendrier annuel pour les navires (3)	115	**146 %**	53	67 %	168	**213 %**	
		OLM avec O_3 variable, calendrier annuel et engins Tier III (4)	89	**113 %**	53	67 %	142	**180 %**	
24-h	RAA	Conversion totale	209	**101 %**	23	11 %	232	**112 %**	207
		OLM avec O_3 fixe (1)	122	59 %	23	11 %	145	70 %	
		OLM avec O_3 variable (2)	106	51 %	23	11 %	129	62 %	

Cases grises indiquent un dépassement de la valeur limite.

(1) Méthode OLM « Ozone-limiting method » utilisée avec une concentration horaire d'O_3 fixée à 55 ppb (108 µg/m³).
(2) Méthode OLM utilisée avec des concentrations horaires d'O_3 variables, telles que présentées à la section 2.7.
(3) Méthode précédente tout en considérant l'exploitation des 35 vraquiers selon un calendrier choisi aléatoirement pendant les jours et heures de l'année.
(4) Méthode précédente tout en considérant des navires avec des engins certifiés Tier III exclusivement, contrairement au scénario de base qui considérait des engins certifiés Tier I.
(5) Moyenne triennale du 98e centile annuel des maximums quotidiens des concentrations moyennes sur une heure.

4.5.2 Composés organiques, métaux et autres contaminants

Les concentrations maximales avec et sans concentrations initiales des composés toxiques calculées dans l'air ambiant pour la phase d'exploitation (scénario #2) sont présentées au tableau 4-28. Tout comme pour le scénario #1, les résultats de simulation pour le scénario cumulatif pour la grande majorité de ces contaminants dans le domaine d'applicabilité des normes et critères sont non significatifs (< 5 % de la valeur limite). C'est le cas des HAP et de la plupart des métaux et des COV, à l'exception de certains aldéhydes comme l'acétaldéhyde (38 % du critère sur 4 minutes et 8,4% du critère annuel), le formaldéhyde (18 % de la norme sur 15 minutes), l'acroléine (30 % du critère annuel) et le nickel (6,5% de la norme journalière).

Les émissions de carbone noir (CN) du scénario #2 génèrent des concentrations maximales équivalentes à 104 % du critère du MELCCFP pour le noir de carbone, qui est utilisé comme valeur de comparaison malgré que le CN et le noir de carbone ne soient pas exactement la même chose (ne provenant pas des mêmes sources). Ce résultat est environ 10 fois plus élevé que la concentration maximale calculée pour le scénario #1 en raison principalement du plus grand nombre de navires à quai (150 pétroliers vs. 35 vraquiers) et du fait que les pétroliers sont généralement plus gros. Aucun dépassement n'est toutefois constaté pour les récepteurs discrets et sensibles (tableau 4-29), hormis en ajoutant la concentration initiale qui dépasse déjà ce critère.

4.5.3 Odeurs

Les résultats traitant du niveau d'odeurs lié aux gaz d'échappement des moteurs diesels des navires, camions et équipements mobiles sont présentés au tableau 4-28. Par exemple, le 98e centile des concentrations d'odeur sur 4 minutes le plus élevé dans le domaine d'applicabilité des normes et critères est de 4,8 u.o./m^3 et de 4,5 u.o./m^3 au récepteur discret le plus impacté situé dans la zone industrialo-portuaire (tableau 4-29), indicatif du fait que le niveau d'odeurs est surtout influencé par le passage des véhicules sur la route Marie-Victorin où la résidence est située. Un dépassement du critère est également calculé pour les résidences riveraines directement au nord du terminal et qui sont également situées le long de la route Marie-Victorin. La carte 4-21 illustre la répartition du 98e centile des concentrations sur 4 minutes dans le domaine de simulation illustrant plus précisément la zone de dépassement potentiel.

4.5.4 Retombés de poussières

Le calcul des dépôts de poussières n'a pas été réalisé pour le scénario #2 puisque les sources additionnelles de PM_T en lien aux conditions actuelles sont des particules fines seulement (gaz d'échappement). Les résultats des dépôts de poussières du scénario cumulatif sont donc équivalents aux résultats obtenus pour le scénario #1 (exploitation du projet).

Tableau 4-28 Sommaire des concentrations maximales des contaminants toxiques calculées dans l'air ambiant pour le scénario #2 (cumulatif) développé pour la phase d'exploitation

Contaminants	Période d'exposition		Contribution maximale du projet (A) (1)		Concentration initiale (B) (2)		Concentration totale (A + B)		Valeur limite (N)
			µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³
Composés organiques volatils (COV)									
1,3-butadiène	4-min	Critère	0,036	0,010 %	2,0	0,57 %	2,0	0,58 %	352
	an	Critère	0,00067	0,13 %	0,14	28 %	0,14	28 %	0,50
Acétaldéhyde	4-min (99e)	Critère	1,1	38 %	0	0 %	1,1	38 %	3,0
	annuel	Critère	0,042	8,4 %	0	0 %	0,042	8,4 %	0,50
Acroléine	4-min (3)	Critère	0,45	5,4 %	0	0 %	0,45	5,4 %	8,3
	Annuel	Critère	0,0061	30 %	0	0 %	0,0061	30 %	0,020
Benzène	24-h	RAA	0,064	0,64 %	3,0	30 %	3,1	31 %	10
Éthylbenzène	4-min	RAA	0,49	0,066 %	140	19 %	140	19 %	740
	annuel	RAA	0,0068	0,0034 %	3,0	1,5 %	3,0	1,5 %	200
Formaldéhyde	15-min	RAA	6,8	18 %	3,0	8,1 %	10	27 %	37
Isooctane	1-h	Critère	0,18	0,0051 %	0	0 %	0,18	0,0051 %	3 500
	annuel	Critère	0,0058	0,0017 %	0	0 %	0,0058	0,0017 %	350
n-Hexane	4-min	RAA	0,23	0,0044 %	140	2,6 %	140	2,6 %	5 300
	annuel	RAA	0,0035	0,0025 %	3,0	2,1 %	3,0	2,1 %	140
Propionaldéhyde	4-min (3)	Critère	0,23	1,2 %	10	50 %	10	51 %	20
Styrène	1-h (3)	RAA	0,022	0,015 %	0	0 %	0,022	0,015 %	150
Toluène	4-min	RAA	1,3	0,22 %	260	43 %	261	44 %	600
Xylène (o,m,p)	4-min	RAA	3,7	1,1 %	150	43 %	154	44 %	350
	annuel	RAA	0,051	0,26 %	8,0	40 %	8,1	40 %	20
Métaux									
Antimoine (Sb)	annuel	RAA	$2,5 \times 10^{-4}$	0,15 %	0,0070	4,1 %	0,0072	4,3 %	0,17
Arsenic (As)	annuel	RAA	$1,2 \times 10^{-5}$	0,39 %	0,0020	67 %	0,0020	67 %	0,0030
Béryllium (Be)	annuel	RAA	$2,4 \times 10^{-7}$	0,059 %	0	0 %	$2,4 \times 10^{-7}$	0,059 %	0,00040
Cadmium (Cd)	annuel	RAA	$9,5 \times 10^{-5}$	2,6 %	0,0030	83 %	0,0031	86 %	0,0036
Chrome trivalent Cr(III)	annuel	RAA	$5,5 \times 10^{-5}$	0,055 %	0,010	10 %	0,010	10 %	0,10
Chrome hexavalent Cr(VI)	annuel	RAA	$1,3 \times 10^{-8}$	0,00033 %	0,0020	50 %	0,0020	50 %	0,0040

Cases grisées indiquent un dépassement de la valeur limite.

(1) Concentration maximale calculée à l'extérieur de la zone industrialo-portuaire et de la zone tampon de 300 m au-delà du terminal maritime sur le fleuve sur la période de simulation.

(2) Concentration initiale comme établi à la section 2.6.5.

(3) La contribution du projet représente la concentration maximale calculée dans le domaine d'applicabilité des critères et non pas le 99e centile (ou 98e centile pour le styrène) des résultats sur 4 minutes (ou 1 heure) tels que spécifiés par le MELCCFP.

Tableau 4-28 Sommaire des concentrations maximales des contaminants toxiques calculés dans l'air ambiant pour le scénario #2 (cumulatif) développé pour la phase d'exploitation (suite)

Contaminants	Période d'exposition		Contribution maximale du projet (A) [1]		Concentration initiale (B) [2]		Concentration totale (A + B)		Valeur limite (N)
			µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³	% N	µg/m³
Métaux									
Cobalt (Co)	annuel	Critère	2.,6 x 10^{-5}	0,026 %	0	0 %	2,6 x 10^{-5}	0,026 %	0,10
Manganèse (Mg)	annuel	Critère	4,0 x 10^{-6}	0,016 %	0,020	80 %	0,020	80 %	0,025
Mercure (Hg)	annuel	RAA	3,5 x 10^{-8}	0,00071 %	0,0020	40 %	0,0020	40 %	0,0050
Nickel (Ni)	24-h	RAA	4.5 x 10^{-3}	6,5 %	0,0050	7,1 %	0,0095	14 %	0,070
Nickel (Ni)	annuel	RAA	2.8 x 10^{-4}	1,4 %	0,0020	10 %	0,0023	11 %	0,020
Plomb (Pb)	24-h	RAA	5.0 x 10^{-5}	0,050 %	0,025	25 %	0,025	25 %	0,10
Sélénium (Se)	1-h	Critère	5.5 x 10^{-8}	< 0,0001 %	0,15	7,5 %	0,15	7,5 %	2,0
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et autres									
Benzo(a)pyrène	annuel	RAA	1,7 x 10^{-6}	0,19 %	0,00030	33 %	0,00030	34 %	0,00090
Naphtalène	4-min	RAA	1,0	0,51 %	5,0	2,5 %	6,0	3,0 %	200
	annuel	RAA	0,018	0,59 %	0	0 %	0,018	0,59 %	3,0
Pyrène	annuel	Critère	2,8 x 10^{-5}	0,00022 %	0	0 %	0,000028	0,00022	13
HAP totaux (en BaPET)	annuel	Critère	2,6 x 10^{-5}	1,1 %	0,0014	58 %	0,0014	59 %	0,0024
HAP alkylés totaux	annuel	s. o.	0,046	s. o.	s. o.	s. o.	0,046	s. o.	s. o.
HAP oxygénés totaux	annuel	s. o.	0,043	s. o.	s. o.	s. o.	0,043	s. o.	s. o.
HAP nitrés totaux	annuel	s. o.	0,027	s. o.	s. o.	s. o.	0,027	s. o.	s. o.
D&F totaux (éq 2,3,7,8-T4CDD)	annuel	RAA	2,2 x 10^{-9}	3,6 %	4,0 x 10^{-8}	67 %	4,2 x 10^{-8}	70 %	6,0 x 10^{-8}
BPC totaux	annuel	Critère	1,7 x 10^{-7}	0,048 %	0,00032	92 %	0,00032	92 %	3,5 x 10^{-4}
Dibenzothiophène (DBT)	annuel	s. o.	2,3 x 10^{-4}	s. o.	s. o.	s. o.	2,3 x 10^{-4}	s. o.	s. o.
Matière particulaire diesel	annuel	s. o.	0,41	s. o.	0,45	s. o.	0,86	s. o.	s. o.
Carbone noir (CN)	annuel	s. o.	0,31	**104 %**	0,35	**117 %**	0,66	**220 %**	0,30
Odeurs (u.o.)	4-min	Critère	4,8	**483 %**	s. o.	s. o.	4,8	**483 %**	1,0
	4-min	Critère	7,0	**140 %**	s. o.	s. o.	7,0	**140 %**	5,0

Cases grises indiquent un dépassement de la valeur limite.

(1) Concentration maximale calculée à l'extérieur de la zone industrielle et de la zone tampon de 300 m au-delà du terminal maritime sur le fleuve sur la période de simulation.

(2) Concentration initiale comme établi à la section 2.6.5.

Tableau 4-29 Sommaire des concentrations maximales (µg/m³) pour certains composés aux récepteurs discrets et sensibles liés au scénario #2 (cumulatif)

Secteur ou récepteur	PM_T	PM_T	$PM_{2.5}$	Carbone noir
	24-h (RAA)	24-h (RAA)	24-h (RAA)	Annuel (MELCCFP)
	Sans déposition sèche	Avec déposition sèche		
Valeur limite (µg/m³)	**120**	**120**	**30**	**0,30**
Concentration initiale (µg/m³)	**77**	**77**	**24**	**0,35**
Contribution du projet seulement aux récepteurs discrets				
Pire récepteur dans le domaine	**205**	107	16	**0,31**
Résidences le long du fleuve au nord du terminal	67	38	7,0	0,23
Résidences situées dans la zone industrielle	86	45	5,8	0,15
Résidences le long du fleuve au sud du terminal	36	20	4,0	0,061
Quartier de Tracy (point le plus rapproché)	9,4	4,3	0,93	0,011
Côte Ouest du fleuve Saint-Laurent	17	7,7	1,3	0,0075
Contribution du projet seulement aux récepteurs sensibles				
École primaire Enfants-Jésus	4,2	1,8	0,44	0,0078
École secondaire Bernard-Gariépy	4,6	1,8	0,39	0,0079
CÉGEP de Sorel-Tracy	6,3	2,6	0,54	0,010
CPE La Marelle	8,3	3,4	0,72	0,012
Résidences pour ainés Marquis de Tracy	8,1	3,3	0,70	0,012
Contribution du projet aux récepteurs discrets + concentration initiale				
Pire récepteur dans le domaine	**282**	**184**	**40**	**0,66**
Résidences le long du fleuve au nord du terminal	**144**	115	**31**	**0,58**
Résidences situées dans la zone industrielle	**163**	**122**	29,8	**0,50**
Résidences le long du fleuve au sud du terminal	113	97	28	**0,41**
Quartier de Tracy (point le plus rapproché)	86	81	25	**0,36**
Côte Ouest du fleuve Saint-Laurent	94	85	25	**0,36**
Contribution du projet aux récepteurs sensibles + concentration initiale				
École primaire Enfants-Jésus	81	79	24	**0,36**
École secondaire Bernard-Gariépy	82	79	24	**0,36**
CÉGEP de Sorel-Tracy	83	80	24	**0,36**
CPE La Marelle	85	80	25	**0,36**
Résidences pour ainés Marquis de Tracy	85	80	25	**0,36**

Cases grises indiquent un dépassement de la valeur limite.

Tableau 4-29 Sommaire des concentrations maximales (µg/m³) pour certains composés aux récepteurs discrets et sensibles liés au scénario #2 (cumulatif) (suite)

Secteur ou récepteur	NO_2 1-h (RAA) Conversion totale	NO_2 1-h (RAA) OLM (1)	NO_2 24-h (RAA) Conversion totale	NO_2 24-h (RAA) OLM (1)
Valeur limite (µg/m³)	**414**	**414**	**207**	**207**
Concentration initiale (µg/m³)	**43**	**43**	**23**	**23**
Contribution du projet seulement aux récepteurs discrets				
Pire récepteur dans le domaine	**446**	185	**209**	106
Résidences le long du fleuve au nord du terminal	408	146	189	92
Résidences situées dans la zone industrielle	332	140	143	65
Résidences le long du fleuve au sud du terminal	233	102	79	43
Quartier de Tracy (point le plus rapproché)	77	66	12	11
Côte Ouest du fleuve Saint-Laurent	167	95	21	12
Contribution du projet seulement aux récepteurs sensibles				
École primaire Enfants-Jésus	81	58	7,9	7,1
École secondaire Bernard-Gariépy	66	52	10	8.9
CÉGEP de Sorel-Tracy	82	64	12	11
CPE La Marelle	82	60	18	16
Résidences pour ainés Marquis de Tracy	76	56	16	14
Contribution du projet aux récepteurs discrets + concentration initiale				
Pire récepteur dans le domaine	**489**	228	**232**	129
Résidences le long du fleuve au nord du terminal	**451**	189	**212**	115
Résidences situées dans la zone industrielle	375	183	166	88
Résidences le long du fleuve au sud du terminal	276	145	102	66
Quartier de Tracy (point le plus rapproché)	120	109	35	34
Côte ouest du fleuve Saint-Laurent	210	138	44	35
Contribution du projet aux récepteurs sensibles + concentration initiale				
École primaire Enfants-Jésus	124	101	31	30
École secondaire Bernard-Gariépy	109	95	33	32
CÉGEP de Sorel-Tracy	125	107	35	34
CPE La Marelle	125	103	41	39
Résidences pour ainés Marquis de Tracy	119	99	39	37

Cases grises indiquent un dépassement de la valeur limite.

(1) Simulation réalisée en utilisant la méthode OLM avec concentration d'O_3 variable.

Tableau 4-29 Sommaire des concentrations maximales (µg/m³) pour certains composés aux récepteurs discrets et sensibles liés au scénario #2 (cumulatif) (suite)

Secteur ou récepteur	NO_2 1-h (NCQAA) Conversion totale	NO_2 1-h (NCQAA) OLM + calendrier (1)	NO_2 An (NCQAA) Conversion totale	Odeurs 4-min (Critère) 98e centile
Valeur limite (µg/m³)	**79**	**79**	**23**	**1,0 u.o.**
Concentration initiale (µg/m³)	**53**	**53**	**8,2**	**0 u.o.**
Contribution du projet seulement aux récepteurs discrets				
Pire récepteur dans le domaine	**399**	**115**	13	**4,8**
Résidences le long du fleuve au nord du terminal	**382**	113	10	**3,3**
Résidences situées dans la zone industrielle	**310**	103	6.8	**4,5**
Résidences le long du fleuve au sud du terminal	**194**	87	3,0	0,84
Quartier de Tracy (point le plus rapproché)	54	29	0,53	0,47
Côte Ouest du fleuve Saint-Laurent	**110**	57	0,34	0,15
Contribution du projet seulement aux récepteurs sensibles				
École primaire Enfants-Jésus	43	25	0,37	0,18
École secondaire Bernard-Gariépy	39	21	0,37	0,17
CÉGEP de Sorel-Tracy	37	23	0,46	0,24
CPE La Marelle	50	31	0,57	0,26
Résidences pour ainés Marquis de Tracy	46	28	0,54	0,25
Contribution du projet aux récepteurs discrets + concentration initiale				
Pire récepteur dans le domaine	**452**	**168**	21	**4,8**
Résidences le long du fleuve au nord du terminal	**435**	**166**	18	**3,3**
Résidences situées dans la zone industrielle	**363**	**156**	15	**4,5**
Résidences le long du fleuve au sud du terminal	**247**	**140**	11	0,84
Quartier de Tracy (point le plus rapproché)	**107**	**82**	8,7	0,47
Côte Ouest du fleuve Saint-Laurent	**163**	**110**	8,5	0,15
Contribution du projet aux récepteurs sensibles + concentration initiale				
École primaire Enfants-Jésus	**96**	78	8,6	0,18
École secondaire Bernard-Gariépy	**92**	74	8,6	0,17
CÉGEP de Sorel-Tracy	**90**	76	8,7	0,24
CPE La Marelle	**103**	**84**	8,8	0,26
Résidences pour ainés Marquis de Tracy	**99**	**81**	8,7	0,25

Cases grises indiquent un dépassement de la valeur limite.

(1) Simulation réalisée en utilisant la méthode OLM avec concentration d'O_3 variable et l'application d'un calendrier pour les 35 vraquiers et 150 navires pétroliers de Kildair annuellement.

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V

Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V

Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M

Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sorel-Tracy, V

Sainte-Victoire-de-Sorel, M
Sorel-Tracy, V

Fleuve Saint-Laurent

Rivière Richelieu

Voir agrandissement

85 90 100 120 200 300

R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R37 R38

138 30 132 223 133

École Enfant-Jésus

CPE La Marelle

Résidence pour aînés Marquis de Tracy

Cégep Sorel-Tracy

École secondaire Bernard-Gariépy

Agrandissement

Quai projeté

Quai de Kildair Service Ltée

Route Marie-Victorin

0 150 300 m

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Source ponctuelle
- Vraquiers et navire pétroliers en mouvement accompagné de 2 remorqueurs
- Source volumique
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

- 85 — Concentrations maximales calculées (µg/m³)
- 120 — Concentrations maximales calculées (µg/m³) dépassant la norme du RAA

Norme du RAA : 120 µg/m³
Concentration initiale : 77 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales maximales journalières de PM_T (µg/m³) calculées dans l'air ambiant lors de la phase d'exploitation (scénario #2) sans la déposition sèche

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-11-PMtexploit_S2_sans-241215-01.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024 | **Carte 4-11**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C4-11-PMtexploit_S2_sans-241215-01.mxd

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500

330 000

332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V

Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V

Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sorel-Tracy, V

Saint-Victor-de-Sorel, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M

Lanoraie, M
Sorel-Tracy, V

Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sorel-Tracy, V

Fleuve Saint-Laurent

Rivière Richelieu

Voir agrandissement

Agrandissement

Quai projeté

Quai de Kildair Service Ltée

Route Marie-Victorin

0 150 300 m

R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R31 R32 R33 R34 R35 R36 R37 R38

80 85 100 120 150 250

138 30 132 223 133

École Enfant-Jésus

CPE La Marelle

Résidence pour aînés Marquis de Tracy

Cégep Sorel-Tracy

École secondaire Bernard-Gariépy

N

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Source ponctuelle
- Vraquiers et navire pétroliers en mouvement accompagné de 2 remorqueurs
- Source volumique
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

- —80— Concentrations maximales calculées (µg/m³)
- —120— Concentrations maximales calculées (µg/m³) dépassant la norme du RAA

Norme du RAA : 120 µg/m³
Concentration initiale : 77 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL

AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales maximales journalières de PM_T (µg/m³) calculées dans l'air ambiant lors de la phase d'exploitation (scénario #2) avec la déposition sèche

Sources :

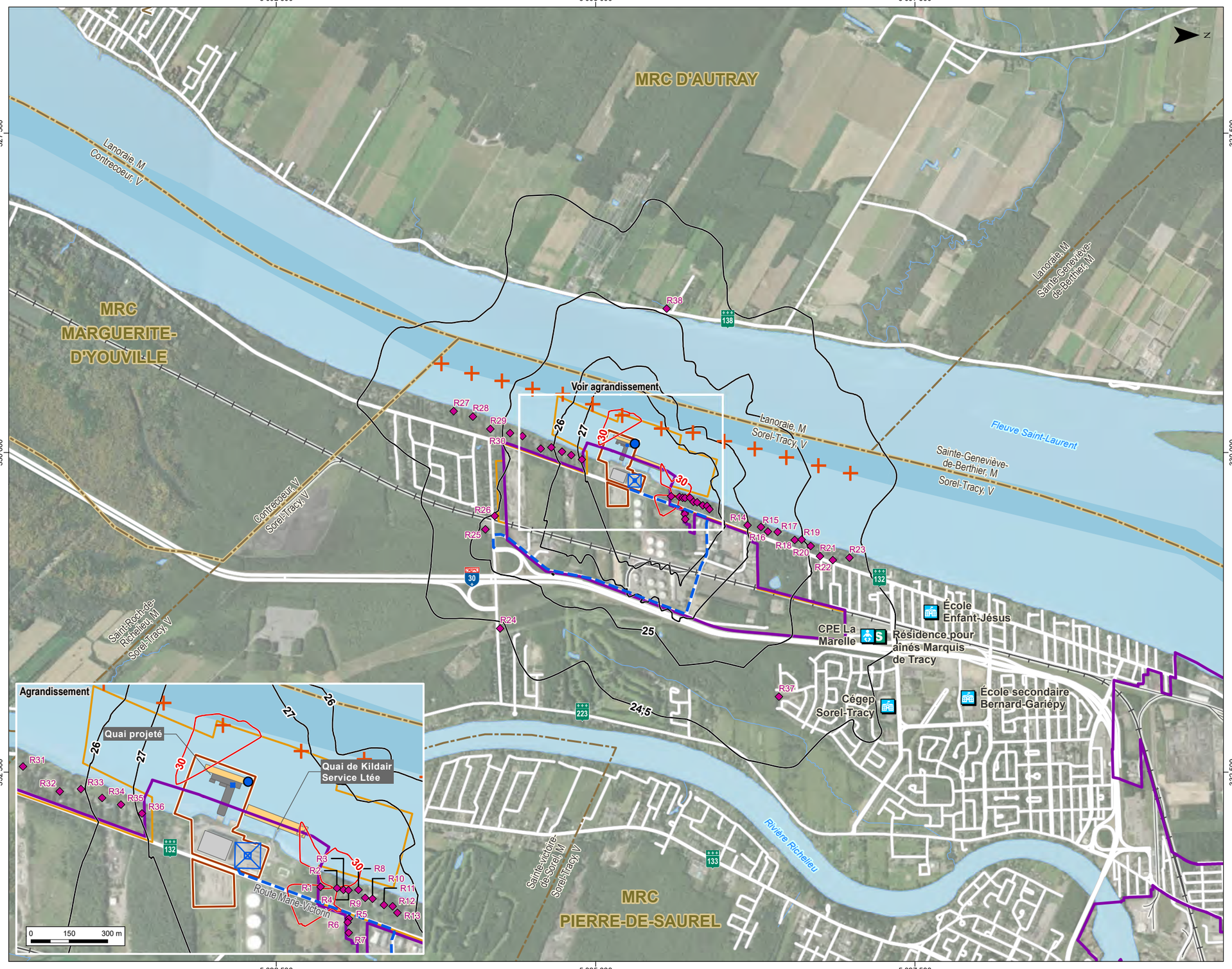
Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-12-PMtexploit_S2_avec-241215-01.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024 | **Carte 4-12**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C4-12-PMtexploit_S2_avec-241215-01.mxd



MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Source ponctuelle
- Vraquiers et navire pétroliers en mouvement accompagné de 2 remorqueurs
- Source volumique
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

- —26— Concentrations maximales calculées (µg/m³)
- —30— Concentrations maximales calculées (µg/m³) dépassant la norme du RAA

Norme du RAA : 30 µg/m³
Concentration initiale : 24 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales maximales journalières de $PM_{2.5}$ (µg/m³) calculées dans l'air ambiant lors de la phase d'exploitation (scénario #2)

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-13-PM25jexploit_S2-241215-01.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024 | **Carte 4-13**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C4-13-PM25jexploit_S2-241215-01.mxd

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V

Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V

Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sorel-Tracy, V

Saint-Victoire-de-Sorel, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M

Lanoraie, M
Sorel-Tracy, V

Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sorel-Tracy, V

Fleuve Saint-Laurent

Rivière Richelieu

100 150 200 250 300

R38 R27 R28 R29 R30 R26 R25 R24 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R37 R31 R32 R33 R34 R35 R36 R3 R2 R1 R4 R9 R8 R10 R11 R12 R13 R5 R6 R7

414

Voir agrandissement

138 30 132 223 133

École Enfant-Jésus

CPE La Marelle

Résidence pour aînés Marquis de Tracy

Cégep Sorel-Tracy

École secondaire Bernard-Gariépy

Agrandissement

Quai projeté

Quai de Kildair Service Ltée

Route Marie-Victorin

0 150 300 m

N

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Source ponctuelle
- Vraquiers et navire pétroliers en mouvement accompagné de 2 remorqueurs
- Source volumique
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

- —100— Concentrations maximales calculées (µg/m³)
- —414— Concentrations maximales calculées (µg/m³) dépassant la norme du RAA

Norme du RAA : 414 µg/m³
Concentration initiale : 43 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales maximales horaires de NO_2 (µg/m³) calculées dans l'air ambiant selon la méthode « conversion totale » lors de la phase d'exploitation (scénario #2) pour comparaison avec la norme du RAA

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-14-N02hexploit_S2_ct-241215-01.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024 | **Carte 4-14**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C4-14-N02hexploit_S2_ct-241215-01.mxd

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V

Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V

Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M

Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sorel-Tracy, V

Sainte-Victoire-de-Sorel, M
Sorel-Tracy, V

Fleuve Saint-Laurent

Rivière Richelieu

90 110 130 140 160

R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R31 R32 R33 R34 R35 R36 R37 R38

Voir agrandissement

138 30 132 223 133

École Enfant-Jésus

CPE La Marelle

Résidence pour aînés Marquis de Tracy

Cégep Sorel-Tracy

École secondaire Bernard-Gariépy

Route Marie-Victorin

Agrandissement

Quai projeté

Quai de Kildair Service Ltée

0 150 300 m

N

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Source ponctuelle
- Vraquiers et navire pétroliers en mouvement accompagné de 2 remorqueurs
- Source volumique
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

—110— Concentrations maximales calculées (µg/m³)

Norme du RAA : 414 µg/m³
Concentration initiale : 43 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales maximales horaires de NO_2 (µg/m³) calculées dans l'air ambiant selon la méthode OLM avec concentrations d'O_3 variables lors de la phase d'exploitation (scénario #2) pour comparaison avec la norme du RAA

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-15-N02hexploit_S2_OLM-241215-01.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024 | **Carte 4-15**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C4-15-N02hexploit_S2_OLM-241215-01.mxd

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V

Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V

Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sorel-Tracy, V

Saint-Victor-de-Sorel, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M

Lanoraie, M
Sorel-Tracy, V

Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sorel-Tracy, V

Fleuve Saint-Laurent

Rivière Richelieu

Voir agrandissement

R38 R27 R28 R29 R30 R26 R25 R24 R14 R15 R17 R16 R19 R18 R20 R21 R22 R23 R37

138 30 223 132 133

École Enfant-Jésus

CRE La Marelle

Résidence pour aînés Marquis de Tracy

Cégep Sorel-Tracy

École secondaire Bernard-Gariépy

50 40 30 20 10 70 120 207

Agrandissement

Quai projeté

Quai de Kildair Service Ltée

R31 R32 R33 R34 R35 R36 R3 R2 R1 R4 R8 R10 R11 R9 R12 R5 R13 R6 R7

Route Marie-Victorin

0 150 300 m

N

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Source ponctuelle
- Vraquiers et navire pétroliers en mouvement accompagné de 2 remorqueurs
- Source volumique
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

- —50— Concentrations maximales calculées (µg/m³)
- —207— Concentrations maximales calculées (µg/m³) dépassant la norme du RAA

Norme du RAA : 207 µg/m³
Concentration initiale : 23 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales maximales journalières de NO_2 (µg/m³) calculées dans l'air ambiant selon la méthode « conversion totale » lors de la phase d'exploitation (scénario #2)

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-16-N02jexploit_S2_ct-241215-01.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024 | **Carte 4-14**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C4-16-N02jexploit_S2_ct-241215-01.mxd

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V

Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V

Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sorel-Tracy, V

Saint-Victor-de-Sorel, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M

Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sorel-Tracy, V

Fleuve Saint-Laurent

Rivière Richelieu

Voir agrandissement

Agrandissement

Quai projeté

Quai de Kildair Service Ltée

Route Marie-Victorin

0 150 300 m

R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R31 R32 R33 R34 R35 R36 R37 R38

30 40 50 70 100

138 30 132 223 133

École Enfant-Jésus

CPE La Marelle

Résidence pour aînés Marquis de Tracy

Cégep Sorel-Tracy

École secondaire Bernard-Gariépy

N

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Source ponctuelle
- Vraquiers et navire pétroliers en mouvement accompagné de 2 remorqueurs
- Source volumique
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

—50— Concentrations maximales calculées (µg/m³)

Norme du RAA : 207 µg/m³
Concentration initiale : 23 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL

AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales maximales journalières de NO_2 (µg/m³) calculées dans l'air ambiant selon la méthode OLM avec concentrations d'O_3 variables lors de la phase d'exploitation (scénario #2)

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-17-N02jexploit_S2_OLM-241215-01.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024 | **Carte 4-17**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C4-17-N02jexploit_S2_OLM-241215-01.mxd

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V

Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V

Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sorel-Tracy, V

Saint-Victor-de-Sorel, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M

Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sorel-Tracy, V

Fleuve Saint-Laurent

Rivière Richelieu

Route Marie-Victorin

Voir agrandissement

Agrandissement

Quai projeté

Quai de Kildair Service Ltée

0 150 300 m

79 90 120 180 260 330

R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R31 R32 R33 R34 R35 R36 R37 R38

30 132 138 223 132 133

École Enfant-Jésus

CPE La Marelle

Résidence pour aînés Marquis de Tracy

Cégep Sorel-Tracy

École secondaire Bernard-Gariépy

N

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Source ponctuelle
- Vraquiers et navire pétroliers en mouvement accompagné de 2 remorqueurs
- Source volumique
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

- 79 — Concentrations maximales calculées (µg/m³) dépassant le NCQAA

NCQAA (2025) : 79 µg/m³
Concentration initiale : 53 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL

AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales horaires de NO_2 (µg/m³) calculées dans l'air ambiant selon la méthode « conversion totale » lors de la phase d'exploitation (scénario #2) pour comparaison avec la NCQAA

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-18-NO2hexploit_S2_NCQAA-241215-01.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024

Carte 4-18

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C4-18-NO2hexploit_S2_NCQAA-241215-01.mxd

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V
Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V
Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sorel-Tracy, V
Lanoraie, M
Sorel-Tracy, V
Lanoraie, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sorel-Tracy, V
Saint-Victorin-de-Sorel, M
Sorel-Tracy, V

Fleuve Saint-Laurent
Rivière Richelieu

70 79 90 120 140 160

Voir agrandissement

R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R37 R38

École Enfant-Jésus
CPE La Marelle
Résidence pour aînés Marquis de Tracy
Cégep Sorel-Tracy
École secondaire Bernard-Gariépy

Agrandissement

Quai projeté
Quai de Kildair Service Ltée
Route Marie-Victorin

R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 R31 R32 R33 R34 R35 R36

0 150 300 m

N

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Source ponctuelle
- Vraquiers et navire pétroliers en mouvement accompagné de 2 remorqueurs
- Source volumique
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

- —70— Concentrations maximales calculées (µg/m³)
- —79— Concentrations maximales calculées (µg/m³) dépassant le NCQAA

NCQAA (2025) : 79 µg/m³
Concentration initiale : 53 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales horaires de NO_2 (µg/m³) calculées dans l'air ambiant selon la méthode OLM avec concentrations d'O_3 variables et l'application d'un calendrier spécifique pour les navires lors de la phase d'exploitation (scénario #2) pour comparaison avec la NCQAA

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-19-NO2hexploit_S2_nav-241215-01.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024 | **Carte 4-19**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C4-19-NO2hexploit_S2_nav-241215-01.mxd

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Saint-Roch-de-Richelieu, M
Saint-Victor-de-Sorel, M

Fleuve Saint-Laurent
Rivière Richelieu

60 65 90 105 120 79

R25 R26 R27 R28 R29 R30 R31 R32 R33 R34 R35 R36 R37 R38 R24 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23

Voir agrandissement

Agrandissement

Quai projeté

Quai de Kildair Service Ltée

Route Marie-Victorin

R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13

0 150 300 m

École Enfant-Jésus

CPE La Marelle

Résidence pour aînés Marquis de Tracy

Cégep Sorel-Tracy

École secondaire Bernard-Gariépy

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Source ponctuelle
- Vraquiers et navire pétroliers en mouvement accompagné de 2 remorqueurs
- Source volumique
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

- 60 — Concentrations maximales calculées (µg/m³)
- 79 — Concentrations maximales calculées (µg/m³) dépassant le NCQAA

NCQAA (2025) : 79 µg/m³
Concentration initiale : 53 µg/m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

Concentrations totales horaires de NO_2 (µg/m³) calculées dans l'air ambiant selon la méthode OLM avec concentrations d'O_3 variables et l'application d'un calendrier spécifique pour des navires certifiés Tier III lors de la phase d'exploitation (scénario #2) pour comparaison avec la NCQAA

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-20-NO2hexploit_S2_TierIII-241215-01.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024 | **Carte 4-20**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C4-20-NO2hexploit_S2_TierIII-241215-01.mxd

5 092 500 5 095 000 5 097 500

327 500 330 000 332 500

MRC D'AUTRAY

MRC MARGUERITE-D'YOUVILLE

MRC PIERRE-DE-SAUREL

Lanoraie, M
Contrecoeur, V

Contrecoeur, V
Sorel-Tracy, V

Saint-Roch-de-Richelieu, M
Sorel-Tracy, V

Lanoraie, M
Sainte-Geneviève-de-Berthier, M

Lanoraie, M
Sorel-Tracy, V

Sainte-Geneviève-de-Berthier, M
Sorel-Tracy, V

Sainte-Victoire-de-Sorel, V
Sorel-Tracy, V

Fleuve Saint-Laurent

Rivière Richelieu

Route Marie-Victorin

0,08

0,15

0,3

0,5

1

R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R10 R11 R12 R13 R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21 R22 R23 R24 R25 R26 R27 R28 R29 R30 R31 R32 R33 R34 R35 R36 R37 R38

30 132 133 138 223

Voir agrandissement

Agrandissement

Quai projeté

Quai de Kildair Service Ltée

0 150 300 m

École Enfant-Jésus

CPE La Marelle

Résidence pour aînés Marquis de Tracy

Cégep Sorel-Tracy

École secondaire Bernard-Gariépy

MODÉLISATION ATMOSPHÉRIQUE

- Entrepôt du nouveau terminal
- Nouveau quai
- Navire à quai

SOURCES D'ÉMISSIONS

- Source ponctuelle
- Vraquiers et navire pétroliers en mouvement accompagné de 2 remorqueurs
- Source volumique
- Transport routier (volumique linéaire)

ZONES POUR LESQUELLES LES NORMES DU RAA NE SONT PAS APPLICABLES

- Nouveau terminal
- Zone industrialo-portuaire
- Zone tampon de 300 m sur le fleuve

RÉCEPTEURS SENSIBLES

- Résidence

Institutions

- Centre de la petite enfance
- École
- Résidence pour aînés

RÉSULTATS POUR LA CONTRIBUTION DU PROJET, INCLUANT LA CONCENTRATION INITIALE

- –0;15– Concentrations maximales calculées (u.o./m³)
- —1— Concentrations maximales calculées (u.o./m³) dépassant le critère

Critère du MELCCFP : 1,0 u.o./m³
Concentration initiale : 0 u.o./m³

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)

INFRASTRUCTURES

- Chemin de fer
- Route
- Chenal maritime du fleuve Saint-Laurent

QSL AtkinsRéalis

ÉTUDE D'IMPACT
Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent

98e centile de la contribution du projet aux concentrations d'odeurs sur 4 minutes (u.o./m³) calculées dans l'air ambiant lors de la phase d'exploitation (scénario #2)

Sources :

Adresse Québec, MERN Québec, mai 2024
CanVec, 1/50 000, RNCan, 2017
SDA, 1/20 000, MERN Québec, septembre 2023
Voies navigeables du Saint-Laurent, 1/100 000,Pêches et Océans Canada, 2021
MAXAR Image, résolution 31 cm, ESRI, 7 septembre 2022

Projet : 695075
Fichier : 695075-E4-EI-C4-21-98eexploit_S2-241215-01.mxd

0 300 600 m
1/30 000
MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Décembre 2024 | **Carte 4-21**

C:\Users\PAJAJ2\OneDrive - AtkinsRéalis\Bureau\travail\695075_QSL_Sorel_Port_EIE\GEOMATIQUE\interne\diffusion\produits\L08_Modelisation_atmospherique\Finale\695075-E4-EI-C4-21-98eexploit_S2-241215-01.mxd

5. Incertitudes et conclusions

5.1 Analyse des incertitudes

Cette section présente une analyse des incertitudes liées à l'estimation des émissions atmosphériques et aux concentrations de contaminants dans l'air ambiant.

5.1.1 Données du projet

L'identification et l'estimation des émissions atmosphériques du projet requièrent une connaissance détaillée des opérations et des activités génératrices d'émission de contaminants atmosphériques pour chaque phase du projet. Dans son état actuel, le projet de QSL est bien défini et les intrants à cette étude sur la qualité de l'air sont de bonne qualité en termes d'identification des sources d'émissions et de leur intensité. Cela dit, le nombre de vraquiers annuellement pourra être plus faible, mais également quelque peu plus élevé par rapport au nombre maximum probable anticipé par QSL, puisque la marchandise transitant par le terminal pourra évoluer selon les conditions du marché. Les différents matériaux en vrac auront plutôt un impact sur les quantités de poussières générées au quai.

Pour la construction, bien que les principales activités et équipements associés soient identifiés, il demeure que certaines façons de faire ou bien de coordination des équipements en opération pourraient changer selon le choix de l'entrepreneur en construction. Les incertitudes liées aux données de projet sont donc plus importantes pour la construction que pour l'exploitation.

5.1.2 Estimation des émissions

Les facteurs d'émission utilisés pour le calcul des émissions de contaminants par les différents moteurs diesel et des chaudières sur les navires proviennent de sources documentaires reconnues dans le domaine, quoiqu'ils soient normalement représentatifs des émissions pour l'ensemble d'une population de moteurs, pas nécessairement des émissions d'un moteur spécifique. Avec le nombre relativement élevé d'engins diesel utilisés durant la construction et l'exploitation, les facteurs d'émission sont jugés représentatifs dans son ensemble.

Toutefois, des facteurs d'émission pour des navires certifiés Tier I ont été utilisés pour l'ensemble des navires alors qu'en réalité, le niveau de certification est variable selon le navire. Ces facteurs d'émission sont également multipliés avec une puissance effective du moteur et de la chaudière (kW) unique extrait d'un compendium de l'US EPA (2022) pendant son escale à quai pour l'ensemble des navires alors qu'en réalité, cet intrant pourra différer selon le navire. Ceci ajoute une incertitude particulièrement au niveau des contaminants calculés sur une courte durée. Les facteurs d'émission pour les PCA sont aussi plus fiables que pour les composés organiques et les métaux.

Les émissions estimées qui comportent le plus haut degré d'incertitude sont les émissions fugitives de poussières au quai et à la plateforme d'entreposage du sel. Les émissions fugitives de matières particulaires ont été estimées en fonction des caractéristiques du projet et des facteurs d'émission de l'AP-42 pour les routes et les activités de transfert de matériaux. Ces méthodes approximatives sont basées sur des relations empiriques établissant une corrélation moyenne entre les facteurs d'émission et les propriétés des matériaux ou de la surface de la route (teneurs en silt, humidité). En l'absence de données propres au site d'application, tel que les teneurs en silt libre dans les matériaux en vrac et sur la surface des routes pour lesquelles des valeurs ont été assumées dans cette étude, ces méthodes peuvent être qualifiées d'approximatives et représentent ainsi l'ordre de grandeur des émissions, plutôt qu'une estimation précise.

5.1.3 Scénarios d’émission

Dans la définition des scénarios de construction et d’exploitation, quelques hypothèses de pire cas ont été considérées dont l’opération de l’ensemble des équipements en simultanée lors de la phase de construction et d’exploitation sur toute la période de simulation pour l’estimation des concentrations maximales à court terme lors de la construction et de l’exploitation. La variabilité horaire ou journalière des diverses activités lors de la construction ou de l’exploitation du terminal est évidemment bien trop complexe pour pouvoir être intégrée dans le modèle de dispersion. C’est pourquoi une journée typique moyenne avec un navire à quai et en mouvement avec ses remorqueurs d’accompagnant a été considérée dans le scénario de la phase d’exploitation à tous les jours, exception faite des scénarios supplémentaires pour le NO_2 pour lesquels un calendrier spécifique de navires à quai pendant la période d’émissions (avril à décembre) a été considéré. Malgré que l’objectif fût d’affiner le modèle pour la vérification de la NCQAA horaire, le calendrier avec son aspect aléatoire génère ses propres incertitudes.

5.1.4 Modèle de dispersion

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

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

- L’effet des précipitations sur l’atténuation des émissions fugitives de poussières sur les routes, du quai ou de la plateforme d’entreposage du sel est négligé, de même que le phénomène de déposition humide. Cette hypothèse engendre principalement une surestimation des concentrations moyennes annuelles ou des fréquences de concentrations journalières ou horaires élevées.
- L’ajout de concentrations initiales élevées et peu fréquentes aux concentrations maximales simulées, sans savoir si elles surviennent simultanément.

Le modèle AERMOD ne peut traiter spécifiquement de la dispersion atmosphérique au-dessus d’un plan d’eau et près de la bordure du littoral, certains effets d’un plan d’eau sont toutefois considérés par le processeur météorologique AERMET par le biais des paramètres de surface (rugosité, albédo, rapport de Bowen). Tel que mentionné à la section 2.1, l’usage d’un modèle plus avancé aurait pu être considéré pour mieux représenter le plan d’eau, mais faute de données spécifiques, la performance attendue du modèle avancé ne serait pas meilleure que celle d’AERMOD. Finalement, il n’y a pas de plan d’eau entre les sources et les récepteurs sensibles, ce qui permet de considérer que la présence du plan d’eau n’a finalement pas tant d’importance dans l’analyse.

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

5.1.5 Concentrations initiales

Les concentrations initiales sont ajoutées aux résultats de simulation. Elles servent à représenter la qualité de l'air avant ou sans le projet et en quelque sorte les impacts de l'ensemble des sources locales et régionales externes au projet. Quelques hypothèses prudentes sont inhérentes à une telle façon de procéder :

- L'ajout de concentrations initiales élevées et peu fréquentes aux concentrations maximales simulées, sans savoir si elles surviennent simultanément.
- Les concentrations initiales sont basées sur des données historiques passées. Pour certains contaminants comme les $PM_{2.5}$ et NO_2, il est raisonnable de s'attendre à ce que les concentrations initiales diminuent dans le futur, principalement en raison de la réglementation.

5.2 Conclusions

5.2.1 Phase de construction

Les résultats de simulations pour la phase de construction incluant les concentrations initiales ont démontré le respect des NCQAA, des normes du RAA et des critères du MELCCFP à tout endroit dans le domaine de simulation (à l'extérieur des zones d'exclusion) ce qui inclut l'ensemble des résidences à proximité du nouveau terminal et les récepteurs sensibles les plus rapprochés pour tous les contaminants étudiés à l'exception :

- du NCQAA horaire pour le SO_2;
- du NCQAA horaire pour le NO_2;
- des valeurs guides journalière et annuelle de l'OMS pour les PM_{10};
- le critère du MELCCFP pour le carbone noir.

Pour le SO_2, le dépassement est causé par la concentration initiale calculée selon la représentation statistique de la NCQAA (moyenne triennale des 99e centiles annuels des concentrations horaires) à partir des mesures de la station Saint-Jean-de-Sorel à environ 6 km du nouveau terminal entre 2021 et 2023. Les conditions actuelles à cet endroit (270 µg/m³) dépassent déjà la NCQAA (170 µg/m³) de 59% en raison principalement des installations industrielles à proximité. Par exemple, l'usine de Rio Tinto Fer et Titane située en périphérie de la station aurait émis un total de 2 526 tonnes de SO_2 en 2022 alors que l'autre grand émetteur de SO_2 de la région (Arcelor Mittal avec seulement 89 tonnes en 2022) est situé à l'opposé à Contrecœur.

Les autres sources de SO_2 du secteur peuvent comprendre les navires en circulation sur la voie maritime et les véhicules sur le réseau routier, quoique pour ces derniers la concentration de soufre dans les carburants automobiles est déjà fortement réglementée au Canada. Il en est de même pour les navires dont le carburant doit respecter un maximum de 1 000 ppm de soufre pour cette zone de réglementation des émissions de polluants. D'ailleurs, un impact des émissions de ces navires sur les concentrations ambiantes de SO_2 au niveau du littoral est fort probablement limité en raison de la distance (±500 m). Une autre station de qualité de l'air mesurant le SO_2 (Trois-Rivières Cap-de-la-Madeleine) située à moins de 1 km de la voie maritime présente selon des données récentes une moyenne triennale des 99e centiles annuels des concentrations horaires de 56 µg/m³ (ou 33% de la NCQAA horaire), soit une valeur quatre fois plus faible que celle calculée pour la station Saint-Jean-de-Sorel.

Puisque le terminal sera situé à plus de 5 km de Rio Tinto Fer et Titane, il est vraisemblable que le niveau de concentration du SO_2 dans l'air ambiant autour du terminal (où les concentrations calculées sont maximales) devrait s'approcher plus de celles obtenues à la station Trois-Rivières Cap-de-la-Madeleine que celles de la station Saint-Jean-de-Sorel. De plus, il est important de rappeler que l'impact des activités de construction sur la concentration de SO_2 existante restera faible, ajoutant moins de 4% de la NCQAA à tout endroit dans le domaine de simulation.

Pour le NO_2, le dépassement de la NCQAA horaire s'étend au-delà de la zone d'exclusion à différents niveaux selon la méthode de conversion du NO en NO_2 utilisé dans le modèle, comme suit :

- Conversion totale du NO en NO_2 à la source : zone de dépassement potentiel s'étendant sur le fleuve jusqu'à la rive ouest ainsi qu'à plus de 1 km au nord le long du littoral et au sud atteignant la partie nord du quartier Les Grèves. Deux récepteurs sensibles (CPE et résidence pour personnes ainées) sont compris dans cette zone.
- Conversion partielle du NO en NO_2 selon la méthode OLM en utilisant des concentrations horaires d'O_3 variables : la zone de dépassement potentiel est légèrement réduite comprenant une plus petite portion du fleuve et du littoral au nord et au sud. Les deux récepteurs sensibles sont toutefois exclus de la zone de dépassement.

Les résultats ci-dessus proviennent d'un scénario d'émissions considérant un mélange d'équipements mobiles hors route certifiés Tier 2, 3 et 4. Dans l'éventualité où tous les équipements mobiles seraient certifiés Tier 4, la contribution maximale du projet diminuerait ce qui ne serait pas suffisant pour éliminer le potentiel de dépassement dans le domaine d'applicabilité des normes (sur le fleuve) ainsi que pour les résidences affectées le long du littoral au nord et au sud.

Pour les PM_{10}, le dépassement des valeurs guides journalière et annuelle de l'OMS (45 et 15 $\mu g/m^3$) est causé par la concentration initiale (44 et 21 $\mu g/m^3$). L'impact maximal potentiel des sources d'émissions de construction seulement représente moins de 4 % des valeurs guides. Il en est de même pour le carbone noir (concentration initiale de 0,35 $\mu g/m^3$ vs. 0,30 $\mu g/m^3$ pour le critère annuel du MELCCFP pour le noir de carbone). L'impact maximal potentiel des activités de construction sera toutefois un peu plus conséquent (maximum de 14% de ce critère).

5.2.2 Phase d'exploitation

Les résultats de simulations pour la phase d'exploitation incluant les concentrations initiales ont démontré le respect des NCQAA, des normes du RAA et des critères du MELCCFP à tout endroit dans le domaine de simulation (à l'extérieur des zones d'exclusion) ce qui inclut l'ensemble des récepteurs discrets et sensibles pour tous les contaminants étudiés à l'exception de ceux listés au tableau 5-1. Les constatations suivantes en découlent.

Matières particulaires

Les concentrations de particules totales pourraient excéder la norme du RAA, mais la zone de dépassement se limiterait à la périphérie de la zone tampon de 300 m directement à l'ouest du nouveau terminal sur le fleuve. Aucun dépassement n'est calculé pour les récepteurs sensibles dans le cas où le phénomène de déplétion du panache par la déposition sèche est intégré au modèle. En intégrant les conditions actuelles, un dépassement de la norme est calculé pour une résidence située dans la zone industrialo-portuaire. Les particules proviendraient principalement des activités de manutention des matériaux en vrac expliquant la faible différence des concentrations journalières maximums calculées dans l'air ambiant entre le scénario d'émission pour le projet seulement (scénario #1) et le scénario incluant les émissions actuelles (scénario #2).

Les concentrations de particules fines ($PM_{2.5}$) pourraient excéder la norme du RAA avec une zone de dépassement se limitant au fleuve et une partie du littoral au nord du nouveau terminal. Ainsi, un dépassement de la norme est calculé pour les 3 résidences les plus rapprochées au nord alors que les activités de manutention du vrac sont principalement responsables des concentrations élevées de $PM_{2.5}$ calculées dans le domaine d'applicabilité des normes.

Les concentrations de PM_{10} dépassent également les valeurs guides de l'OMS, principalement en raison des concentrations initiales utilisées qui dépassent déjà les valeurs guides. L'impact maximum du projet incluant les conditions actuelles représente moins de 50% de ces valeurs limites.

Les dépôts de poussières en exploitation seront marginaux dans la zone d'étude, sauf sur le site même du projet.

PCA gazeux

Le projet de terminal pourrait contribuer aux concentrations de SO_2 dans le domaine d'applicabilité des normes à hauteur de 8 % de la NCQAA horaire alors que le scénario cumulatif procurerait des concentrations maximales à hauteur de 22% de la NCQAA horaire. Comme expliqué à la section 5.2.1, le niveau des concentrations actuelles de SO_2 dans l'air ambiant alentour du terminal (où les concentrations calculées sont maximales) devrait plutôt s'approcher de celles obtenues à la station Trois-Rivières Cap-de-la-Madeleine (représentant 33% de la NCQAA horaire) que celles de la station Saint-Jean-de-Sorel (158% de la NCQAA horaire). Ainsi, il est vraisemblable que l'impact cumulatif du projet de nouveau terminal, des émissions actuelles de la zone d'étude et de la concentration initiale de SO_2 (causée par des sources d'émissions régionales excluant les sources actuelles modélisées) résultera à des concentrations inférieures à la NCQAA horaire calculée selon sa représentation statistique.

Pour le NO_2, des dépassements potentiels ont été estimés dans le domaine d'applicabilité des normes en utilisant la méthode de calculs prudente (conversion totale du NO en NO_2 à la source), quoique limités à 110–120% de la norme du RAA applicable. Cela dit, en utilisant la méthode de conversion partielle du NO en NO_2 (OLM avec concentrations d'O_3 variable) plus représentative de la réalité, on peut constater que les normes horaires et journalières du RAA seraient en fait respectées à tout endroit dans le domaine d'applicabilité des normes (avec un maximum de 55–66% de la norme applicable) incluant les récepteurs discrets et sensibles (tableau 5-1).

L'objectif de la NCQAA horaire à partir de 2025 (79 $\mu g/m^3$) ne serait toutefois pas respecté autant pour le scénario d'émission du projet seulement que le scénario cumulatif, ce dernier résultant à un maximum de 185 $\mu g/m^3$. La zone de dépassement englobe le littoral directement au nord et au sud du terminal où plusieurs résidences se situent et s'étendraient jusqu'à la côte ouest du fleuve et le terrain de golf à l'est de la zone industrielle.

Le tableau 5-2 démontre toutefois que l'impact du projet sur la concentration horaire de NO_2 selon la représentation statistique de la NCQAA serait somme toute limité par rapport au même résultat pour les conditions actuelles seulement, ne considérant que les activités de Kildair et la circulation routière en face du terminal. Par exemple, pour les récepteurs rapprochés du terminal (pire récepteur, résidences le long du fleuve au nord du terminal et au sud du terminal du tableau 5-2), le projet ajouterait selon les résultats l'équivalent de moins de 10% de la NCQAA horaire par-dessus les conditions actuelles puisque les navires transitant par le terminal de Kildair (particulièrement les Aframax) sont plus volumineux et donc de plus grands émetteurs. Pour les récepteurs plus éloignés comme les deux écoles et le CEGEP, le projet aurait un impact relatif aux conditions actuelles plus élevées, mais n'ajoutant que l'équivalent de moins de 11% de la NCQAA.

De plus, les résultats se basent sur des taux d'émission prudents dans la mesure où les facteurs d'émission pour l'ensemble des navires sont basés sur une certification Tier I et que la flotte de véhicules et de camions est représentative des conditions en 2020. Il est donc anticipé que la performance environnementale des navires et véhicules s'améliorera au fil des années et que les concentrations initiales de NO_2 et les émissions de NOx au nouveau terminal et le terminal de Kildair seront plus faibles que dans cette étude, et il en va de même avec les impacts appréhendés sur la qualité de l'air.

Contaminants toxiques

Le projet incluant les conditions actuelles aura un impact limité sur la concentration de la plupart des contaminants toxiques dans l'air ambiant incluant les HAP, métaux et COV par rapport à leur norme ou critère respectif. Les contaminants pour lesquels le projet aura le plus d'impact tout en demeurant largement sous le niveau des normes et critères incluent le formaldéhyde, l'acroléine et l'acétaldéhyde dont la concentration maximale calculée dans le domaine d'applicabilité des normes représente 18% de la norme sur 15 minutes, 30% du critère annuel et 38 % du critère sur 4 minutes (et 8,4% du critère annuel), respectivement. Ceci fait exception du CN dont la concentration maximum calculée (0,66 $\mu g/m^3$) est équivalente à 220% du critère du MELCCFP pour le noir de carbone, qui a été utilisé comme valeur de comparaison malgré que le CN et le noir de carbone ne soient pas exactement la même chose (ne provenant pas des mêmes sources).

Odeurs

Un dépassement du critère d'odeurs est calculé pour le scénario cumulatif pour les résidences situées le long de la route Marie-Victorin principalement. La circulation automobile actuelle en serait le principal facteur selon le scénario d'émission et les concentrations d'odeurs à la source considérées dans cette étude. Il est toutefois important de noter que ces facteurs sont approximatifs compte tenu de la variabilité au niveau de la perception d'odeurs par les individus et qu'il existe donc de grandes incertitudes sur la représentativité de ces résultats. Cela dit, en supposant que la méthode de calculs soit valable, le projet de terminal serait responsable de 15-20% des concentrations odeur maximales calculées dans le cadre de cette étude (p. ex. 0,75 u.o./m^3 pour le scénario #1 vs 4,8 u.o./m^3 pour le scénario #2 concernant le 98e centile des concentrations odeur calculées).

Tableau 5-1 Comparaison des résultats du scénario #1 (projet seulement) vs #2 (scénario cumulatif)

Contaminant	Période	Concentration totale incluant la concentration initiale (CI)						Valeur limite (N)
		Scénario #1			Scénario #2			
		µg/m³	% N	Impact récepteur (1)	µg/m³	% N	Impact récepteur (1)	µg/m³
Particules totales (PM_T) sans le phénomène de déposition sèche	24-h	276	**230 %**	**oui**	282	**235 %**	**oui**	120 (RAA)
Particules totales (PM_T) avec le phénomène de déposition sèche		182	**152 %**	non	184	**153 %**	**oui (1 résidence)**	
Particules fines (PM_{10})	24-h	62	**138 %**	**oui**	63	**139 %**	**oui**	45 (OMS)
	annuel	22	**144 %**	**oui**	23	**151 %**	**oui**	15 (OMS)
Particules fines ($PM_{2.5}$)	24-h	39	**130 %**	non	40	**133 %**	**oui (3 résidences)**	30 (RAA)
		27	**100 %**	non	29	**107 %**	**oui**	27 (NCQAA)
	annuel	8,7	**99 %**	non	9,1	**104 %**	**oui**	8,8 (NCQAA)
Dioxyde de soufre (SO_2) avec la CI de St-Jean-de-Sorel	1-h	282	**166 %**	**oui**	307	**180 %**	**oui**	170 (NCQAA)
Dioxyde de soufre (SO_2) avec la CI de Trois-Rivières		68	40 %	non	93	55 %	non	
Dioxyde d'azote (NO_2) selon la méthode « conversion totale »	1-h	269	65 %	non	489	**118 %**	**oui**	414 (RAA)
	1-h	243	**307 %**	**oui**	452	**572 %**	**oui**	79 (NCQAA)
	24-h	80	38 %	non	232	**112 %**	**oui**	207 (RAA)
Dioxyde d'azote (NO_2) selon la méthode OLM avec O_3 variable	1-h	n. c.	n. c.	n. c.	228	55 %	non	414 (RAA)
	1-h	147	**186 %**	**oui**	185	**234 %**	**oui**	79 (NCQAA)
	24-h	n. c.	n. c.	n. c.	129	62 %	non	207 (RAA)
Odeurs (98e centile)	4-min	0,75	75 %	non	4,8	**483 %**	**oui**	1,0 u.o. (MELCCFP)
Odeurs (99,5^e centile)	4-min	1,3	26 %	non	7,0	**140 %**	**oui**	5,0 u.o. (MELCCFP)
Carbone noir (CN)	annuel	0,38	**128 %**	**oui**	0,66	**220**	**oui**	0,30 (MELCCFP)

n. c. – non calculé
Cases grises indiquent un dépassement de la valeur limite.
(1) Identifie si un dépassement de la valeur limite a été calculé pour au moins un des récepteurs discrets et sensibles de l'étude.

Tableau 5-2 Comparaison des résultats du scénario #2 (scénario cumulatif) avec les conditions actuelles seulement concernant les concentrations horaires maximales de NO_2 selon la représentation statistique de la NCQAA

Secteur ou récepteur	Scénario actuel (terminal Kildair seulement)	Scénario #2 (actuel + projet)	Différence	
	OLM avec O_3 variable (1)		vs. scénario actuel	par rapport à la valeur limite de la NCQAA
Valeur limite ($\mu g/m^3$)	79	79		
Concentration initiale ($\mu g/m^3$)	53	53		
Contribution du projet seulement aux récepteurs discrets				
Pire récepteur dans le domaine	**131**	**132**	+1 %	+2 %
Résidences le long du fleuve au nord du terminal	**115**	**122**	+6 %	+8 %
Résidences situées dans la zone industrielle	**111**	**112**	+1 %	+1 %
Résidences le long du fleuve au sud du terminal	**93**	**93**	0 %	0 %
Quartier de Tracy (point le plus rapproché)	45	47	+4 %	+2 %
Côte ouest du fleuve Saint-Laurent	68	72	+5 %	+5 %
Contribution du projet seulement aux récepteurs sensibles				
École primaire Enfants-Jésus	30	39	+30 %	+11 %
École secondaire Bernard-Gariépy	27	35	+27 %	+9 %
CÉGEP de Sorel-Tracy	26	33	+27 %	+9 %
CPE La Marelle	39	42	+7 %	+3 %
Résidences pour ainés Marquis de Tracy	35	40	+12 %	+5 %
Contribution du projet seulement aux récepteurs discrets + concentration initiale				
Pire récepteur dans le domaine	**184**	**185**	+1 %	+2 %
Résidences le long du fleuve au nord du terminal	**168**	**175**	+4 %	+8 %
Résidences situées dans la zone industrielle	**164**	**165**	+1 %	+1 %
Résidences le long du fleuve au sud du terminal	**146**	**146**	0 %	0 %
Quartier de Tracy (point le plus rapproché)	**98**	**100**	+2 %	+2 %
Côte Ouest du fleuve Saint-Laurent	**121**	**125**	+3 %	+5 %
Contribution du projet seulement aux récepteurs sensible + concentration initiale				
École primaire Enfants-Jésus	**83**	**92**	+11 %	+11 %
École secondaire Bernard-Gariépy	**80**	**88**	+9 %	+9 %
CÉGEP de Sorel-Tracy	**79**	**86**	+9 %	+9 %
CPE La Marelle	**92**	**95**	+3 %	+3 %
Résidences pour ainés Marquis de Tracy	**88**	**93**	+5 %	+5 %

Cases grises indiquent un dépassement de la valeur limite.

(1) Simulation réalisée en utilisant la méthode OLM avec concentrations d'O_3 variables.

6. Références

Air and Waste Management Association (AWMA), 2001. Quantification of diesel odor emissions. Proceedings of the Air & Waste Management Association's 94th Annual Meeting & Exhibition, June 24-28, 2001, Orlando, Florida, 19 pp.

AtkinsRéalis. 2024. Étude d'impact sur la circulation du nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy, Secteur Saint-Laurent. 19 p. + annexes. Document disponible dans le volume 3 de la présente EIE.

Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement (CCME), 2019. Guide de gestion pour les zones atmosphériques de gestion, No de pièce 1594, https://ccme.ca/fr/res/guidancedocumentonairzonemanagement_fr_secured.pdf

Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement (CCME), 2024. L'Air au Canada – Section « Respect des normes », https://ccme.ca/fr/qualite-de-lair

Cooper, D.A., 2003. Exhaust emissions from ships at berth, Atmospheric Environment 37 (27): 3817-3830.

Couture, Y., 2008. Guide d'estimation de la concentration de dioxyde d'azote (NO_2) dans l'air ambiant lors de l'application des modèles de dispersion atmosphérique, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-53731-1 [En ligne]. www.mddelcc.gouv.qc.ca/air/criteres/index.htm

Environnement et Changement climatique Canada (ECCC), 2023. Recherche en ligne des données de l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP) [En ligne]. https://pollution-dechets.canada.ca/inventaire-national-rejets/

European Environment Agency (EEA), 2024. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023: NFR – passenger cars; light commercial trucks, heavy-duty vehicles including buses [En ligne]. https://copert.emisia.com/wp-content/uploads/2024/07/1.A.3.b.i-iv-Road-transport-2024.pdf

Leduc, R., 2005. Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, envirodoq no ENV/2005/0072, rapport no QA/49, 38 p. [En ligne]. www.environnement.gouv.qc.ca/air/atmosphere/guide-mod-dispersion.pdf

Liu, Z.G., Wall, J.C., Ottinger, N.A. and McGuffin, D., 2015. Mitigation of PAH and nitro-PAH Emissions from Nonroad Diesel Engines, Environmental Science and Technology, 49 (6): 3662-71.

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), 2015. Effet sur l'air ambiant des émissions de l'incinérateur de la ville de Québec – Évaluation par modélisation de la dispersion atmosphérique, 2e édition, 2015.

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), 2018. Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère, version 8, Québec, Direction des avis et des expertises, [En ligne]. www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/index.htm

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), 2023. Statistiques sur l'indice de la qualité de l'air [En ligne]. www.environnement.gouv.qc.ca/air/iqa/statistiques/index.htm

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), 2024. Bilan de la qualité de l'air au Québec 2021. Direction de la qualité de l'air et du climat, 66 p. + 25 annexes [En ligne]. https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/bilan/qualite-air-quebec-2021.pdf

Ministère l'Environnement de l'Ontario (MEO), 2012. Summary of Standards and Guidelines to support Ontario Regulation 419/05 Air Pollution – Local Air Quality, 2012, 29 pp.

Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 2021. Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : Particules, ozone, dioxyde d'azote, dioxyde de soufre et monoxyde de carbone, Résumé d'orientation. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/346555/9789240035423-fre.pdf?sequence=1

Roche, 1983. Étude des répercussions environnementales de l'extension du port de Québec - Aspects biophysiques. Énoncé des incidences environnementales. Port de Québec.

Starcrest Consulting Group, LLC, 2005. Port of Los Angeles baseline air emissions inventory – 2001.

Transports Québec, 2018. Carte des débits de circulation 2018, Direction générale du laboratoire des chaussées, [En ligne]. www.transports.gouv.qc.ca/fr/services/atlas/Documents/DebitcirculationRECTO2018.pdf

United States Bureau of Transportation Statistics (US BTS), 2023. Estimated U.S. Average Vehicle Emission Rates per Vehicle by Vehicle Type using Gasoline and Diesel [En ligne]. www.bts.gov/content/estimated-national-average-vehicle-emissions-rates-vehicle-vehicle-type-using-gasoline-and

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

US EPA, 1994. Development and selection of ammonia emission factors, Atmospheric Research and Exposure Assessment Laboratory, August 1994.

US EPA, 2006. Compilation of Air Pollutant, Emission Factors: AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources, Chapter 13: Miscellaneous Sources, Section 13.2.4: Aggregate Handling and Storage Piles.

US EPA, 2010. Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling, Report No. NR-005D, EPA-420-R-10-016.

US EPA, 2011. Compilation of Air Pollutant, Emission Factors: AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources, Chapter 13: Miscellaneous Sources, Section 13.2.2: Paved Roads.

US EPA, 2017. 40 CFR Part 51, Appendix W, Revisions to the Guideline on Air Quality Models: Enhancements to the AERMOD Dispersion Modeling System and Incorporation of Approaches to Address Ozone and Fine Particulate Matter.

US EPA, 2020a. NO2_ISR_database.xlsx dans Nitrogen Dioxide/Nitrogen Oxide In-Stack Ratio (ISR) Database [En ligne]. www.epa.gov/scram/nitrogen-dioxidenitrogen-oxide-stack-ratio-isr-database

US EPA, 2020b. Air toxic emissions from on-road vehicles in MOVES3, Office of Transportation and Air Quality, EPA-420-R-20-022.

US EPA, 2021. Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Compression-Ignition Engines in MOVES3.0.2, EPA-420-R-21-021.

US EPA, 2022. Port Emissions Inventory Guidance: Methodologies for estimating port-related and good movement mobile sources emissions, EPA-420-B-22-011, www.epa.gov/state-and-local-transportation/port-emissions-inventory-guidance.

US EPA, 2023a. AERMOD IMPLEMENTATION GUIDE, AERMOD Implementation Workgroup, U. S. Environmental Protection Agency, Air Quality Assessment Division, Research Triangle Park, EPA-454/B-23-009.

US EPA, 2023b. Speciation of total organic gas and particulate matter emissions from on-road vehicles in MOVES4, Office of Transportation and Air Quality, EPA-420-R-23-006.

US EPA, 2023c. Speciation profiles and toxic emissions factors for nonroad engines in MOVES4, Office of Transportation and Air Quality, EPA-420-R-23-013.

US EPA, 2024a. Exhaust Emission Rates for Heavy-Duty Onroad Vehicles in MOVES4, Office of Transportation and Air Quality EPA-420-R-24-015.

US EPA, 2024b. Exhaust Emission Rates for Light-Duty Onroad Vehicles in MOVES5, Office of Transportation and Air Quality EPA-420-R-24-016.

ANNEXES

Annexe A Notes de calculs

Sommaires des taux d'émission modélisés (en g/s) par source selon la période d'exposition des normes et critères

PHASE DE CONSTRUCTION - Configuration des sources

Source N° ID	A1	A2	A3
Description	**Remorqueur à quai**	**Machinerie lourde**	**Routier**
Mois modélisés	Avr. - Nov.	Avr. - Nov.	Avr. - Nov.
Heures modélisés	7h - 18h	7h - 18h	7h - 18h
Type de source	Fixe	Volume	Volume linéaire
Location	Centré sur le quai	Sur l'eau, volume accoté sur la côte	Du quai à l'entrée de l'A30
Elevation (m)	Base	Base	Base
Hauteur d'émission (m)	7.5	4.0	---
Température des gaz (K)	570	---	---
Débit des gaz (m^3/s)	4.3	---	---
Vitesse verticale des gaz (m/s)	14.6	---	---
Diamètre de cheminée (m)	0.61	---	---
Dimension latérale (m)	---	100	---
Nombre de voies	---	---	2
Hauteur de véhicules (m)	---	---	3.5
Hauteur du panache (m)	---	---	6.0
Largeur du panache (m)	---	---	14
Initial Sigma-Y (m)	---	23	---
Initial Sigma-Z (m)	---	3.7	2.8

PHASE DE CONSRUCTION - Contaminants avec normes/critères sur 1 heure et moins

Source N° ID	A1	A2	A3
Oxydes d'azote (NOx)	3.2	0.77	0.039
Monoxyde de carbone (CO)	0.57	0.26	0.018
Dioxyde de soufre (SO_2)	0.22	0.0014	0.00015
Ammoniac (NH_3)	1.5E-03	8.4E-03	5.0E-04
1,3-butadiène	1.1E-04	8.7E-05	2.6E-06
Acétaldéhyde	1.0E-03	4.8E-03	2.2E-04
Acroléine	1.9E-04	8.7E-04	3.2E-05
Éthylbenzène	4.6E-05	4.7E-04	3.6E-05
Formaldéhyde	4.5E-03	1.4E-02	6.9E-04
iso-octane	7.5E-04	3.6E-04	2.5E-05
Hexane	2.9E-04	1.2E-04	1.7E-05
Propanal	1.6E-04	1.0E-03	9.9E-06
Styrène	1.4E-04	0	0
Toluène	2.1E-04	1.8E-03	9.6E-05
Xylènes	1.5E-04	3.4E-03	2.7E-04
Naphtalène	3.3E-03	3.6E-04	5.2E-05
Selenium	3.4E-10	0	0
Carbone noir (CN)	6.0E-02	3.6E-02	5.4E-04
Odeurs (u.o./s)	15 637	923	4 766

PHASE DE CONSRUCTION - Contaminants avec normes/critères sur 8 heures ou 24 heures

Source N° ID	A1	A2	A3
Particules totales (PM_T)	0.040	0.029	0.17
Particules fines (PM_{10})	0.040	0.029	0.035
Particules fines ($PM_{2.5}$)	0.039	0.028	0.0092
Oxydes d'azote (NOx)	1.6	0.53	0.026
Monoxyde de carbone (CO)	0.28	0.16	0.012
Dioxyde de soufre (SO_2)	0.11	0.00081	0.00010
Benzène	2.5E-04	1.6E-03	2.7E-05
Nickel (Ni) dans les PM_{10}	2.7E-05	5.4E-07	4.3E-09

PHASE DE CONSRUCTION - Contaminants avec normes/critères sur base annuelle

Source N° ID	A1	A2	A3
Matière particulaire diesel (MPD)	0.028	0.018	0.000056
Particules fines ($PM_{2.5}$)	0.028	0.018	0.00075
Carbone noir (CN)	0.021	0.014	0.000029
Particules fines (PM_{10})	0.029	0.018	0.0029
Oxydes d'azote (NOx)	1.1	0.30	0.0021
Dioxyde de soufre (SO_2)	0.078	0.00049	0.0000082
1,3-butadiène	3.8E-05	3.4E-05	1.40E-07
Acétaldéhyde	3.7E-04	1.9E-03	1.21E-05
Acroléine	6.9E-05	3.4E-04	1.75E-06
Éthylbenzène	1.6E-05	1.8E-04	1.95E-06
iso-octane	2.7E-04	1.4E-04	1.36E-06
Hexane	1.0E-04	4.7E-05	9.43E-07
Xylènes	5.7E-05	1.3E-03	1.48E-05
Naphtalène	1.2E-03	1.4E-04	2.85E-06
Pyrène	9.3E-07	3.5E-06	9.21E-09
Benzo(a)pyrène	1.2E-07	1.2E-07	1.84E-10
HAP (BaP)	1.7E-06	5.4E-07	3.98E-09
Antimoine (Sb)	1.7E-05	0	0
Arsenic (As)	7.2E-07	8.8E-08	1.16E-09
Beryllium (Be)	1.6E-08	0	0
Cadmium (Cd)	6.5E-06	0	0
Chrome III (CrIII)	3.8E-06	0	0
Chrome VI (CrVI)	2.0E-10	4.2E-10	2.99E-12
Cobalt (Co)	1.8E-06	0	0
Manganese (Mn) dans les PM_{10}	8.9E-08	1.9E-07	3.44E-10
Mercure (Hg)	1.2E-09	1.2E-09	5.55E-12
Nickel (Ni) dans les PM_{10}	1.9E-05	2.3E-07	3.49E-10
Plomb (Pb)	3.5E-06	0	0
BPC totaux	1.2E-08	0	0
Dioxines et furannes (D&F)	1.5E-10	2.6E-14	1.33E-16
HAP nitrés (NHAP)	1.8E-03	3.2E-04	4.75E-06
HAP oxygénés (OHAP)	2.8E-03	5.1E-04	7.63E-06
HAP alkylés (AHAP)	3.0E-03	5.5E-04	8.17E-06
Dibenzothiophène (DBT)	1.5E-05	2.8E-06	4.16E-08

PHASE D'EXPLOITATION (Scénario #1: Terminal QSL) - Configuration des sources

Source N° ID	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
Description	**Vraquier à quai**	**Vraquier en manœuvre**	**Remorqueur (vraquier)**	**Équipement mobiles hors route**	**Transport routier**	**Déchargement au quai**	**Déchargement sur la plateforme**	**Chargement sur la plateforme**
Mois modélisés	Avr - Déc	Avr - Déc	Avr - Déc	Janv - Déc	Janv - Déc	Avr - Déc	Oct. - Déc.	Nov. - Avr.
Heures modélisés	0h - 24h	0h - 24h	0h - 24h	6h - 20h	6h - 20h	6h - 20h	6h - 20h	6h - 20h
Type de source	Fixe	Fixe	Fixe	Volume	Volume linéaire	Volume	Volume	Volume
Location	Navire en position à quai	Navire à plusieurs endroit sur le fleuve	Au même endroit que B2	Plateforme extérieure au nord de l'entrepot	Du quai à l'entrée de l'A30	Sur le quai	Centré sur la plateforme extérieur	Centré sur la plateforme extérieur
Elevation (m)	Base	Base	Base	Base	Base	Base	Base	Base
Hauteur d'émission (m)	27	27	7.5	4.0	---	2.0	2.0	2.0
Température des gaz (K)	513	553	570	---	---	---	---	---
Débit des gaz (m^3/s)	0.62	1.4	4.3	---	---	---	---	---
Vitesse verticale des gaz (m/s)	2.1	4.8	14.6	---	---	---	---	---
Diamètre de cheminée (m)	0.61	0.61	0.61	---	---	---	---	---
Dimension latérale (m)	---	---	---	100	---	15	25	25
Nombre de voies	---	---	---	---	2	---	---	---
Hauteur de véhicules (m)	---	---	---	---	3.5	---	---	---
Hauteur du panache (m)	---	---	---	---	6.0	---	---	---
Largeur du panache (m)	---	---	---	---	14	---	---	---
Initial Sigma-Y (m)	---	---	---	23	2.8	3.5	5.8	5.8
Initial Sigma-Z (m)	---	---	---	3.7	---	0.93	1.9	1.9

PHASE D'EXPLOITATION (Scénario #1: Terminal QSL) - Contaminants avec normes/critères sur 1 heure et moins

Source N° ID	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
Oxydes d'azote (NOx)	0.98	0.57	1.6	0.038	0.053	0	0	0
Monoxyde de carbone (CO)	0.088	0.048	0.28	0.0084	0.026	0	0	0
Dioxyde de soufre (SO_2)	0.041	0.02	0.11	0.0017	0.00021	0	0	0
Ammoniac (NH_3)	3.1E-04	3.2E-04	7.4E-04	1.0E-02	6.9E-04	0	0	0
1,3-butadiène	3.5E-05	2.1E-05	5.3E-05	1.0E-05	3.5E-06	0	0	0
Acétaldéhyde	3.3E-04	2.0E-04	5.1E-04	5.7E-04	3.1E-04	0	0	0
Acroléine	6.3E-05	3.8E-05	9.6E-05	1.0E-04	4.4E-05	0	0	0
Éthylbenzène	1.5E-05	9.1E-06	2.3E-05	5.5E-05	4.9E-05	0	0	0
Formaldéhyde	1.5E-03	8.9E-04	2.2E-03	1.6E-03	9.6E-04	0	0	0
iso-octane	2.4E-04	1.5E-04	3.7E-04	4.3E-05	3.4E-05	0	0	0
Hexane	9.5E-05	5.8E-05	1.4E-04	1.4E-05	2.4E-05	0	0	0
Propanal	5.2E-05	3.1E-05	7.9E-05	1.2E-04	1.4E-05	0	0	0
Styrène	4.5E-05	2.7E-05	6.81E-05	0	0	0	0	0
Toluène	7.0E-05	4.2E-05	1.1E-04	2.1E-04	3.7E-04	0	0	0
Xylènes	4.9E-05	2.9E-05	7.4E-05	4.0E-04	3.7E-04	0	0	0
Naphtalène	1.1E-03	6.5E-04	1.6E-03	4.2E-05	7.2E-05	0	0	0
Selenium	7.0E-11	7.2E-11	1.7E-10	0	0	0	0	0
Carbone noir (CN)	1.2E-02	1.3E-02	2.9E-02	1.0E-03	7.4E-04	0	0	0
Odeurs (u.o./s)	2 652	1 057	3 864	82	3 292	0	0	0

PHASE D'EXPLOITATION (Scénario #1: Terminal QSL) - Contaminants avec normes/critères sur 8 heures ou 24 heures

Source N° ID	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
Particules totales (PM_T)	0.017	0.00074	0.0016	0.0012	0.17	0.31	0.31	0.079
Particules fines (PM_{10})	0.017	0.00074	0.0016	0.0012	0.035	0.14	0.14	0.037
Particules fines ($PM_{2.5}$)	0.016	0.00068	0.0016	0.0011	0.0091	0.022	0.022	0.0056
Oxydes d'azote (NOx)	0.98	0.024	0.066	0.033	0.027	0	0	0
Monoxyde de carbone (CO)	0.088	0.0020	0.012	0.0072	0.013	0	0	0
Dioxyde de soufre (SO_2)	0.041	0.0006	0.0045	0.0014	0.00010	0	0	0
Benzène	1.6E-04	4.1E-06	1.0E-05	2.5E-04	2.8E-05	0	0	0
Nickel (Ni) dans les PM_{10}	1.1E-05	4.7E-07	1.1E-06	1.3E-06	4.4E-09	0	0	0

PHASE D'EXPLOITATION (Scénario #1: Terminal QSL) - Contaminants avec normes/critères sur base annuelle

Source N° ID	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
Matière particulaire diesel (MPD)	0.010	0.00017	0.00041	0.00052	0.00035	0	0	0
Particules fines ($PM_{2.5}$)	0.010	0.00017	0.00041	0.00052	0.0046	0.0046	0.0055	0.0028
Carbone noir (CN)	0.0079	0.00013	0.00031	0.00040	0.00019	0	0	0
Particules fines (PM_{10})	0.011	0.00019	0.00042	0.00054	0.018	0.031	0.037	0.019
Oxydes d'azote (NOx)	0.62	0.0060	0.017	0.015	0.013	0	0	0
Dioxyde de soufre (SO_2)	0.026	0.00016	0.0011	0.00064	0.000052	0	0	0
1,3-butadiène	2.2E-05	2.2E-07	5.6E-07	3.9E-06	8.8E-07	0	0	0
Acétaldéhyde	2.1E-04	2.2E-06	5.4E-06	2.2E-04	7.6E-05	0	0	0
Acroléine	4.0E-05	4.1E-07	1.0E-06	3.9E-05	1.1E-05	0	0	0
Éthylbenzène	9.6E-06	9.7E-08	2.4E-07	2.1E-05	1.2E-05	0	0	0
iso-octane	1.6E-04	1.6E-06	3.9E-06	1.6E-05	8.6E-06	0	0	0
Hexane	6.1E-05	6.1E-07	1.5E-06	5.4E-06	6.0E-06	0	0	0
Xylènes	3.1E-05	3.1E-07	7.8E-07	1.5E-04	9.4E-05	0	0	0
Naphtalène	6.8E-04	6.9E-06	1.7E-05	1.6E-05	1.8E-05	0	0	0
Pyrène	3.4E-07	5.9E-09	1.4E-08	3.0E-07	5.8E-08	0	0	0
Benzo(a)pyrène	4.3E-08	7.3E-10	1.7E-09	3.5E-09	1.2E-09	0	0	0
HAP (BaP)	9.3E-07	1.0E-08	2.5E-08	3.6E-08	2.5E-08	0	0	0
Antimoine (Sb)	6.3E-06	1.1E-07	2.5E-07	0	0	0	0	0
Arsenic (As)	2.6E-07	4.5E-09	1.1E-08	1.5E-07	7.3E-09	0	0	0
Beryllium (Be)	6.1E-09	1.0E-10	2.4E-10	0.0E+00	0.0E+00	0	0	0
Cadmium (Cd)	2.4E-06	4.1E-08	9.6E-08	0.0E+00	0.0E+00	0	0	0
Chrome III (CrIII)	1.4E-06	2.4E-08	5.6E-08	0.0E+00	0.0E+00	0	0	0
Chrome VI (CrVI)	7.4E-11	1.3E-12	2.9E-12	7.4E-10	1.9E-11	0	0	0
Cobalt (Co)	6.6E-07	1.1E-08	2.6E-08	0.0E+00	0.0E+00	0	0	0
Manganese (Mn) dans les PM_{10}	3.3E-08	5.6E-10	1.3E-09	3.3E-07	2.2E-09	0	0	0
Mercure (Hg)	4.3E-10	7.3E-12	1.7E-11	2.0E-09	3.5E-11	0	0	0

Nickel (Ni) dans les PM_{10}	7.0E-06	1.2E-07	2.8E-07	5.7E-07	2.2E-09	0	0	0
Plomb (Pb)	1.3E-06	2.2E-08	5.1E-08	0	0	0	0	0
BPC totaux	4.3E-09	7.3E-11	1.7E-10	0	0	0	0	0
Dioxines et furannes (D&F)	5.6E-11	9.4E-13	2.2E-12	4.5E-14	8.4E-16	0	0	0
HAP nitrés (NHAP)	1.0E-03	1.0E-05	2.6E-05	4.5E-05	3.0E-05	0	0	0
HAP oxygénés (OHAP)	1.6E-03	1.7E-05	4.1E-05	7.2E-05	4.8E-05	0	0	0
HAP alkylés (AHAP)	1.8E-03	1.8E-05	4.4E-05	7.7E-05	5.2E-05	0	0	0
Dibenzothiophène (DBT)	8.9E-06	9.0E-08	2.3E-07	3.9E-07	2.6E-07	0	0	0

PHASE D'EXPLOITATION (Scénario #2: Conditions actuelles + projet) - Configuration des sources

Source N° ID	**B1**	**B2**	**B3 / C3**	**B4**	**C5**	**B6**	**B7**	**B8**	**C1**	**C2**
Description	**Vraquier à quai**	**Vraquier en manœuvre**	**Remorqueur (navire)**	**Équipement mobiles hors route**	**Transport routier**	**Déchargement au quai**	**Déchargement sur la plateforme**	**Chargement sur la plateforme**	**Pétrolier à quai**	**Pétrolier en manœuvre**
Mois modélisés	Avr - Déc	Avr - Déc	Avr - Déc	Janv - Déc	Janv - Déc	Avr - Déc	Oct. - Déc.	Nov. - Avr.	Avr - Déc	Avr - Déc
Heures modélisés	0h - 24h	0h - 24h	0h - 24h	6h - 20h	6h - 20h	6h - 20h	6h - 20h	6h - 20h	0h - 24h	0h - 24h
Type de source	Fixe	Fixe	Fixe	Volume	Volume linéaire	Volume	Volume	Volume	Fixe	Fixe
Location	Navire en position à quai	Navire à plusieurs endroit sur le fleuve	Au même endroit que B2	Plateforme extérieure au nord de l'entrepot	Du quai à l'entrée de l'A30	Sur le quai	Centré sur la plateforme extérieur	Centré sur la plateforme extérieur	Navire en position à quai (Kildair)	Au même endroits que B2
Elevation (m)	Base	Base	Base	Base	Base	Base	Base	Base	Base	Base
Hauteur d'émission (m)	27	27	7.5	4.0	---	2.0	2.0	2.0	32	32
Température des gaz (K)	513	553	570	---	---	---	---	---	466	533
Débit des gaz (m^3/min)	0.62	1.4	4.3	---	---	---	---	---	2.5	3.0
Vitesse verticale des gaz (m/s)	2.1	4.8	14.6	---	---	---	---	---	3.8	4.6
Diamètre de cheminée (m)	0.61	0.61	0.61	---	---	---	---	---	0.91	0.91
Dimension latérale (m)	---	---	---	100	---	15	25	25	---	---
Nombre de voies	---	---	---	---	2	---	---	---	---	---
Hauteur de véhicules (m)	---	---	---	---	3.5	---	---	---	---	---
Hauteur du panache (m)	---	---	---	---	6.0	---	---	---	---	---
Largeur du panache (m)	---	---	---	---	14	---	---	---	---	---
Initial Sigma-Y (m)	---	---	---	23	2.8	3.5	5.8	5.8	---	---
Initial Sigma-Z (m)	---	---	---	3.7	---	0.93	1.9	1.9	---	---

PHASE D'EXPLOITATION (Scénario #2: Conditions actuelles + projet) - Contaminants avec normes/critères sur 1 heure et moins

Source N° ID	**B1**	**B2**	**B3 / C3**	**B4**	**C5**	**B6**	**B7**	**B8**	**C1**	**C2**
Oxydes d'azote (NOx)	0.98	0	1.6	0.038	0.082	0	0	0	4.5	1.3
Monoxyde de carbone (CO)	0.088	0	0.28	0.0084	0.56	0	0	0	0.42	0.12
Dioxyde de soufre (SO_2)	0.041	0	0.11	0.0017	0.0010	0	0	0	0.44	0.045
Ammoniac (NH_3)	3.1E-04	0	7.4E-04	1.0E-02	7.4E-03	0	0	0	2.9E-03	6.6E-04
1,3-butadiène	3.5E-05	0	5.3E-05	1.0E-05	5.4E-05	0	0	0	1.8E-04	5.0E-05
Acétaldéhyde	3.3E-04	0	5.1E-04	5.7E-04	4.7E-03	0	0	0	1.7E-03	4.8E-04
Acroléine	6.3E-05	0	9.6E-05	1.0E-04	6.7E-04	0	0	0	3.2E-04	9.0E-05
Éthylbenzène	1.5E-05	0	2.3E-05	5.5E-05	7.5E-04	0	0	0	7.7E-05	2.1E-05
Formaldéhyde	1.5E-03	0	2.2E-03	1.6E-03	1.5E-02	0	0	0	7.5E-03	2.1E-03
iso-octane	2.4E-04	0	3.7E-04	4.3E-05	5.3E-04	0	0	0	1.2E-03	3.5E-04
Hexane	9.5E-05	0	1.4E-04	1.4E-05	3.6E-04	0	0	0	4.9E-04	1.4E-04
Propanal	5.2E-05	0	7.9E-05	1.2E-04	2.1E-04	0	0	0	2.7E-04	7.4E-05
Styrène	4.5E-05	0	6.8E-05	0.0E+00	0.0E+00	0	0	0	2.3E-04	6.4E-05
Toluène	7.0E-05	0	1.1E-04	2.1E-04	2.0E-03	0	0	0	3.6E-04	1.0E-04
Xylènes	4.9E-05	0	7.4E-05	4.0E-04	5.7E-03	0	0	0	2.5E-04	7.0E-05
Naphtalène	1.1E-03	0	1.6E-03	4.2E-05	1.1E-03	0	0	0	5.5E-03	1.5E-03
Selenium	7.0E-11	0	1.7E-10	0.0E+00	0.0E+00	0	0	0	6.6E-10	1.5E-10
Carbone noir (CN)	1.2E-02	0	2.9E-02	1.0E-03	7.9E-04	0	0	0	1.2E-01	2.6E-02
Odeurs (u.o./s)	2 652	0	3 864	82	20 834	0	0	0	19 597	2 966

PHASE D'EXPLOITATION (Scénario #2: Conditions actuelles + projet) - Contaminants avec normes/critères sur 8 heures ou 24 heures

Source N° ID	B1	B2	B3 / C3	B4	C5	B6	B7	B8	C1	C2
Particules totales (PM_T)	0.017	0.00074	0.0016	0.0012	0.52	0.31	0.31	0.079	0.16	0.0016
Particules fines (PM_{10})	0.017	0.00074	0.0016	0.0012	0.10	0.14	0.14	0.037	0.16	0.0016
Particules fines ($PM_{2.5}$)	0.016	0.00068	0.0016	0.0011	0.026	0.022	0.022	0.0056	0.15	0.0014
Oxydes d'azote (NOx)	0.98	0.024	0.066	0.033	0.046	0	0	0	4.5	0.056
Monoxyde de carbone (CO)	0.088	0.0020	0.012	0.0072	0.37	0	0	0	0.42	0.0049
Dioxyde de soufre (SO_2)	0.041	0.00063	0.0045	0.0014	0.00065	0	0	0	0.44	0.0019
Benzène	1.6E-04	4.1E-06	1.0E-05	2.5E-04	5.7E-04	0	0	0	8.3E-04	9.7E-06
Nickel (Ni) dans les PM_{10}	1.1E-05	4.7E-07	1.1E-06	1.3E-06	6.7E-08	0	0	0	1.0E-04	2.4E-05

PHASE D'EXPLOITATION (Scénario #2: Conditions actuelles + projet) - Contaminants avec normes/critères sur base annuelle

Source N° ID	B1	B2	B3 / C3	B4	C5	B6	B7	B8	C1	C2
Matière particulaire diesel (MPD)	0.010	0.00017	0.0021	0.00052	0.00062	0	0	0	0.067	0.00093
Particules fines ($PM_{2.5}$)	0.010	0.00017	0.0021	0.00052	0.025	0.0046	0.0055	0.0028	0.067	0.00093
Carbone noir (CN)	0.0079	0.00013	0.0017	0.00040	0.00022	0	0	0	0.051	0.00072
Particules fines (PM_{10})	0.011	0.00019	0.0022	0.00054	0.10	0.031	0.037	0.019	0.073	0.0010
Oxydes d'azote (NOx)	0.62	0.0060	0.088	0.015	0.032	0	0	0	2.0	0.038
Dioxyde de soufre (SO_2)	0.026	0.00016	0.0060	0.00064	0.00060	0	0	0	0.20	0.0013
1,3-butadiène	2.2E-05	2.2E-07	3.0E-06	3.9E-06	3.4E-05	0	0	0	7.8E-05	1.4E-06
Acétaldéhyde	2.1E-04	2.2E-06	2.8E-05	2.2E-04	3.0E-03	0	0	0	7.6E-04	1.3E-05
Acroléine	4.0E-05	4.1E-07	5.4E-06	3.9E-05	4.3E-04	0	0	0	1.4E-04	2.5E-06
Éthylbenzène	9.6E-06	9.7E-08	1.3E-06	2.1E-05	4.8E-04	0	0	0	3.4E-05	6.0E-07
iso-octane	1.6E-04	1.6E-06	2.1E-05	1.6E-05	3.4E-04	0	0	0	5.5E-04	9.7E-06
Hexane	6.1E-05	6.1E-07	8.1E-06	5.4E-06	2.3E-04	0	0	0	2.2E-04	3.8E-06
Xylènes	3.1E-05	3.1E-07	4.1E-06	1.5E-04	3.7E-03	0	0	0	1.1E-04	1.9E-06
Naphtalène	6.8E-04	6.9E-06	9.1E-05	1.6E-05	7.0E-04	0	0	0	2.4E-03	4.3E-05
Pyrène	3.4E-07	5.9E-09	7.2E-08	3.0E-07	1.7E-06	0	0	0	2.2E-06	3.1E-08
Benzo(a)pyrène	4.3E-08	7.3E-10	9.0E-09	3.5E-09	2.0E-09	0	0	0	2.8E-07	3.9E-09
HAP (BaP)	9.3E-07	1.0E-08	1.3E-07	3.6E-08	7.8E-07	0	0	0	3.7E-06	6.2E-08
Antimoine (Sb)	6.3E-06	1.1E-07	1.3E-06	0.0E+00	0.0E+00	0	0	0	4.1E-05	5.7E-07
Arsenic (As)	2.6E-07	4.5E-09	5.6E-08	1.5E-07	2.1E-07	0	0	0	1.7E-06	2.4E-08
Beryllium (Be)	6.1E-09	1.0E-10	1.3E-09	0	0	0	0	0	4.0E-08	5.5E-10
Cadmium (Cd)	2.4E-06	4.1E-08	5.1E-07	0	0	0	0	0	1.6E-05	2.2E-07
Chrome III (CrIII)	1.4E-06	2.4E-08	3.0E-07	0	0	0	0	0	9.2E-06	1.3E-07
Chrome VI (CrVI)	7.4E-11	1.3E-12	1.6E-11	7.4E-10	5.5E-10	0	0	0	4.8E-10	6.7E-12
Cobalt (Co)	6.6E-07	1.1E-08	1.4E-07	0	0	0	0	0	4.3E-06	6.0E-08
Manganese (Mn) dans les PM_{10}	3.3E-08	5.6E-10	6.9E-09	3.3E-07	6.3E-08	0	0	0	2.1E-07	3.0E-09
Mercure (Hg)	4.3E-10	7.3E-12	9.0E-11	2.0E-09	1.0E-09	0	0	0	2.8E-09	3.9E-11
Nickel (Ni) dans les PM_{10}	7.0E-06	1.2E-07	1.5E-06	5.7E-07	6.4E-08	0	0	0	4.6E-05	6.4E-07
Plomb (Pb)	1.3E-06	2.2E-08	2.7E-07	0	0	0	0	0	8.3E-06	1.2E-07
BPC totaux	4.3E-09	7.3E-11	9.0E-10	0	0	0	0	0	2.8E-08	3.9E-10
Dioxines et furannes (D&F)	5.6E-11	9.4E-13	1.2E-11	4.5E-14	2.4E-14	0	0	0	3.6E-10	5.0E-12
HAP nitrés (NHAP)	1.0E-03	1.0E-05	1.4E-04	4.5E-05	1.1E-03	0	0	0	3.6E-03	6.4E-05
HAP oxygénés (OHAP)	1.6E-03	1.7E-05	2.2E-04	7.2E-05	1.7E-03	0	0	0	5.8E-03	1.0E-04
HAP alkylés (AHAP)	1.8E-03	1.8E-05	2.3E-04	7.7E-05	1.8E-03	0	0	0	6.2E-03	1.1E-04
Dibenzothiophène (DBT)	8.9E-06	9.0E-08	1.2E-06	3.9E-07	9.3E-06	0	0	0	3.2E-05	5.6E-07

Navires et autres embarcations maritimes - PHASE DE CONSTRUCTION DU TERMINAL DE QSL

Références: US EPA (2022), Port Emissions Inventory Guidance: Methodologies for estimating port-related and goods movement mobile source emissions.

Spécifications techniques

N° ID	Descriptif	Pondération des émissions		Charge moteur (kW)	NOTE
		Journalier	Annuel		
A1-1	Remorqueur - propulsion	50%	36%	1 756	1, 2
A1-2	Remorqueur - moteur auxiliaire			123	1, 2

[1] La modélisation considère des émissions d'avril à novembre inclusivement de 7h00 à 18h00 (11h par jour). Pendant cette période, il n'y aura des activités que 5 jr/7. Les barges sont requises sur une période de 12 mois avec le remorqueur. On suppose un taux d'utilisation journalier maximum de 50% sachant que le remorqueur sera surtout utilisé pour déplacer et mettre en place les barges et ne sera pas utilsé pour faire du transport proprement dit.

[2] Puissance installée typique de 3 512 kW pour le moteur de propulsion et 285 kW pour le moteur auxiliaire selon US EPA (2022), Appendix G x facteur de charge de 50% et 43%, respectivement.

Facteurs d'émission (en g/kWh)

N° ID	Descriptif	PM_T	PM_{10}	$PM_{2.5}$	NOx	CO	SO_2	HC	NH_3	1,3-butadiène	Acétaldéhyde	Acroléine	Benzène	NOTE
A1-1	Remorqueur - propulsion	0.15	0.15	0.15	6.1	1.1	0.42	0.19	0.0028	2.0E-04	2.0E-03	3.7E-04	9.5E-04	1, 2
A1-2	Remorqueur - moteur auxiliaire	0.17	0.17	0.17	6.1	0.90	0.42	0.21	0.0032	2.2E-04	2.2E-03	4.1E-04	1.0E-03	1, 2
N° ID	**Descriptif**	**Éthylbenzène**	**Formaldéhyde**	**i-octane**	**n-hexane**	**Propanal**	**Styrène**	**Toluène**	**Xylènes**	**Naphtalène**	**Pyrène**	**BaP**	**HAP [2]**	**NOTE**
A1-1	Remorqueur - propulsion	8.8E-05	8.5E-03	1.4E-03	5.6E-04	3.0E-04	2.6E-04	4.1E-04	2.8E-04	6.3E-03	5.0E-06	6.2E-07	9.2E-06	3
A1-2	Remorqueur - moteur auxiliaire	9.7E-05	9.4E-03	1.6E-03	6.2E-04	3.4E-04	2.9E-04	4.5E-04	3.1E-04	6.9E-03	5.6E-06	7.0E-07	1.0E-05	3
N° ID	**Descriptif**	**Antimoine**	**Arsenic**	**Beryllium**	**Cadmium**	**Chrome III**	**Chrome VI**	**Cobalt**	**Manganese**	**Mercure**	**Nickel**	**Plomb**	**Selenium**	**NOTE**
A1-1	Remorqueur - propulsion	9.1E-05	3.8E-06	8.7E-08	3.5E-05	2.0E-05	1.1E-09	9.5E-06	4.7E-07	6.2E-09	1.0E-04	1.8E-05	6.4E-10	4
A1-2	Remorqueur - moteur auxiliaire	1.0E-04	4.3E-06	9.9E-08	3.9E-05	2.3E-05	1.2E-09	1.1E-05	5.4E-07	7.0E-09	1.1E-04	2.1E-05	7.3E-10	4
N° ID	**Descriptif**	**BPC**	**D&F [5]**	**N-HAP**	**O-HAP**	**A-HAP**	**DBT**	**CN**						**NOTE**
A1-1	Remorqueur - propulsion	6.2E-08	8.0E-10	9.4E-03	1.5E-02	1.6E-02	8.2E-05	1.13E-01						6, 7, 8,
A1-2	Remorqueur - moteur auxiliaire	7.0E-08	9.1E-10	1.0E-02	1.7E-02	1.8E-02	9.1E-05	1.28E-01						6, 7, 8,

[1] PM10, NOx, CO, SO2 et HC: Calculs et facteurs d'émissions selon l'US EPA (2022), Appendix H pour des moteurs de propulsion et auxiliaires sur des navires de catégorie C1 avec certification Tier 2 (construit normalement entre 2004 et 2012; PM2.5 = 97% x PM10 et PMT = PM10; concentration de soufre de 1 000 ppm.

[2] NH3 et COVs: Calculés en fonction du facteur d'émission de HC x la fraction massique du contaminant dans les COV (ou les PM2.5 pour NH3) pour les gaz d'échappement d'engins maritimes commerciaux (voir onglet "Toxics").

[3] COVs, HAP: Calculés en fonction du facteur d'émission de HC (ou de PM2.5 pour les HAP et BPC) x la fraction massique du contaminant dans les COV ou les PM2.5 pour les gaz d'échappement d'engins maritimes commerciaux (voir onglet "Toxics")

[4] Métaux: Calculés en fonction du facteur d'émission de PM2.5 x par la fraction massique du contaminant dans les PM2.5 pour les gaz d'échappement d'engins maritimes commerciaux (voir onglet "Toxics").

[5] Le facteur d'émission pour les dioxines et furannes (D&F) correspond à la somme des congénères de dioxines. On suppose la totalité comme des 2,3,7,8-T4CDD (D&F en éq. 2,3,7,8-T4CDD).

[6] BPC & D&F: Calculés en fonction du facteur d'émission de PM2.5 x la fraction massique du contaminant dans les PM2.5 pour les gaz d'échappement d'engins maritimes commerciaux (voir onglet "Toxics")

[7] NHAP, OHAP, AHAP, DBT: Calculés en fonction du facteur d'émission des HAP principaux totaux dans les HC + les PM2.5 x un ratio NHAP/HAP totaux décrit dans l'onglet "Toxics".

[8] Carbone noir (CN): Calculé en fonction du facteur d'émission de $PM_{2.5}$ multiplié par un ratio CN/$PM_{2.5}$ de 77% selon US EPA (2022).

Taux d'émission (g/s) pour les scénarios maximum horaire, maximum quotidien et moyenne annuelle

N° ID	Descriptif	PMT	PM10	PM2.5	NOx	CO	SO2	HC	NH3	1,3-butadiène	Acétaldéhyde	Acroléine	Benzène	NOTE
A1-1	Remorqueur - propulsion	7.4E-02	7.4E-02	7.2E-02	3.0E+00	5.4E-01	2.0E-01	9.3E-02	1.4E-03	9.9E-05	9.5E-04	1.8E-04	4.6E-04	
A1-2	Remorqueur - moteur auxiliaire	5.8E-03	5.8E-03	5.7E-03	2.1E-01	3.1E-02	1.4E-02	7.1E-03	1.1E-04	7.6E-06	7.4E-05	1.4E-05	3.6E-05	
Taux d'émissions (g/s) - maximums horaires														
A1	Remorqueur	8.0E-02	8.0E-02	7.7E-02	3.2E+00	5.7E-01	2.2E-01	1.0E-01	1.5E-03	1.1E-04	1.0E-03	1.9E-04	5.0E-04	1
Taux d'émissions (g/s) - maximums quotidiens														
A1	Remorqueur	4.0E-02	4.0E-02	3.9E-02	1.6E+00	2.8E-01	1.1E-01	5.0E-02	7.5E-04	5.3E-05	5.1E-04	9.7E-05	2.5E-04	2
Taux d'émissions (g/s) - moyenne annuelle														
A1	Remorqueur	2.9E-02	2.9E-02	2.8E-02	1.1E+00	2.0E-01	7.8E-02	3.6E-02	5.3E-04	3.8E-05	3.7E-04	6.9E-05	1.8E-04	3
N° ID	**Descriptif**	**Éthylbenzène**	**Formaldéhyde**	**i-octane**	**n-hexane**	**Propanal**	**Styrène**	**Toluène**	**Xylènes**	**Naphtalène**	**Pyrène**	**BaP**	**HAP**	**NOTE**
A1-1	Remorqueur - propulsion	4.3E-05	4.2E-03	6.9E-04	2.7E-04	1.5E-04	1.3E-04	2.0E-04	1.4E-04	3.1E-03	2.4E-06	3.0E-07	4.5E-06	
A1-2	Remorqueur - moteur auxiliaire	3.3E-06	3.2E-04	5.4E-05	2.1E-05	1.1E-05	9.9E-06	1.5E-05	1.1E-05	2.4E-04	1.9E-07	2.4E-08	3.5E-07	
Taux d'émissions (g/s) - maximums horaires														
A1	Remorqueur	4.6E-05	4.5E-03	7.5E-04	2.9E-04	1.6E-04	1.4E-04	2.1E-04	1.5E-04	3.3E-03	2.6E-06	3.2E-07	4.8E-06	1
Taux d'émissions (g/s) - maximums quotidiens														
A1	Remorqueur	2.3E-05	2.2E-03	3.7E-04	1.5E-04	8.0E-05	6.9E-05	1.1E-04	7.5E-05	1.6E-03	1.3E-06	1.6E-07	2.4E-06	2
Taux d'émissions (g/s) - moyenne annuelle														
A1	Remorqueur	1.6E-05	1.6E-03	2.7E-04	1.0E-04	5.7E-05	4.9E-05	7.6E-05	5.3E-05	1.2E-03	9.3E-07	1.2E-07	1.7E-06	3
N° ID	**Descriptif**	**Antimoine**	**Arsenic**	**Beryllium**	**Cadmium**	**Chrome III**	**Chrome VI**	**Cobalt**	**Manganese**	**Mercure**	**Nickel**	**Plomb**	**Selenium**	**NOTE**
A1-1	Remorqueur - propulsion	4.4E-05	1.9E-06	4.3E-08	1.7E-05	9.9E-06	5.2E-10	4.6E-06	2.3E-07	3.0E-09	4.9E-05	9.0E-06	3.1E-10	
A1-2	Remorqueur - moteur auxiliaire	3.5E-06	1.5E-07	3.4E-09	1.3E-06	7.8E-07	4.1E-11	3.7E-07	1.8E-08	2.4E-10	3.9E-06	7.1E-07	2.5E-11	
Taux d'émissions (g/s) - maximums horaires														
A1	Remorqueur	4.8E-05	2.0E-06	4.6E-08	1.8E-05	1.1E-05	5.6E-10	5.0E-06	2.5E-07	3.2E-09	5.3E-05	9.7E-06	3.4E-10	1
Taux d'émissions (g/s) - maximums quotidiens														
A1	Remorqueur	2.4E-05	1.0E-06	2.3E-08	9.1E-06	5.3E-06	2.8E-10	2.5E-06	1.2E-07	1.6E-09	2.7E-05	4.8E-06	1.7E-10	2
Taux d'émissions (g/s) - moyenne annuelle														
A1	Remorqueur	1.7E-05	7.2E-07	1.6E-08	6.5E-06	3.8E-06	2.0E-10	1.8E-06	8.9E-08	1.2E-09	1.9E-05	3.5E-06	1.2E-10	3
N° ID	**Descriptif**	**BPC**	**D&F [5]**	**N-HAP**	**O-HAP**	**A-HAP**	**DBT**	**CN**						**NOTE**
A1-1	Remorqueur - propulsion	3.0E-08	3.9E-10	4.6E-03	7.3E-03	7.9E-03	4.0E-05	5.5E-02						
A1-2	Remorqueur - moteur auxiliaire	2.4E-09	3.1E-11	3.5E-04	5.7E-04	6.1E-04	3.1E-06	4.4E-03						
Taux d'émissions (g/s) - maximums horaires														
A1	Remorqueur	3.2E-08	4.2E-10	4.9E-03	7.9E-03	8.5E-03	4.3E-05	6.0E-02						1
Taux d'émissions (g/s) - maximums quotidiens														
A1	Remorqueur	1.6E-08	2.1E-10	2.5E-03	4.0E-03	4.2E-03	2.2E-05	3.0E-02						2
Taux d'émissions (g/s) - moyenne annuelle														
A1	Remorqueur	1.2E-08	1.5E-10	1.8E-03	2.8E-03	3.0E-03	1.5E-05	2.1E-02						3

[1] Somme des taux d'émission maximum horaire des sources A1-1 et A1-2.

[2] Taux d'émission maximum horaire multiplié par le facteur de pondération journalier.

[3] Taux d'émission maximum horaire multiplié par le facteur de pondération annuel.

Estimation des paramètres d'émission des cheminées des navires et remorqueurs

N° ID	Descriptif	Consommation en carburant		Gaz de combustion				Vitesse verticale de sortie [3]	
		g/kWh	kg/h	Nm^3/kg [1]	Nm^3/h	°C [2]	Am^3/h	D (m)	m/s
A1-1	Remorqueur - propulsion	213	374	29	10 941	300	22 964		
A1-2	Remorqueur - moteur auxiliaire	213	26	29	764	250	1 463		
Flux combinés									
A1	Remorqueur				11 705	297		0.61	14.6

[1] Volume de gaz de combustion par kg de diesel avec un excès d'air de 150%.

[2] Température des gaz d'échappement considérée pour l'étude.

[3] Suppose la présence de 2 pots d'échappement de 1 pi. chacun avec un angle de sortie à 45 deg.

Taux d'émissions des odeurs

N° ID	Descriptif	Seuil d'odeur [1]	Taux d'odeur [2]
		$u.o./Nm^3$	u.o./s
A1	Remorqueur	4 809	15 637

[1] Seuil d'odeur du gaz de combustion au pot d'échappement estimé en fonction des hypothèses suivantes: seuil de détection de l'odeur à 5 700 $u.o./Nm^3$ pour des génératrices (valeur plus élevé selon AWMA (Quantification of Diesel Odor Emissions, 94th Annual Meeting & Exhibtion, 2001) multiplié par le ratio entre les facteur d'émission d'hydrocarbures pour des moteurs Tier 2 et Tier 0 selon l'US EPA (2022).

[2] Calculé en fonction du débit des gaz de combustion des flux combinés.

Moteurs à combustion interne fonctionnant au diesel - PHASE DE CONSTRUCTION DU TERMINAL DE QSL

Références: US EPA Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Compression-ignition Engine in MOVES4, 2023.

Hypothèses

Facteur d'age moteur [1]	1.00	
Densité du carburant diesel	850	g/L
Soufre dans le diesel	15	ppm S

Spécifications techniques

Équipement			Nombre	Puissance nominale (hp)	Facteur de charge du moteur	Classification EPA (TIER) [1]	Pondération des taux d'émissions			Note
N° ID	Description	Type					Horaire	Journalier	Annuel	
A2-1	Grue 75T (ex. Tadano Mantis GTC-800)	Crane	1	310	0.43	2	100%	82%	58%	2
A2-2	Camion hors route	Off-highway truck	1	450	0.59	4FD	100%	27%	19%	3
A2-3	Camion hors route	Off-highway truck	1	450	0.59	3	100%	27%	19%	3
A2-4	Grue 150T (ex. Liebher LTM1150)	Crane	1	536	0.43	2	100%	82%	29%	4
A2-5	Pelle mécanique (PC300)	Excavator	1	180	0.59	3	100%	82%	58%	2
A2-6	Nacelle (ex. Skytrack 8042)	Aerial lift	1	110	0.21	4FD	100%	82%	58%	2
A2-7	Compresseur (ex. Doosan DA400)	Generator set	1	165	0.43	3	100%	100%	71%	5
A2-8	Pompe à béton	Generator set	1	100	0.43	4FD	0%	0%	2.0%	6
A2-9	Grue 275T (ex. ATC 3275)	Crane	1	215	0.43	2	0%	0%	2.0%	6
A2-10	Finisseur de béton (ex. Gomaco)	Concrete industrial saw	1	50	0.59	2	0%	0%	0.82%	7
A2-11	Équipements d'asphaltage	Paving equipment	1	100	0.59	4FD	0%	0%	0.82%	7
A2-12	Équipements d'asphaltage	Paving equipment	1	100	0.59	3	0%	0%	0.41%	8

[1] Liste et nombre maximal d'équipements au chantier selon QSL. On suppose une distribution égale entre des moteurs Tier 2, 3 et 4F.

[2] Opération sur 9 heures par jour de 11 heures (2 heures d'arrêts ou pause) et 5 jours par semaine pendant la période d'émissions de 8 mois.

[3] Opération du moteur d'au plus 3 heures par jour de 11 heures et 5 jours par semaine pendant la période d'émissions de 8 mois.

[4] Opération sur 9 heures par jour de 11 heures (2 heures d'arrêts ou pause) et 5 jours par semaine mais seulement pour la moitié des jours pendant la période d'émissions de 8 mois.

[5] Opération du compresseur en continu 5 jours par semaine pendant la période d'émissions de 8 mois.

[6] Opération de la pompe et de la grue sur l'équivalent de 5 jours pendant la période d'émissions de 8 mois. Exclut des taux d'émissions horaires et journaliers puisque ils ne seront utilisés en simultanée avec les autres équipements ci-dessus.

[7] Opération d'un finisseur de béton pendant 2 jours pendant la période d'émissions sur 8 mois. Exclut des taux d'émissions horaires et journaliers puisque ils ne seront utilisés en simultanée avec les autres équipements ci-dessus.

[8] Opération d'équipements d'asphaltage (rouleau et finisseur) pendant 1 journée pendant la période d'émissions de 8 mois. Exclut des taux d'émissions horaires et journaliers puisque ils ne seront utilisés en simultanée avec les autres équipements ci-dessus.

Oxydes d'azote (NOx)

Équipement			FE de base (EF_{SS} - g/hp-h)	Facteur TAF	Facteur de déterioration (DF)	FE ajusté (Ef_{adj} - g/hp-h) [1]	Taux d'émission (g/s)
N° ID	Description	Type					
A2-1	Grue 75T (ex. Tadano Mantis GTC-800)	Crane	4.335	1.000	1.009	4.4	0.16
A2-2	Camion hors route	Off-highway truck	0.079	1.000	1.008	0.080	0.0059
A2-3	Camion hors route	Off-highway truck	2.500	1.040	1.008	2.6	0.19
A2-4	Grue 150T (ex. Liebher LTM1150)	Crane	4.335	1.000	1.009	4.4	0.28
A2-5	Pelle mécanique (PC300)	Excavator	2.500	1.040	1.008	2.6	0.077
A2-6	Nacelle (ex. Skytrack 8042)	Aerial lift	0.096	1.000	1.008	0.097	0.00062
A2-7	Compresseur (ex. Doosan DA400)	Generator set	2.500	1.000	1.008	2.5	0.050
A2-8	Pompe à béton	Generator set	0.091	1.000	1.008	0.092	0.0011
A2-9	Grue 275T (ex. ATC 3275)	Crane	4.000	1.000	1.009	4.0	0.10
A2-10	Finisseur de béton (ex. Gomaco)	Concrete industrial saw	4.728	0.950	1.009	4.5	0.037
A2-11	Équipements d'asphaltage	Paving equipment	0.091	1.000	1.008	0.092	0.0015
A2-12	Équipements d'asphaltage	Paving equipment	3.000	1.040	1.008	3.1	0.052

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

Particules totales (PM_T)

Équipement			FE de base (EF_{SS} - g/hp-h)	Facteur TAF	Facteur de déterioration (DF)	FE ajusté (Ef_{adj} - g/hp-h) [1]	Taux d'émission (g/s)
N° ID	Description	Type					
A2-1	Grue 75T (ex. Tadano Mantis GTC-800)	Crane	0.132	1.000	1.473	0.14	0.0053
A2-2	Camion hors route	Off-highway truck	0.002	1.000	1.473	0.0029	0.00022
A2-3	Camion hors route	Off-highway truck	0.150	1.470	1.473	0.27	0.020
A2-4	Grue 150T (ex. Liebher LTM1150)	Crane	0.132	1.000	1.473	0.14	0.0091
A2-5	Pelle mécanique (PC300)	Excavator	0.150	1.470	1.473	0.27	0.0080
A2-6	Nacelle (ex. Skytrack 8042)	Aerial lift	0.001	1.000	1.473	0.0015	0.0000095
A2-7	Compresseur (ex. Doosan DA400)	Generator set	0.220	1.000	1.473	0.27	0.0054
A2-8	Pompe à béton	Generator set	0.007	1.000	1.473	0.010	0.00012
A2-9	Grue 275T (ex. ATC 3275)	Crane	0.132	1.000	1.473	0.14	0.0036
A2-10	Finisseur de béton (ex. Gomaco)	Concrete industrial saw	0.339	1.230	1.473	0.56	0.0046
A2-11	Équipements d'asphaltage	Paving equipment	0.007	1.000	1.473	0.010	0.00017
A2-12	Équipements d'asphaltage	Paving equipment	0.200	1.470	1.473	0.37	0.0061

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

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

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

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

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

Monoxyde de carbone (CO)

Équipement			FE de base (EF_{SS} - g/hp-h)	Facteur TAF	Facteur de déterioration (DF)	FE ajusté (Ef_{adj} - g/hp-h) [1]	Taux d'émission (g/s)
N° ID	Phase / description	Modèle type					
A2-1	Grue 75T (ex. Tadano Mantis GTC-800)	Crane	0.843	1.000	1.101	0.93	0.034
A2-2	Camion hors route	Off-highway truck	0.015	1.000	1.151	0.017	0.0013
A2-3	Camion hors route	Off-highway truck	0.843	1.530	1.151	1.5	0.11
A2-4	Grue 150T (ex. Liebher LTM1150)	Crane	0.843	1.000	1.101	0.93	0.059
A2-5	Pelle mécanique (PC300)	Excavator	0.748	1.530	1.151	1.3	0.039
A2-6	Nacelle (ex. Skytrack 8042)	Aerial lift	0.023	1.000	1.151	0.026	0.00017
A2-7	Compresseur (ex. Doosan DA400)	Generator set	0.867	1.000	1.151	1.0	0.020
A2-8	Pompe à béton	Generator set	0.101	1.000	1.151	0.12	0.0014
A2-9	Grue 275T (ex. ATC 3275)	Crane	0.748	1.000	1.101	0.82	0.021
A2-10	Finisseur de béton (ex. Gomaco)	Concrete industrial saw	1.532	1.530	1.101	2.6	0.021
A2-11	Équipements d'asphaltage	Paving equipment	0.101	1.000	1.151	0.12	0.0019
A2-12	Équipements d'asphaltage	Paving equipment	2.366	1.530	1.151	4.2	0.068

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

Dioxyde de soufre (SO_2)

Équipement			FE de base (EF_{SS} - g/hp-h)	Facteur TAF	BSFC ajusté (g/hp-h)	FE ajusté (Ef_{adj} - g/hp-h) [1]	Taux d'émission (g/s)
N° ID	Phase / description	Modèle type					
A2-1	Grue 75T (ex. Tadano Mantis GTC-800)	Crane	0.367	1.000	166	0.0049	1.8E-04
A2-2	Camion hors route	Off-highway truck	0.367	1.000	166	0.0035	2.6E-04
A2-3	Camion hors route	Off-highway truck	0.367	1.010	168	0.0049	3.6E-04
A2-4	Grue 150T (ex. Liebher LTM1150)	Crane	0.367	1.000	166	0.0049	3.1E-04
A2-5	Pelle mécanique (PC300)	Excavator	0.367	1.010	168	0.0049	1.5E-04
A2-6	Nacelle (ex. Skytrack 8042)	Aerial lift	0.367	1.000	166	0.0035	2.2E-05
A2-7	Compresseur (ex. Doosan DA400)	Generator set	0.367	1.000	166	0.0049	9.6E-05
A2-8	Pompe à béton	Generator set	0.408	1.000	185	0.0039	4.6E-05
A2-9	Grue 275T (ex. ATC 3275)	Crane	0.367	1.000	166	0.0049	1.3E-04
A2-10	Finisseur de béton (ex. Gomaco)	Concrete industrial saw	0.408	1.010	187	0.0055	4.5E-05
A2-11	Équipements d'asphaltage	Paving equipment	0.408	1.000	185	0.0039	6.4E-05
A2-12	Équipements d'asphaltage	Paving equipment	0.408	1.010	187	0.0055	9.0E-05

[1] Le modèle calcule un facteur d'émission de SO_2 en fonction de la concentration de soufre dans le carburant diesel:

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

Hydrocarbures totaux (HC)

Équipement			FE de base (EF_{SS} - g/hp-h)	Facteur TAF	Facteur de déterioration (DF)	FE ajusté (Ef_{adj} - g/hp-h) [1]	Taux d'émission (g/s)
N° ID	Phase / description	Modèle type					
A2-1	Grue 75T (ex. Tadano Mantis GTC-800)	Crane	0.167	1.000	1.034	0.18	0.0065
A2-2	Camion hors route	Off-highway truck	0.010	1.000	1.027	0.010	0.00076
A2-3	Camion hors route	Off-highway truck	0.167	1.050	1.027	0.18	0.014
A2-4	Grue 150T (ex. Liebher LTM1150)	Crane	0.167	1.000	1.034	0.18	0.011
A2-5	Pelle mécanique (PC300)	Excavator	0.184	1.050	1.027	0.20	0.0060
A2-6	Nacelle (ex. Skytrack 8042)	Aerial lift	0.010	1.000	1.027	0.010	0.000066
A2-7	Compresseur (ex. Doosan DA400)	Generator set	0.184	1.000	1.027	0.19	0.0038
A2-8	Pompe à béton	Generator set	0.008	1.000	1.027	0.0082	0.00010
A2-9	Grue 275T (ex. ATC 3275)	Crane	0.309	1.000	1.034	0.33	0.0084
A2-10	Finisseur de béton (ex. Gomaco)	Concrete industrial saw	0.279	1.050	1.034	0.31	0.0025
A2-11	Équipements d'asphaltage	Paving equipment	0.008	1.000	1.027	0.0082	0.00013
A2-12	Équipements d'asphaltage	Paving equipment	0.184	1.050	1.027	0.20	0.0033

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

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

Taux d'émission des moteurs (g/s)

N° ID	Description		PMT	PM10	PM2.5	NOx	CO	SO2	HC	NH3	1,3-butadiène	Acétaldéhyde	Acroléine	Benzène	NOTE
A2	Machinerie au niveau du quai	Horaire	0.048	0.048	0.047	0.77	0.26	1.4E-03	0.042	0.0084	8.7E-05	4.8E-03	8.7E-04	2.5E-03	1, 4
		Quotidien	0.029	0.029	0.028	0.53	0.16	8.1E-04	0.027	0.0037	5.6E-05	3.1E-03	5.7E-04	1.6E-03	2, 4
		Annuel	0.018	0.018	0.018	0.30	0.097	4.9E-04	0.016	0.0023	3.4E-05	1.9E-03	3.4E-04	9.8E-04	3, 4
N° ID	**Description**		**Éthylbenzène**	**Formaldéhyde**	**i-octane**	**n-hexane**	**Propanal**	**Styrène**	**Toluène**	**Xylènes**	**Naphtalène**	**Pyrène**	**BaP**	**HAP**	**NOTE**
A2	Machinerie au niveau du quai	Horaire	4.73E-04	1.36E-02	3.65E-04	1.20E-04	1.03E-03	0	1.76E-03	3.43E-03	3.6E-04	8.9E-06	3.1E-07	1.4E-06	1, 4
		Quotidien	3.07E-04	8.82E-03	2.37E-04	7.76E-05	6.65E-04	0	1.14E-03	2.22E-03	2.3E-04	5.7E-06	1.9E-07	8.8E-07	2, 4
		Annuel	1.84E-04	5.30E-03	1.42E-04	4.66E-05	3.99E-04	0	6.86E-04	1.34E-03	1.4E-04	3.5E-06	1.2E-07	5.4E-07	3, 4
N° ID	**Description**		**Antimoine**	**Arsenic**	**Beryllium**	**Cadmium**	**Chrome III**	**Chrome VI**	**Cobalt**	**Manganese**	**Mercure**	**Nickel**	**Plomb**	**Selenium**	**NOTE**
A2	Machinerie au niveau du quai	Horaire	0	3.2E-07	0	0	0	1.6E-09	0	7.0E-07	4.3E-09	1.2E-06	0	0	1, 5
		Quotidien	0	1.4E-07	0	0	0	6.9E-10	0	3.1E-07	1.9E-09	5.4E-07	0	0	2, 5
		Annuel	0	8.8E-08	0	0	0	4.2E-10	0	1.9E-07	1.2E-09	2.3E-07	0	0	3, 5
N° ID	**Description**		**BPC**	**D&F**	**N-HAP**	**O-HAP**	**A-HAP**	**DBT**	**CN**						**NOTE**
A2	Machinerie au niveau du quai	Horaire	0	9.5E-14	8.2E-04	1.3E-03	1.4E-03	7.2E-06	3.59E-02						1, 7, 8
		Quotidien	0	4.2E-14	5.3E-04	8.5E-04	9.1E-04	4.6E-06	2.18E-02						2, 7, 8
		Annuel	0	2.6E-14	3.2E-04	5.1E-04	5.5E-04	2.8E-06	1.37E-02						3, 7, 8

[1] Somme pondérée des taux d'émission des équipements (PM, NOx, CO, SO2, HC) multipliés par le facteur de pondération horaire spécifié dans le premier tableau ci-dessus.

[2] Somme pondérée des taux d'émission des équipements (PM, NOx, CO, SO2, HC) multipliés par le facteur de pondération journalier spécifié dans le premier tableau ci-dessus.

[3] Somme pondérée des taux d'émission des équipements (PM, NOx, CO, SO2, HC) multipliés par le facteur de pondération annuel spécifié dans le premier tableau ci-dessus.

[4] NH3, COVs, et HAP: Calculés en fonction du taux d'émission de HC (ou de PM2.5 pour les HAP et BPC) x la fraction massique du contaminant dans les COV ou les PM2.5 pour les gaz d'échappement d'équipements hors route (voir onglet "Toxics")

[5] Métaux: Calculés en fonction du taux de consommation de diesel calculé (L/h) x le facteur d'émission du métal (g/L) dans les gaz d'échappement d'équipements mobiles hors route (voir onglet "Toxics").

[6] BPC & D&F: Calculés en fonction du taux d'émission de PM2.5 x la fraction massique du contaminant dans les PM2.5 pour les gaz d'équipment hors route (voir onglet "Toxics")

[7] NHAP, OHAP, AHAP, DBT: Calculés en fonction du facteur d'émission des HAP principaux totaux dans les HC + les PM2.5 x un ratio NHAP/HAP totaux décrit dans l'onglet "Toxics".

[8] Carbone noir (CN): Calculé en fonction du taux d'émission de $PM_{2.5}$ multiplié par un ratio $CN/PM_{2.5}$ de 77% selon US EPA (2022).

Taux d'émissions des odeurs

Équipement			Seuil d'odeur [1]	Débit [2]	Taux d'odeur [3]
N° ID	Phase / description	Puissance	u.o./Nm^3	Nm^3/hp-h	u.o./s
A2-1	Grue 75T (ex. Tadano Mantis GTC-800)	310	736	3.5	96
A2-2	Camion hors route	450	736	3.5	191
A2-3	Camion hors route	450	736	3.5	191
A2-4	Grue 150T (ex. Liebher LTM1150)	536	736	3.5	166
A2-5	Pelle mécanique (PC300)	180	1 361	3.5	141
A2-6	Nacelle (ex. Skytrack 8042)	110	1 493	3.5	34
A2-7	Compresseur (ex. Doosan DA400)	165	1 493	3.5	104
A2-8	Pompe à béton	100	1 113	3.5	0
A2-9	Grue 275T (ex. ATC 3275)	215	1 361	3.5	0
A2-10	Finisseur de béton (ex. Gomaco)	50	1 113	3.5	0
A2-11	Équipements d'asphaltage	100	1 113	3.5	0
A2-12	Équipements d'asphaltage	100	1 113	3.5	0

[1] Seuil d'odeur du gaz de combustion au pot d'échappement estimé en fonction des hypothèses suivantes: seuil de détection de l'odeur à 3 000 u.o./m^3 pour des camions contruits avant 2001 et dont on suppose une certification Tier 0 (AWMA Quantification of Diesel Odor Emissions, 94th Annual Meeting & Exhibtion, 2001) multiplié par le ratio entre les facteur d'émission d'hydrocarbures pour des moteurs Tier 2 et Tier 0 selon le modèle Nonroad de l'US EPA.

[2] Débit spécifique moyen pour des moteurs de puissance inférieure à 500 hp, selon une base de données de Donaldson.

[3] Taux d'odeurs calculés pour les équipements pouvant être opérés en simultanée seulement.

Camionnage (poussières de route) - PAHSE DE CONSTRUCTION DU TERMINAL DE QSL

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

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

Routes industrielles

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

Routes publiques non pavées

$$FE = 281{,}9 \times k \times \left(\frac{s}{12}\right)^{a} \times \left(\frac{S}{30}\right)^{d} \times \left(\frac{M}{0{,}5}\right)^{-c} \times (1 - \%EC)$$

Routes pavées

$$FE = 281{,}9 \times k \times s^{0.91} \times W^{1.02} \times (1 - \%EC)$$

FE: Facteur d'émission (g/VKT)

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

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

W: Masse moyenne (en tons) des véhicules

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

%EC: Efficacité de contrôle des émissions

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

M: Humidité du matériel composant la route (%)

	Routes industrielles			Routes publiques non pavées			Routes pavées			
Constantes	**PM_T**	**PM_{10}**	**$PM_{2.5}$**	**PM_T**	**PM_{10}**	**$PM_{2.5}$**	**PM_T**	**PM_{15}**	**PM_{10}**	**$PM_{2.5}$**
k (lb/miles)	4.9	1.5	0.15	6	1.8	0.18	0.011	0.0027	0.0022	0.00054
a	0.7	0.9	0.9	1	1	1	---	---	---	---
b	0.45	0.45	0.45	---	---	---	---	---	---	---
c	---	---	---	0.3	0.2	0.2	---	---	---	---
d	---	---	---	0.3	0.5	0.5	---	---	---	---

Spécifications techniques

N° ID	Description	Période d'exposition	Période d'activités de construction	Route			Camion				NOTE
				Type	Longueur (m)	Silt (g/m^3)	Masse vide (t)	Charge utile (t)	Nombre	km aller-retour	
A3P	Camionnage des matériaux retirés des caissons et du béton	Journalier	11 h/jr	Pavée	3 216	0.20	13	16	61	390	1 à 5
		Annuel	244 jr/a						1 214	7 806	1 à 4

[1] Longueur du troncon à partir de la sortie du terminal jusqu'à l'entrée de l'autoroute 30.

[2] La quantité de silt sur les routes pavées pourra évoluer selon l'endroit sur le troncon routier. La valeur par défaut pour un débit journalier de circulation entre 500 et 5000 véhicules est considérée (US EPA AP-42 tableau 13.2.1-2).

[3] Masse d'un camion avec une remorque vide se situe entre 10 et 16 tonnes (valeur moyenne est appliquée).

[4] Charge utile moyenne minimum résultant à plus de voyages (mesure de prudence).

[5] Nombre de camions annuels basés sur 750 m^3 de sédiments retirés des caissons (x 2 t/m3) + 7 466 m^3 de béton (x 2,4 t/m3) divisé par la charge utile des camions. Suppose que le camionnage s'effectue pendant une seule des 2 années de travaux pour la période d'exposition annuelle et sur 4 semaines pour la période d'exposition quotidienne (mesure de prudence) .

Émissions fugitives de particules

N° ID	Description	Période d'exposition	Facteurs d'émission (g/km)				Taux d'émission (g/s)				NOTE
			PM_T	PM_{15}	PM_{10}	$PM_{2.5}$	PM_T	PM_{15}	PM_{10}	$PM_{2.5}$	
A3P	Camionnage des matériaux retirés des caissons et du béton	Journalier	18	4.3	3.5	0.87	0.17	0.043	0.035	0.0085	1
		Annuel					0.014	0.0035	0.0028	0.00070	1

[1] Les facteurs d'émissions de poussières sur les routes pavées ne prennent pas en compte de mesure de contrôle des émissions (%EC = 0).

Moteurs des véhicules routiers - PHASE DE CONSTRUCTION DU TERMINAL DE QSL

Références: US Bureau of Statistics (2023), Table 4-43: Estimated National Average Vehicle Emissions Rates per Vehicle by Vehicle Type using Gasoline and Diesel

Spécifications techniques

N° ID	Description	Période d'exposition	Période d'activités de construction		Nombre de camions pendant la période	Distance aller-retour pendant la période (km)	NOTE
A3M	Camionnage des matériaux retirés des caissons et du béton	Horaire	1	h/h	8	53	1
		Quotidien	11	h/jr	61	390	2
		Annuel	244	jr/a	1 214	7 806	2

[1] Maximum horaire est estimé selon le maximum quotidien (qui est déjà une valeur prudente) majoré de 50%.

[2] Voir onglet "A-Routes-PM".

Facteurs d'émission des moteurs (g/km)

N° ID	Description	PM_T	PM_{10}	$PM_{2.5}$	NOx	CO	SO_2	HC	NH_3	1,3-butadiène	Acétaldéhyde	Acroléine	Benzène	NOTE
A3M	Camionnage des matériaux retirés des caissons et du béton	0.075	0.075	0.069	2.6	1.3	0.010	0.17	0.034	1.7E-04	1.5E-02	2.2E-03	2.8E-03	1 à 5
N° ID	**Description**	**Éthylbenzène**	**Formaldéhyde**	**i-octane**	**n-hexane**	**Propanal**	**Styrène**	**Toluène**	**Xylènes**	**Naphtalène**	**Pyrène**	**BaP**	**HAP (éq. BaP)**	**NOTE**
A3M	Camionnage des matériaux retirés des caissons et du béton	2.4E-03	4.7E-02	1.7E-03	1.2E-03	6.7E-04	0	6.5E-03	1.8E-02	3.5E-03	1.1E-05	2.3E-07	4.9E-06	4, 6
N° ID	**Description**	**Antimoine**	**Arsenic**	**Beryllium**	**Cadmium**	**Chrome III**	**Chrome VI**	**Cobalt**	**Manganese**	**Mercure**	**Nickel**	**Plomb**	**Selenium**	**NOTE**
A3M	Camionnage des matériaux retirés des caissons et du béton	0	1.4E-06	0	0	0	3.7E-09	0	4.3E-07	6.9E-09	4.3E-07	0	0	7
N° ID	**Description**	**BPC**	**D&F (T4CDD)**	**N-HAP**	**O-HAP**	**A-HAP**	**DBT**	**CN**						**NOTE**
A3M	Camionnage des matériaux retirés des caissons et du béton	0	1.6E-13	5.9E-03	9.4E-03	1.0E-02	5.1E-05	3.64E-02						7, 8, 9

[1] $PM_{2.5}$, NOx, CO et HC: extrait de l'US Bureau of Transportation Statistics (2023) compilant des facteurs d'émission moyens selon les résultats du modèle MOVES3 (préparé en 2021) par type de véhicules et année d'exploitation. Les facteurs d'émission présentés pour les véhicules lourds au diesel pour l'année 2020 sont utilisés.

[2] PM2.5 = 92% x PM10; PMT = PM10.

[3] SO_2: Calculé en fonction d'un taux de consommation de diesel maximum évalué à 0.4 L/km et une concentration en soufre de 15 ppm dans le diesel.

[4] COVs: Calculé en fonction du facteur d'émission des HC x la fraction du composé dans les HC (voir onglet "Toxics").

[5] NH3: Calculé en fonction d'un facteur d'émission de 0,1 g/kg de carburant diesel selon le rapport technique de l'US EPA (Exhaust emissions rates for heavy-duty onroad vehicles in MOVES5 au tableau 5-1), tout en considérant une densité de 0,85 kg/L et un taux de consommation de 0,4 L/km

[6] HAP: Calculés en fonction du facteur d'émission de HC x la fraction massique du contaminant dans les COV pour les gaz d'échappement de véhicules routiers (voir onglet "Toxics"). Les HAP particulaires sont également compris (sur la base des $PM_{2.5}$).

[7] Métaux, BPC et D&F: Facteurs d'émission sont disponibles à l'onglet "Toxics".

[8] NHAP, OHAP, AHAP, DBT: Calculés en fonction du facteur d'émission des HAP principaux totaux dans les HC + les $PM_{2.5}$ x un ratio NHAP/HAP totaux décrit dans l'onglet "Toxics".

[9] Carbone noir (CN): Calculé en fonction du facteur d'émission de $PM_{2.5}$ multiplié par un ratio CN/$PM_{2.5}$ de 53% selon EEA (2024).

Taux d'émission des moteurs (g/s)

N° ID	Description		PMT	PM10	PM2.5	NOx	CO	SO2	HC	NH3	1,3-butadiène	Acétaldéhyde	Acroléine	Benzène	NOTE
A3M	Camionnage des matériaux retirés des caissons et du béton	Horaire	1.1E-03	1.1E-03	1.0E-03	3.9E-02	1.8E-02	1.5E-04	2.5E-03	5.0E-04	2.6E-06	2.2E-04	3.2E-05	4.1E-05	1
		Quotidien	7.4E-04	7.4E-04	6.8E-04	2.6E-02	1.2E-02	1.0E-04	1.7E-03	3.4E-04	1.7E-06	1.5E-04	2.1E-05	2.7E-05	1
		Annuel	6.0E-05	6.0E-05	5.6E-05	2.1E-03	1.0E-03	8.2E-06	1.4E-04	2.7E-05	1.4E-07	1.2E-05	1.7E-06	2.3E-06	1
N° ID	**Description**		**Éthylbenzène**	**Formaldéhyde**	**i-octane**	**n-hexane**	**Propanal**	**Styrène**	**Toluène**	**Xylènes**	**Naphtalène**	**Pyrène**	**BaP**	**HAP (éq. BaP)**	**NOTE**
A3M	Camionnage des matériaux retirés des caissons et du béton	Horaire	3.6E-05	6.9E-04	2.5E-05	1.7E-05	9.9E-06	0	9.6E-05	2.7E-04	5.2E-05	1.7E-07	3.4E-09	7.3E-08	1
		Quotidien	2.4E-05	4.6E-04	1.7E-05	1.1E-05	6.6E-06	0	6.4E-05	1.8E-04	3.5E-05	1.1E-07	2.2E-09	4.9E-08	1
		Annuel	2.0E-06	3.8E-05	1.4E-06	9.4E-07	5.4E-07	0	5.2E-06	1.5E-05	2.8E-06	9.2E-09	1.8E-10	4.0E-09	1
N° ID	**Description**		**Antimoine**	**Arsenic**	**Beryllium**	**Cadmium**	**Chrome III**	**Chrome VI**	**Cobalt**	**Manganese**	**Mercure**	**Nickel**	**Plomb**	**Selenium**	**NOTE**
A3M	Camionnage des matériaux retirés des caissons et du béton	Horaire	0	2.1E-08	0	0	0	5.5E-11	0	6.3E-09	1.0E-10	6.4E-09	0	0	1
		Quotidien	0	1.4E-08	0	0	0	3.7E-11	0	4.2E-09	6.8E-11	4.3E-09	0	0	1
		Annuel	0	1.2E-09	0	0	0	3.0E-12	0	3.4E-10	5.6E-12	3.5E-10	0	0	1
N° ID	**Description**		**BPC**	**D&F (T4CDD)**	**N-HAP**	**O-HAP**	**A-HAP**	**DBT**	**CN**						**NOTE**
A3M	Camionnage des matériaux retirés des caissons et du béton	Horaire	0	2.43E-15	8.69E-05	1.40E-04	1.50E-04	7.60E-07	5.39E-04						1
		Quotidien	0	1.62E-15	5.79E-05	9.30E-05	9.97E-05	5.07E-07	3.59E-04						1
		Annuel	0	1.33E-16	4.75E-06	7.63E-06	8.17E-06	4.16E-08	2.94E-05						1

[1] Les taux d'émissions horaires, quotidiens et annuels sont calculés en fonction du nombre de kilomètre prévu pendant une heure, une journée ou l'année, tel que spécifié dans le premier tableau, rapporté sur la période d'émission.

Taux d'émissions des odeurs

N° ID	Description	Pussance appliquée (hp)	Seuil d'odeur (u.o./Nm^3) [2]	Débit (Nm^3/hp-h) [3]	Taux d'odeur (u.o./s)	NOTE
A3M	Camionnage des matériaux retirés des caissons et du béton	300	864	4.0	4 766	1 à 4

[1] Puissance typique pour un camion remorque. La charge moyenne du moteur sur une courte période (ex. 4 minutes) est estimée à 75% au maximum sur la route.

[2] Seuil d'odeur du gaz de combustion au pot d'échappement estimé en fonction des hypothèses suivantes: seuil de détection de l'odeur à 3 000 UO/m^3 pour des camions contruits avant 2001 (AWMA Quantification of Diesel Odor Emissions, 94th Annual Meeting & Exhibtion, 2001) multiplié par le ratio entre les facteurs d'émission d'HC de l'US Bureau for Transporation (2023) pour l'année 2020 et 2002.

[3] Débit spécifique moyen pour des moteurs de puissance inférieure à 500 hp, selon une base de données de Donaldson.

[4] Taux d'odeur calculé pour un camion x le nombre de camion maximum prévu sur 1 heure (2 passages - allller et retour).

Navires et autres embarcations maritimes - PROJET DE TERMINAL DE QSL (Scénario #1)

Références: US EPA (2022), Port Emissions Inventory Guidance: Methodologies for estimating port-related and goods movement mobile source emissions.

Spécifications techniques

N° ID	Descriptif	Nombre navires par année	Durée à l'intérieur du territoire (hr/escale)	Charge moteur (kW)	Pondération des émissions			NOTE
					Horaire	Journalier	Annuel	
B1-1	Vraquier à quai - moteur auxiliaire	35	120	280	100%	100%	64%	1, 2
B1-2	Vraquier à quai - chaudière	35	120	50	100%	100%	64%	1, 2
B2-1	Vraquier en manoeuvre - propulsion	35	0.25	741	12%	0.51%	0.13%	3, 4, 5
B2-2	Vraquier en manoeuvre - moteur auxiliaire	35	0.25	310	12%	0.51%	0.13%	1 ,5
B2-3	Vraquier en manoeuvre - chaudière	35	0.25	50	12%	0.51%	0.13%	1 ,5
B3-1	Remorqueur en manoeuvre - propulsion	35	0.49	3 512	25%	1.0%	0.26%	5, 6
B3-2	Remorqueur en manoeuvre - moteur auxiliaire	35	0.49	245	25%	1.0%	0.26%	5, 6

[1] Puissance typique fournie par les moteurs auxiliaires et chaudières d'un vraquier de taille "Handysize" pouvant transporter entre 10 000 et 35 000 tonnes d'après US EPA (2022), Appendix E.

[2] Il est anticipé que chaque vraquier restera à quai pendant 5 jours consécutifs d'avril à décembre, inclusivement.

[3] Puissance installée (moteur de type SSD) selon US EPA (2022), Appendix C pour des vraquiers de taille "Handysize" de catégorie C3.

[4] Facteur de charge du moteur de propulsion calculé selon l'équation 3.6 du même document en considérant la vitesse maximale fournie à l'Appendix C et une vitesse moyenne de 7 nœuds à l'arrivée et départ (résultants à environ 10% de charge moteur).

[5] La durée à l'intérieur du territoire modélisé (près de 1 miles à l'arrivée + 1 miles au départ vs. le terminal) est calculée selon la vitesse de déplacement utilisée pour calculer la charge du moteur principal.

[6] Puissance installée typique par remorqueur de 3 512 kW pour le moteur de propulsion et 285 kW pour le moteur auxiliaire selon US EPA (2022), Appendix G x facteur de charge de 50% et 43%, respectivement x 2 remorqueurs qui devront faire des aller-retour à chaque événement d'arrivée et de sortie (expliquant une durée à l'intérieur du territoire double).

Facteurs d'émission (en g/kWh)

N° ID	Descriptif	PM_T	PM_{10}	$PM_{2.5}$	NOx	CO	SO_2	HC	NH_3	1,3-butadiène	Acétaldéhyde	Acroléine	Benzène	NOTE
B1-1	Vraquier à quai - moteur auxiliaire	0.19	0.19	0.17	12.2	1.1	0.42	0.40	3.34E-03	4.27E-04	4.12E-03	7.78E-04	2.00E-03	1, 2
B1-2	Vraquier à quai - chaudière	0.20	0.20	0.19	2.0	0.20	0.59	0.10	3.57E-03	1.07E-04	1.03E-03	1.95E-04	4.99E-04	1, 2
B2-1	Vraquier en manoeuvre - propulsion	0.61	0.61	0.56	17.0	1.4	0.38	0.60	1.07E-02	6.40E-04	6.18E-03	1.17E-03	2.99E-03	2, 3
B2-2	Vraquier en manoeuvre - moteur auxiliaire	0.19	0.19	0.17	12.2	1.1	0.42	0.40	3.34E-03	4.27E-04	4.12E-03	7.78E-04	2.00E-03	1, 2
B2-3	Vraquier en manoeuvre - chaudière	0.20	0.20	0.19	2.0	0.20	0.59	0.10	3.57E-03	1.07E-04	1.03E-03	1.95E-04	4.99E-04	1, 2
B3-1	Remorqueur en manoeuvre - propulsion	0.15	0.15	0.15	6.1	1.1	0.42	0.19	2.83E-03	2.03E-04	1.96E-03	3.70E-04	9.48E-04	2, 4
B3-2	Remorqueur en manoeuvre - moteur auxiliaire	0.17	0.17	0.17	6.1	0.90	0.42	0.21	3.21E-03	2.24E-04	2.16E-03	4.09E-04	1.05E-03	2, 4

N° ID	Descriptif	Éthylbenzène	Formaldéhyde	i-octane	n-hexane	Propanal	Styrène	Toluène	Xylènes	Naphtalène	Pyrène	BaP	HAP [6]	NOTE
B1-1	Vraquier à quai - moteur auxiliaire	1.85E-04	1.80E-02	3.00E-03	1.18E-03	6.39E-04	5.52E-04	8.57E-04	5.99E-04	1.32E-02	5.85E-06	7.25E-07	1.76E-05	5
B1-2	Vraquier à quai - chaudière	4.62E-05	4.50E-03	7.50E-04	2.94E-04	1.60E-04	1.38E-04	2.14E-04	1.50E-04	3.30E-03	6.25E-06	7.76E-07	6.26E-06	5
B2-1	Vraquier en manoeuvre - propulsion	2.77E-04	2.70E-02	4.50E-03	1.76E-03	9.58E-04	8.28E-04	1.29E-03	8.98E-04	1.98E-02	1.88E-05	2.33E-06	3.03E-05	5
B2-2	Vraquier en manoeuvre - moteur auxiliaire	1.85E-04	1.80E-02	3.00E-03	1.18E-03	6.39E-04	5.52E-04	8.57E-04	5.99E-04	1.32E-02	5.85E-06	7.25E-07	1.76E-05	5
B2-3	Vraquier en manoeuvre - chaudière	4.62E-05	4.50E-03	7.50E-04	2.94E-04	1.60E-04	1.38E-04	2.14E-04	1.50E-04	3.30E-03	6.25E-06	7.76E-07	6.26E-06	5
B3-1	Remorqueur en manoeuvre - propulsion	8.78E-05	8.54E-03	1.42E-03	5.58E-04	3.04E-04	2.62E-04	4.07E-04	2.84E-04	6.26E-03	4.96E-06	6.15E-07	9.22E-06	5
B3-2	Remorqueur en manoeuvre - moteur auxiliaire	9.71E-05	9.44E-03	1.57E-03	6.17E-04	3.35E-04	2.90E-04	4.50E-04	3.14E-04	6.92E-03	5.62E-06	6.97E-07	1.02E-05	5

N° ID	Descriptif	Antimoine	Arsenic	Beryllium	Cadmium	Chrome III	Chrome VI	Cobalt	Manganese	Mercure	Nickel	Plomb	Selenium	NOTE
B1-1	Vraquier à quai - moteur auxiliaire	1.07E-04	4.49E-06	1.03E-07	4.10E-05	2.40E-05	1.26E-09	1.12E-05	5.59E-07	7.25E-09	1.19E-04	2.17E-05	7.60E-10	7
B1-2	Vraquier à quai - chaudière	1.14E-04	4.81E-06	1.10E-07	4.38E-05	2.56E-05	1.34E-09	1.20E-05	5.97E-07	7.76E-09	1.27E-04	2.32E-05	8.13E-10	7
B2-1	Vraquier en manoeuvre - propulsion	3.43E-04	1.45E-05	3.31E-07	1.32E-04	7.71E-05	4.04E-09	3.60E-05	1.80E-06	2.33E-08	3.84E-04	6.98E-05	2.45E-09	7
B2-2	Vraquier en manoeuvre - moteur auxiliaire	1.07E-04	4.49E-06	1.03E-07	4.10E-05	2.40E-05	1.26E-09	1.12E-05	5.59E-07	7.25E-09	1.19E-04	2.17E-05	7.60E-10	7
B2-3	Vraquier en manoeuvre - chaudière	1.14E-04	4.81E-06	1.10E-07	4.38E-05	2.56E-05	1.34E-09	1.20E-05	5.97E-07	7.76E-09	1.27E-04	2.32E-05	8.13E-10	7
B3-1	Remorqueur en manoeuvre - propulsion	9.06E-05	3.81E-06	8.74E-08	3.48E-05	2.03E-05	1.07E-09	9.51E-06	4.74E-07	6.15E-09	1.01E-04	1.84E-05	6.45E-10	7
B3-2	Remorqueur en manoeuvre - moteur auxiliaire	1.02E-04	4.32E-06	9.89E-08	3.93E-05	2.30E-05	1.21E-09	1.08E-05	5.37E-07	6.97E-09	1.14E-04	2.08E-05	7.30E-10	7

N° ID	Descriptif	BPC	D&F [8]	N-HAP	O-HAP	A-HAP	DBT	CN						NOTE
B1-1	Vraquier à quai - moteur auxiliaire	7.25E-08	9.43E-10	1.97E-02	3.16E-02	3.39E-02	1.72E-04	1.34E-01						9, 10, 11
B1-2	Vraquier à quai - chaudière	7.76E-08	1.01E-09	4.98E-03	8.00E-03	8.57E-03	4.36E-05	1.43E-01						9, 10, 11
B2-1	Vraquier en manoeuvre - propulsion	2.33E-07	3.03E-09	2.96E-02	4.76E-02	5.10E-02	2.59E-04	4.30E-01						9, 10, 11
B2-2	Vraquier en manoeuvre - moteur auxiliaire	7.25E-08	9.43E-10	1.97E-02	3.16E-02	3.39E-02	1.72E-04	1.34E-01						9, 10, 11
B2-3	Vraquier en manoeuvre - chaudière	7.76E-08	1.01E-09	4.98E-03	8.00E-03	8.57E-03	4.36E-05	1.43E-01						9, 10, 11
B3-1	Remorqueur en manoeuvre - propulsion	6.15E-08	8.00E-10	9.37E-03	1.51E-02	1.61E-02	8.20E-05	1.13E-01						9, 10, 11
B3-2	Remorqueur en manoeuvre - moteur auxiliaire	6.97E-08	9.06E-10	1.04E-02	1.66E-02	1.78E-02	9.07E-05	1.28E-01						9, 10, 11

[1] PM10, NOx, CO, SO2 et HC: Calculs et facteurs d'émissions selon l'US EPA (2022), Section 3.5 pour des moteurs de type MSD et chaudières utilisant du diesel marin (MDO) sur des navires de catégorie Tier 1 (2000-2010); PM2.5 = 92% x PM10 et PMT = PM10; concentration de soufre de 1 000 ppm (max alloué dans la zone).

[2] NH3 et COVs: Calculés en fonction du facteur d'émission de HC x la fraction massique du contaminant dans les COV (ou les PM2.5 pour NH3) pour les gaz d'échappement d'engins maritimes commerciaux (voir onglet "Toxics").

[3] PM10, NOx, CO, SO2 et HC: Calculs et facteurs d'émissions selon l'US EPA (2022), Section 3.5 pour des moteurs de propulsion de type SSD utilisant du mazout lourd (HFO) sur des navires Tier 1 (2000-2010); PM2.5 = 92% x PM10 et PMT = PM10; concentration de soufre de 1 000 ppm.

[4] PM10, NOx, CO, SO2 et HC: Calculs et facteurs d'émissions selon l'US EPA (2022), Appendix H pour des moteurs de propulsion et auxiliaires sur des navires de catégorie C1 avec certification Tier 2 (construit normalement entre 2004 et 2012; PM2.5 = 97% x PM10 et PMT = PM10; concentration de soufre de 1 000 ppm.

[5] COVs, HAP: Calculés en fonction du facteur d'émission de HC (ou de PM2.5 pour les HAP et BPC) x la fraction massique du contaminant dans les COV ou les PM2.5 pour les gaz d'échappement d'engins maritimes commerciaux (voir onglet "Toxics")

[6] Les HAP totaux sont calculés en équivalent BaP selon les facteurs d'équivalent toxique du MELCCFP.

[7] Métaux: Calculés en fonction du facteur d'émission de PM2.5 x par la fraction massique du contaminant dans les PM2.5 pour les gaz d'échappement d'engins maritimes commerciaux (voir onglet "Toxics").

[8] Le facteur d'émission pour les dioxines et furannes (D&F) correspond à la somme des congénères de dioxines. On suppose la totalité comme des 2,3,7,8-T4CDD (D&F en éq. 2,3,7,8-T4CDD).

[9] BPC & D&F: Calculés en fonction du facteur d'émission de PM2.5 x la fraction massique du contaminant dans les PM2.5 pour les gaz d'échappement d'engins maritimes commerciaux (voir onglet "Toxics")

[10] NHAP, OHAP, AHAP, DBT: Calculés en fonction du facteur d'émission des HAP principaux totaux dans les HC + les PM2.5 x un ratio NHAP/HAP totaux décrit dans l'onglet "Toxics".

[11] Carbone noir (CN): Calculé en fonction du facteur d'émission de $PM_{2.5}$ multiplié par un ratio $CN/PM_{2.5}$ de 77% selon US EPA (2022).

Taux d'émission (g/s) pour les scénarios maximum horaire, maximum quotidien et moyenne annuelle

N° ID	Descriptif	PMT	PM10	PM2.5	NOx	CO	SO2	HC	NH3	1,3-butadiène	Acétaldéhyde	Acroléine	Benzène	NOTE
B1-1	Vraquier à quai - moteur auxiliaire	1.5E-02	1.5E-02	1.3E-02	9.5E-01	8.6E-02	3.3E-02	3.1E-02	2.6E-04	3.3E-05	3.2E-04	6.1E-05	1.6E-04	
B1-2	Vraquier à quai - chaudière	2.8E-03	2.8E-03	2.6E-03	2.8E-02	2.8E-03	8.1E-03	1.4E-03	5.0E-05	1.5E-06	1.4E-05	2.7E-06	6.9E-06	
B2-1	Vraquier en manoeuvre - propulsion	1.2E-01	1.2E-01	1.1E-01	3.5E+00	2.9E-01	7.9E-02	1.2E-01	2.2E-03	1.3E-04	1.3E-03	2.4E-04	6.2E-04	
B2-2	Vraquier en manoeuvre - moteur auxiliaire	1.6E-02	1.6E-02	1.5E-02	1.1E+00	9.5E-02	3.7E-02	3.4E-02	2.9E-04	3.7E-05	3.5E-04	6.7E-05	1.7E-04	
B2-3	Vraquier en manoeuvre - chaudière	2.8E-03	2.8E-03	2.6E-03	2.8E-02	2.8E-03	8.1E-03	1.4E-03	5.0E-05	1.5E-06	1.4E-05	2.7E-06	6.9E-06	
B3-1	Remorqueur en manoeuvre - propulsion	1.5E-01	1.5E-01	1.4E-01	6.0E+00	1.1E+00	4.1E-01	1.9E-01	2.8E-03	2.0E-04	1.9E-03	3.6E-04	9.2E-04	
B3-2	Remorqueur en manoeuvre - moteur auxiliaire	1.2E-02	1.2E-02	1.1E-02	4.2E-01	6.1E-02	2.8E-02	1.4E-02	2.2E-04	1.5E-05	1.5E-04	2.8E-05	7.1E-05	
Taux d'émissions (g/s) - maximums horaire														
B1	Vraquier à quai	1.7E-02	1.7E-02	1.6E-02	9.8E-01	8.8E-02	4.1E-02	3.3E-02	3.1E-04	3.5E-05	3.3E-04	6.3E-05	1.6E-04	1
B2	Vraquier en manœuvre	1.8E-02	1.8E-02	1.6E-02	5.7E-01	4.8E-02	1.5E-02	2.0E-02	3.2E-04	2.1E-05	2.0E-04	3.8E-05	9.8E-05	1
B3	Remorqueur en manœuvre	3.9E-02	3.9E-02	3.8E-02	1.6E+00	2.8E-01	1.1E-01	4.9E-02	7.4E-04	5.3E-05	5.1E-04	9.6E-05	2.5E-04	1
Taux d'émissions (g/s) - maximums journaliers														
B1	Vraquier à quai	1.7E-02	1.7E-02	1.6E-02	9.8E-01	8.8E-02	4.1E-02	3.3E-02	3.1E-04	3.5E-05	3.3E-04	6.3E-05	1.6E-04	2
B2	Vraquier en manœuvre	7.4E-04	7.4E-04	6.8E-04	2.4E-02	2.0E-03	6.3E-04	8.2E-04	1.3E-05	8.8E-07	8.5E-06	1.6E-06	4.1E-06	3
B3	Remorqueur en manœuvre	1.6E-03	1.6E-03	1.6E-03	6.6E-02	1.2E-02	4.5E-03	2.1E-03	3.1E-05	2.2E-06	2.1E-05	4.0E-06	1.0E-05	3
Taux d'émissions (g/s) - moyenne annuelle														
B1	Vraquier à quai	1.1E-02	1.1E-02	1.0E-02	6.2E-01	5.6E-02	2.6E-02	2.1E-02	2.0E-04	2.2E-05	2.1E-04	4.0E-05	1.0E-04	4
B2	Vraquier en manœuvre	1.9E-04	1.9E-04	1.7E-04	6.0E-03	5.1E-04	1.6E-04	2.1E-04	3.3E-06	2.2E-07	2.2E-06	4.1E-07	1.0E-06	4
B3	Remorqueur en manœuvre	4.2E-04	4.2E-04	4.1E-04	1.7E-02	3.0E-03	1.1E-03	5.2E-04	7.8E-06	5.6E-07	5.4E-06	1.0E-06	2.6E-06	4

N° ID	Descriptif	Éthylbenzène	Formaldéhyde	i-octane	n-hexane	Propanal	Styrène	Toluène	Xylènes	Naphtalène	Pyrène	BaP	HAP	NOTE
B1-1	Vraquier à quai - moteur auxiliaire	1.4E-05	1.4E-03	2.3E-04	9.1E-05	5.0E-05	4.3E-05	6.7E-05	4.7E-05	1.0E-03	4.5E-07	5.6E-08	1.4E-06	
B1-2	Vraquier à quai - chaudière	6.4E-07	6.2E-05	1.0E-05	4.1E-06	2.2E-06	1.9E-06	3.0E-06	2.1E-06	4.6E-05	8.7E-08	1.1E-08	8.7E-08	
B2-1	Vraquier en manoeuvre - propulsion	5.7E-05	5.6E-03	9.3E-04	3.6E-04	2.0E-04	1.7E-04	2.6E-04	1.9E-04	4.1E-03	3.9E-06	4.8E-07	6.2E-06	
B2-2	Vraquier en manoeuvre - moteur auxiliaire	1.6E-05	1.5E-03	2.6E-04	1.0E-04	5.5E-05	4.8E-05	7.4E-05	5.2E-05	1.1E-03	5.0E-07	6.2E-08	1.5E-06	
B2-3	Vraquier en manoeuvre - chaudière	6.4E-07	6.2E-05	1.0E-05	4.1E-06	2.2E-06	1.9E-06	3.0E-06	2.1E-06	4.6E-05	8.7E-08	1.1E-08	8.7E-08	
B3-1	Remorqueur en manoeuvre - propulsion	8.6E-05	8.3E-03	1.4E-03	5.4E-04	3.0E-04	2.6E-04	4.0E-04	2.8E-04	6.1E-03	4.8E-06	6.0E-07	9.0E-06	
B3-2	Remorqueur en manoeuvre - moteur auxiliaire	6.6E-06	6.4E-04	1.1E-04	4.2E-05	2.3E-05	2.0E-05	3.1E-05	2.1E-05	4.7E-04	3.8E-07	4.7E-08	7.0E-07	
Taux d'émissions (g/s) - maximums horaire														
B1	Vraquier à quai	1.5E-05	1.5E-03	2.4E-04	9.5E-05	5.2E-05	4.5E-05	7.0E-05	4.9E-05	1.1E-03	5.4E-07	6.7E-08	1.5E-06	1
B2	Vraquier en manœuvre	9.1E-06	8.9E-04	1.5E-04	5.8E-05	3.1E-05	2.7E-05	4.2E-05	2.9E-05	6.5E-04	5.5E-07	6.8E-08	9.7E-07	1
B3	Remorqueur en manœuvre	2.3E-05	2.2E-03	3.7E-04	1.4E-04	7.9E-05	6.8E-05	1.1E-04	7.4E-05	1.6E-03	1.3E-06	1.6E-07	2.4E-06	1

Taux d'émissions (g/s) - maximums journaliers														
B1	Vraquier à quai	1.5E-05	1.5E-03	2.4E-04	9.5E-05	5.2E-05	4.5E-05	7.0E-05	4.9E-05	1.1E-03	5.4E-07	6.7E-08	1.5E-06	2
B2	Vraquier en manœuvre	3.8E-07	3.7E-05	6.2E-06	2.4E-06	1.3E-06	1.1E-06	1.8E-06	1.2E-06	2.7E-05	2.3E-08	2.9E-09	4.0E-08	3
B3	Remorqueur en manœuvre	9.5E-07	9.2E-05	1.5E-05	6.0E-06	3.3E-06	2.8E-06	4.4E-06	3.1E-06	6.8E-05	5.4E-08	6.7E-09	1.0E-07	3
Taux d'émissions (g/s) - moyenne annuelle														
B1	Vraquier à quai	9.6E-06	9.3E-04	1.6E-04	6.1E-05	3.3E-05	2.9E-05	4.4E-05	3.1E-05	6.8E-04	3.4E-07	4.3E-08	9.3E-07	4
B2	Vraquier en manœuvre	9.7E-08	9.4E-06	1.6E-06	6.1E-07	3.3E-07	2.9E-07	4.5E-07	3.1E-07	6.9E-06	5.9E-09	7.3E-10	1.0E-08	4
B3	Remorqueur en manœuvre	2.4E-07	2.4E-05	3.9E-06	1.5E-06	8.4E-07	7.2E-07	1.1E-06	7.8E-07	1.7E-05	1.4E-08	1.7E-09	2.5E-08	4
N° ID	**Descriptif**	**Antimoine**	**Arsenic**	**Beryllium**	**Cadmium**	**Chrome III**	**Chrome VI**	**Cobalt**	**Manganese**	**Mercure**	**Nickel**	**Plomb**	**Selenium**	**NOTE**
B1-1	Vraquier à quai - moteur auxiliaire	8.3E-06	3.5E-07	8.0E-09	3.2E-06	1.9E-06	9.8E-11	8.7E-07	4.3E-08	5.6E-10	9.3E-06	1.7E-06	5.9E-11	
B1-2	Vraquier à quai - chaudière	1.6E-06	6.7E-08	1.5E-09	6.1E-07	3.6E-07	1.9E-11	1.7E-07	8.3E-09	1.1E-10	1.8E-06	3.2E-07	1.1E-11	
B2-1	Vraquier en manoeuvre - propulsion	7.1E-05	3.0E-06	6.8E-08	2.7E-05	1.6E-05	8.3E-10	7.4E-06	3.7E-07	4.8E-09	7.9E-05	1.4E-05	5.0E-10	
B2-2	Vraquier en manoeuvre - moteur auxiliaire	9.2E-06	3.9E-07	8.9E-09	3.5E-06	2.1E-06	1.1E-10	9.6E-07	4.8E-08	6.2E-10	1.0E-05	1.9E-06	6.5E-11	
B2-3	Vraquier en manoeuvre - chaudière	1.6E-06	6.7E-08	1.5E-09	6.1E-07	3.6E-07	1.9E-11	1.7E-07	8.3E-09	1.1E-10	1.8E-06	3.2E-07	1.1E-11	
B3-1	Remorqueur en manoeuvre - propulsion	8.8E-05	3.7E-06	8.5E-08	3.4E-05	2.0E-05	1.0E-09	9.3E-06	4.6E-07	6.0E-09	9.9E-05	1.8E-05	6.3E-10	
B3-2	Remorqueur en manoeuvre - moteur auxiliaire	7.0E-06	2.9E-07	6.7E-09	2.7E-06	1.6E-06	8.2E-11	7.3E-07	3.7E-08	4.7E-10	7.8E-06	1.4E-06	5.0E-11	
Taux d'émissions (g/s) - maximums horaire														
B1	Vraquier à quai	9.9E-06	4.2E-07	9.5E-09	3.8E-06	2.2E-06	1.2E-10	1.0E-06	5.2E-08	6.7E-10	1.1E-05	2.0E-06	7.0E-11	1
B2	Vraquier en manœuvre	1.0E-05	4.2E-07	9.7E-09	3.9E-06	2.3E-06	1.2E-10	1.1E-06	5.3E-08	6.8E-10	1.1E-05	2.0E-06	7.2E-11	1
B3	Remorqueur en manœuvre	2.4E-05	9.9E-07	2.3E-08	9.0E-06	5.3E-06	2.8E-10	2.5E-06	1.2E-07	1.6E-09	2.6E-05	4.8E-06	1.7E-10	1
Taux d'émissions (g/s) - maximums journaliers														
B1	Vraquier à quai	9.9E-06	4.2E-07	9.5E-09	3.8E-06	2.2E-06	1.2E-10	1.0E-06	5.2E-08	6.7E-10	1.1E-05	2.0E-06	7.0E-11	2
B2	Vraquier en manœuvre	4.2E-07	1.8E-08	4.0E-10	1.6E-07	9.4E-08	4.9E-12	4.4E-08	2.2E-09	2.9E-11	4.7E-07	8.5E-08	3.0E-12	3
B3	Remorqueur en manœuvre	9.8E-07	4.1E-08	9.5E-10	3.8E-07	2.2E-07	1.2E-11	1.0E-07	5.1E-09	6.7E-11	1.1E-06	2.0E-07	7.0E-12	3
Taux d'émissions (g/s) - moyenne annuelle														
B1	Vraquier à quai	6.3E-06	2.6E-07	6.1E-09	2.4E-06	1.4E-06	7.4E-11	6.6E-07	3.3E-08	4.3E-10	7.0E-06	1.3E-06	4.5E-11	4
B2	Vraquier en manœuvre	1.1E-07	4.5E-09	1.0E-10	4.1E-08	2.4E-08	1.3E-12	1.1E-08	5.6E-10	7.3E-12	1.2E-07	2.2E-08	7.6E-13	4
B3	Remorqueur en manœuvre	2.5E-07	1.1E-08	2.4E-10	9.6E-08	5.6E-08	2.9E-12	2.6E-08	1.3E-09	1.7E-11	2.8E-07	5.1E-08	1.8E-12	4
N° ID	**Descriptif**	**BPC**	**D&F [8]**	**N-HAP**	**O-HAP**	**A-HAP**	**DBT**	**CN**						**NOTE**
B1-1	Vraquier à quai - moteur auxiliaire	5.6E-09	7.3E-11	1.5E-03	2.5E-03	2.6E-03	1.3E-05	1.0E-02						
B1-2	Vraquier à quai - chaudière	1.1E-09	1.4E-11	6.9E-05	1.1E-04	1.2E-04	6.1E-07	2.0E-03						
B2-1	Vraquier en manoeuvre - propulsion	4.8E-08	6.2E-10	6.1E-03	9.8E-03	1.1E-02	5.3E-05	8.9E-02						
B2-2	Vraquier en manoeuvre - moteur auxiliaire	6.2E-09	8.1E-11	1.7E-03	2.7E-03	2.9E-03	1.5E-05	1.2E-02						
B2-3	Vraquier en manoeuvre - chaudière	1.1E-09	1.4E-11	6.9E-05	1.1E-04	1.2E-04	6.1E-07	2.0E-03						
B3-1	Remorqueur en manoeuvre - propulsion	6.0E-08	7.8E-10	9.1E-03	1.5E-02	1.6E-02	8.0E-05	1.1E-01						
B3-2	Remorqueur en manoeuvre - moteur auxiliaire	4.7E-09	6.2E-11	7.0E-04	1.1E-03	1.2E-03	6.2E-06	8.7E-03						
Taux d'émissions (g/s) - maximums horaire														
B1	Vraquier à quai	6.7E-09	8.7E-11	1.6E-03	2.6E-03	2.8E-03	1.4E-05	1.2E-02						1
B2	Vraquier en manœuvre	6.8E-09	8.9E-11	9.7E-04	1.6E-03	1.7E-03	8.5E-06	1.3E-02						1
B3	Remorqueur en manœuvre	1.6E-08	2.1E-10	2.4E-03	3.9E-03	4.2E-03	2.1E-05	2.9E-02						1
Taux d'émissions (g/s) - maximums journaliers														
B1	Vraquier à quai	6.7E-09	8.7E-11	1.6E-03	2.6E-03	2.8E-03	1.4E-05	1.2E-02						2
B2	Vraquier en manœuvre	2.9E-10	3.7E-12	4.0E-05	6.5E-05	7.0E-05	3.5E-07	5.3E-04						3
B2	Remorqueur en manœuvre	6.7E-10	8.7E-12	1.0E-04	1.6E-04	1.7E-04	8.9E-07	1.2E-03						3
Taux d'émissions (g/s) - moyenne annuelle														
B1	Vraquier à quai	4.3E-09	5.6E-11	1.0E-03	1.6E-03	1.8E-03	8.9E-06	7.9E-03						4
B2	Vraquier en manœuvre	7.3E-11	9.4E-13	1.0E-05	1.7E-05	1.8E-05	9.0E-08	1.3E-04						4
B3	Remorqueur en manœuvre	1.7E-10	2.2E-12	2.6E-05	4.1E-05	4.4E-05	2.3E-07	3.1E-04						4

[1] Les émissions des vraquiers à quai (somme du moteur auxiliaire et la chaudière) et en manoeuvre (en ajoutant le moteur de propulsion) sont considérées pour la vérification des normes/critères horaires et moins, malgré qu'un navire ne peut être aux deux endroits en simultanée (approche prudente). Taux d'émissions multipliés par le facteur de pondération horaire.

[2] Les navires pourront être accostés à quai pour plus de 24 heures à la fois (taux quotidien = taux horaire)

[3] Des taux d'émissions pondérés (selon le taux spécifié dans le premier tableau) sont calculés selon le temps en manoeuvre pendant un passage lors d'une journée alors que le reste du temps, des émissions nulles sont considérées.

[4] Les émissions totales sont ajustées au prorata du nombre d'heure totale d'émissions par rapport au nombre total d'heures d'activités pendant l'année (c'est-à-dire 9 mois sur 12 puisqu'aucun vraquier ne sera à quai pendant la saison froide - janvier à mars).

Estimation des paramètres d'émission des cheminées des navires et remorqueurs

N° ID	Descriptif	Consommation en carburant		Gaz de combustion				Vitesse verticale de sortie [3]	
		g/kWh	kg/h	Nm^3/kg [1]	Nm^3/h	°C [2]	Am^3/h	D (m)	m/s
B1-1	Vraquier à quai - moteur auxiliaire	217	61	29	1 777	250	3 405		
B1-2	Vraquier à quai - chaudière	300	15	14	208	150	322		
B2-1	Vraquier en manoeuvre - propulsion	195	145	29	4 229	300	8 875		
B2-2	Vraquier en manoeuvre - moteur auxiliaire	217	67	29	1 968	250	3 770		
B2-3	Vraquier en manoeuvre - chaudière	300	15	14	208	150	322		
B3-1	Remorqueur en manoeuvre - propulsion	213	374	29	10 941	300	22 964		
B3-2	Remorqueur en manoeuvre - moteur auxiliaire	213	26	29	764	250	1 463		
Flux combinés									
B1	Vraquier à quai				1 985	240	3 726	0.61	2.1
B2	Vraquier en manœuvre				6 404	280	12 964	0.61	4.8
B3	Remorqueur en manœuvre				11 705	297	24 420	0.61	14.6

[1] Volume de gaz de combustion par kg de diesel avec un excès d'air de 150% pour les moteurs et 15% pour les chaudières.

[2] Températures des gaz d'échappement considérées pour l'étude.

[3] Suppose la présence de pots d'échappement de 2 pi. diamètre chacun avec un angle de sortie à 45 deg. Représente le flux moyen pondéré parmi les différents pots d'échappement.

Taux d'émissions des odeurs

N° ID	Descriptif	Seuil d'odeur [1]	Taux d'odeur [2]
		$u.o./Nm^3$	u.o./s
B1	Vraquier à quai	4 809	2 652
B2	Vraquier en manœuvre	4 809	1 057
B3	Remorqueur en manœuvre	4 809	3 864

[1] Seuil d'odeur du gaz de combustion au pot d'échappement estimé en fonction des hypothèses suivantes: seuil de détection de l'odeur à 5 700 $u.o./Nm^3$ pour des génératrices (valeur plus élevé selon AWMA (Quantification of Diesel Odor Emissions, 94th Annual Meeting & Exhibtion, 2001) multiplié par le ratio entre les facteur d'émission d'hydrocarbures pour des moteurs Tier 1 et Tier 0 selon l'US EPA (2022).

[2] Calculé en fonction du débit actuel de gaz de combustion des flux combinés (considère 2 remorqueurs en simultanée) et le facteur de pondération horaire des émissions.

Moteurs à combustion interne fonctionnant au diesel - PROJET DE TERMINAL DE QSL (Scénario #1)

Références: US EPA Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Compression-ignition Engine in MOVES4, 2023.

Hypothèses

Facteur d'age moteur [1]	1.00	
Densité du carburant diesel	850	g/L
Soufre dans le diesel	15	ppm S

Spécifications techniques

Équipement			Nombre maximum	Puissance nominale (hp)	Facteur de charge du moteur	Classification EPA (TIER)	Matériaux manutentionné	Pondération des émissions		Note
N° ID	Description	Type						Journalier	Annuel	
B4-1	Pelle mécanique (CAT 320DL)	Excavator	1	148	0.59	4FD	Sel	86%	8.2%	1, 2
B4-2	Chargeuse sur roues (CAT 980)	Rubber tire loader	2	393	0.59	4FD	Sel	86%	18%	1, 3
B4-3	Chargeuse sur roues (CAT 980)	Rubber tire loader	4	393	0.59	4FD	Acier, anodes	86%	56%	1, 4
B4-4	Tracteur avec remorque	Terminal tractor	1	400	0.59	4FD	Acier, anodes	86%	21%	1, 4

[1] QSL fera l'acquisition de nouvels équipements Tier 4 en raison des nouvelles installations.

[2] Pelle déchargeant principalement le sel de 7 vraquiers (20% du tonnage annuel) à quai pendant 5 jours consécutifs de 6h à 20h avec 2 heures de pause, mais pouvant être utilisée à l'année longue pour d'autres fonctions.

[3] Chargeuses sur roue en exploitation principalement au niveau de la zone d'entreposage du sel. La pondération des émissions sur base annuelle est estimée en fonction des quantités de sel prévues à la réception soit 20% des 35 vraquiers. À ceci, l'équivalent de 480 heures sont ajoutés pour le chargement des camions (4 heures par jour pendant 4 mois).

[4] Chargeuses déchargeant les produits d'acier de 18 vraquiers (50% du tonnage annuel) à quai sur des camions avec remorques pendant 5 jours consécutifs de 6h à 20h avec 2 heures de pause. Les chargeuses sont également utilisées pour la manutention des produits d'acier le reste du temps (5 jours sur 7; 12 heures par jour).

Oxydes d'azote (NOx)

Équipement			FE de base (EF_{ss} - g/hp-h)	Facteur TAF	Facteur de déterioration (DF)	FE ajusté (Ef_{adj} - g/hp-h) [1]	Taux d'émission (g/s)
N° ID	Description	Type					
B4-1	Pelle mécanique (CAT 320DL)	Excavator	0.096	1.000	1.008	0.097	0.0023
B4-2	Chargeuse sur roues (CAT 980)	Rubber tire loader	0.079	1.000	1.008	0.080	0.010
B4-3	Chargeuse sur roues (CAT 980)	Rubber tire loader	0.079	1.000	1.008	0.080	0.021
B4-4	Tracteur avec remorque	Terminal tractor	0.079	1.000	1.008	0.080	0.0052

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

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

Particules totales (PM_T)

Équipement			FE de base (EF_{ss} - g/hp-h)	Facteur TAF	Facteur de déterioration (DF)	FE ajusté (Ef_{adj} - g/hp-h) [1]	Taux d'émission (g/s)
N° ID	Description	Type					
B4-1	Pelle mécanique (CAT 320DL)	Excavator	0.001	1.000	1.473	0.0015	0.000036
B4-2	Chargeuse sur roues (CAT 980)	Rubber tire loader	0.002	1.000	1.473	0.0029	0.00038
B4-3	Chargeuse sur roues (CAT 980)	Rubber tire loader	0.002	1.000	1.473	0.0029	0.00076
B4-4	Tracteur avec remorque	Terminal tractor	0.002	1.000	1.473	0.0029	0.00019

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

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

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

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

$$S_{PM\,adj} = BSFC * 453.6 * 7.0 * soxcnv * 0.01 * (soxbas - soxdsl)$$

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

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

Monoxyde de carbone (CO)

Équipement			FE de base (EF_{ss} - g/hp-h)	Facteur TAF	Facteur de déterioration (DF)	FE ajusté (Ef_{adj} - g/hp-h) [1]	Taux d'émission (g/s)
N° ID	Phase / description	Modèle type					
B4-1	Pelle mécanique (CAT 320DL)	Excavator	0.023	1.000	1.151	0.026	0.00064
B4-2	Chargeuse sur roues (CAT 980)	Rubber tire loader	0.015	1.000	1.151	0.017	0.00222
B4-3	Chargeuse sur roues (CAT 980)	Rubber tire loader	0.015	1.000	1.151	0.017	0.00445
B4-4	Tracteur avec remorque	Terminal tractor	0.015	1.000	1.151	0.017	0.00113

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

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

Dioxyde de soufre (SO_2)

Équipement			FE de base (EF_{SS} - g/hp-h)	Facteur TAF	BSFC ajusté (g/hp-h)	FE ajusté (Ef_{adj} - g/hp-h) [1]	Taux d'émission (g/s)
N° ID	Phase / description	Modèle type					
B4-1	Pelle mécanique (CAT 320DL)	Excavator	0.367	1.000	166	3.5E-03	8.5E-05
B4-2	Chargeuse sur roues (CAT 980)	Rubber tire loader	0.367	1.000	166	3.5E-03	4.5E-04
B4-3	Chargeuse sur roues (CAT 980)	Rubber tire loader	0.367	1.000	166	3.5E-03	9.0E-04
B4-4	Tracteur avec remorque	Terminal tractor	0.367	1.000	166	3.5E-03	2.3E-04

[1] Le modèle calcule un facteur d'émission de SO_2 en fonction de la concentration de soufre dans le carburant diesel: $SO_2 = (BSFC * 453.6 * (1 - soxcnv) - HC) * 0.01 * soxdsl * 2$

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

Hydrocarbures totaux (HC)

Équipement			FE de base (EF_{SS} - g/hp-h)	Facteur TAF	Facteur de déterioration (DF)	FE ajusté (Ef_{adj} - g/hp-h) [1]	Taux d'émission (g/s)
N° ID	Phase / description	Modèle type					
B4-1	Pelle mécanique (CAT 320DL)	Excavator	0.010	1.000	1.027	0.010	0.0002
B4-2	Chargeuse sur roues (CAT 980)	Rubber tire loader	0.010	1.000	1.027	0.010	0.0013
B4-3	Chargeuse sur roues (CAT 980)	Rubber tire loader	0.010	1.000	1.027	0.010	0.0026
B4-4	Tracteur avec remorque	Terminal tractor	0.010	1.000	1.027	0.010	0.0007

[1] Calculs d'un facteur d'émission ajusté en fonction d'un facteur d'émission de base publié dans le modèle Nonroad de l'US EPA. $EF_{adj(HC,CO,NOx)} = EF_{ss} \times TAF \times DF$

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

Taux d'émission des moteurs (g/s)

N° ID	Description		PMT	PM10	PM2.5	NOx	CO	SO2	HC	NH3	1,3-butadiène	Acétaldéhyde	Acroléine	Benzène	NOTE
B4	Équipements mobiles pour la manutention du sel et des produits d'acier principalement	Horaire	1.37E-03	1.37E-03	1.33E-03	3.83E-02	8.45E-03	1.66E-03	4.89E-03	1.03E-02	1.01E-05	5.66E-04	1.02E-04	2.94E-04	
		Quotidien	1.17E-03	1.17E-03	1.14E-03	3.29E-02	7.24E-03	1.43E-03	4.19E-03	8.79E-03	8.67E-06	4.85E-04	8.72E-05	2.52E-04	1
		Annuel	5.38E-04	5.38E-04	5.22E-04	1.47E-02	3.19E-03	6.42E-04	1.89E-03	3.96E-03	3.90E-06	2.18E-04	3.92E-05	1.13E-04	2
N° ID	Description		Éthylbenzène	Formaldéhyde	i-octane	n-hexane	Propanal	Styrène	Toluène	Xylènes	Naphtalène	Pyrène	BaP	HAP	NOTE
B4	Équipements mobiles pour la manutention du sel et des produits d'acier principalement	Horaire	5.52E-05	1.59E-03	4.26E-05	1.40E-05	1.20E-04	0.00E+00	2.06E-04	4.00E-04	4.21E-05	7.89E-07	8.85E-09	9.34E-08	
		Quotidien	4.73E-05	1.36E-03	3.65E-05	1.20E-05	1.03E-04	0.00E+00	1.76E-04	3.43E-04	3.61E-05	6.76E-07	7.58E-09	8.01E-08	1
		Annuel	2.13E-05	6.12E-04	1.64E-05	5.39E-06	4.61E-05	0.00E+00	7.93E-05	1.54E-04	1.62E-05	3.05E-07	3.48E-09	3.62E-08	2
N° ID	Description		Antimoine	Arsenic	Beryllium	Cadmium	Chrome III	Chrome VI	Cobalt	Manganese	Mercure	Nickel	Plomb	Selenium	NOTE
B4	Équipements mobiles pour la manutention du sel et des produits d'acier principalement	Horaire	0.00E+00	3.97E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.92E-09	0.00E+00	8.53E-07	5.27E-09	1.49E-06	0.00E+00	0.00E+00	
		Quotidien	0.00E+00	3.40E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.64E-09	0.00E+00	7.31E-07	4.52E-09	1.28E-06	0.00E+00	0.00E+00	1
		Annuel	0.00E+00	1.53E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.39E-10	0.00E+00	3.29E-07	2.03E-09	5.75E-07	0.00E+00	0.00E+00	2
N° ID	Description		BPC	D&F [1]	N-HAP	O-HAP	A-HAP	DBT	CN						NOTE
B4	Équipements mobiles pour la manutention du sel et des produits d'acier principalement	Horaire	0.00E+00	1.15E-13	1.16E-04	1.87E-04	2.00E-04	1.02E-06	1.02E-03						
		Quotidien	0.00E+00	9.89E-14	9.95E-05	1.60E-04	1.71E-04	8.71E-07	8.75E-04						1
		Annuel	0.00E+00	4.45E-14	4.50E-05	7.22E-05	7.74E-05	3.94E-07	4.02E-04						2

[1] Correspond à la somme pondérée de chacun des équipements en fonction du temps d'opération journalier prévue de chacun (pendant la période d'utilisation; 12 heures par jour).

[2] Correspond à la somme pondérée de chacun des équipements en fonction du temps d'opération annuel prévue de chacun (pendant la période d'utilisation; janvier à décembre; 12 heures par jour).

Odeurs

Équipement			Seuil d'odeur [1]	Débit [2]	Taux d'odeur
N° ID	Phase / description	Puissance (hp)	u.o./Nm^3	Nm^3/hp-h	u.o./s
B4-1	Pelle mécanique (CAT 320DL)	148	24	4.0	2
B4-2	Chargeuse sur roues (CAT 980)	393	44	4.0	23
B4-3	Chargeuse sur roues (CAT 980)	393	44	4.0	45
B4-4	Tracteur avec remorque	400	44	4.0	12
B4	TOTAL	---	---	---	82

[1] Seuil d'odeur du gaz de combustion au pot d'échappement estimé en fonction des hypothèses suivantes: seuil de détection de l'odeur à 3 000 u.o./m^3 pour des camions contruits avant 2001 et dont on suppose une certification Tier 0 (AWMA Quantification of Diesel Odor Emissions, 94th Annual Meeting & Exhibtion, 2001) multiplié par le ratio entre les facteur d'émission d'hydrocarbures pour des moteurs Tier 4 et Tier 0 selon le modèle Nonroad de l'US EPA.

[2] Débit spécifique moyen pour des moteurs de puissance inférieure à 500 hp, selon une base de données de Donaldson.

Camionnage (poussières de route) - PROJET DE TERMINAL DE QSL (Scénario #1)

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

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

Routes industrielles

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

Routes publiques non pavées

$$FE = 281{,}9 \times k \times \left(\frac{s}{12}\right)^{a} \times \left(\frac{S}{30}\right)^{d} \times \left(\frac{M}{0{,}5}\right)^{-c} \times (1 - \%EC)$$

Routes pavées

$$FE = 281{,}9 \times k \times s^{0.91} \times W^{1.02} \times (1 - \%EC)$$

FE: Facteur d'émission (g/VKT)

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

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

W: Masse moyenne (en tons) des véhicules

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

%EC: Efficacité de contrôle des émissions

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

M: Humidité du matériel composant la route (%)

	Routes industrielles			Routes publiques non pavées			Routes pavées			
Constantes	**PM_T**	**PM_{10}**	**$PM_{2.5}$**	**PM_T**	**PM_{10}**	**$PM_{2.5}$**	**PM_T**	**PM_{15}**	**PM_{10}**	**$PM_{2.5}$**
k (lb/miles)	4.9	1.5	0.15	6	1.8	0.18	0.011	0.0027	0.0022	0.00054
a	0.7	0.9	0.9	1	1	1	---	---	---	---
b	0.45	0.45	0.45	---	---	---	---	---	---	---
c	---	---	---	0.3	0.2	0.2	---	---	---	---
d	---	---	---	0.3	0.5	0.5	---	---	---	---

Spécifications techniques

N° ID	Description	Période d'évaluation	Période de chargement des camions		Route			Camion				NOTE
					Type	Longueur (m)	Silt (g/m^3)	Masse vide (t)	Charge utile (t)	Nombre	km	
B5P	Camionnage des matériaux sortant et entrant au terminal	Journalier	14	h/jr	Pavée	3 216	0.20	5	30	80	515	1 à 5
		Annuel	365	jr/a						14 600	93 907	1 à 4

[1] Longueur du troncon à partir de la sortie du terminal jusqu'à l'entrée de l'autoroute 30.

[2] La quantité de silt sur les routes pavées pourra évoluer selon l'endroit sur le troncon routier. La valeur par défaut pour un débit journalier de circulation entre 500 et 5000 véhicules est considérée (US EPA AP-42 tableau 13.2.1-2).

[3] Masse d'un camion avec une remorque vide se situe entre 10 et 16 tonnes (valeur moyenne est appliquée).

[4] Charge utile moyenne des camions puisqu'il est prévu que 14 600 camions transportent les 440 000 tonnes de matériaux en vrac passant par le terminal.

[5] Un total de 14 600 voyages sortant au maximum annuellement. Le nombre de voyages maximum quotidiennement est établi à 80 correspondant à environ 2 fois la moyenne quotidienne.

Émissions fugitives de particules

N° ID	Description	Période d'évaluation	Facteurs d'émission (g/km)				Taux d'émission (g/s)				NOTE
			PM_T	PM_{15}	PM_{10}	$PM_{2.5}$	PM_T	PM_{15}	PM_{10}	$PM_{2.5}$	
B5P	Camionnage des matériaux sortant et entrant au terminal	Journalier	17	4	3.4	0.8	0.17	0.04	0.03	0.008	1
		Annuel					0.09	0.021	0.017	0.004	1

[1] Les facteurs d'émissions de poussières sur les routes pavées ne prennent pas en compte de mesure de contrôle des émissions (%EC = 0).

Paramètre sur la déposition sèche

N°		Fraction massique par diamètre				Density (g/cm^3)
	Diamètre moyen (um)	1.25	6.25	12.5	22.5	
B5P	Camionnage des matériaux sortant et entrant au terminal	5%	15%	5%	75%	2.5

Moteurs des véhicules routiers - PROJET DE TERMINAL DE QSL (Scénario #1)

Références: US Bureau of Statistics (2023), Table 4-43: Estimated National Average Vehicle Emissions Rates per Vehicle by Vehicle Type using Gasoline and Diesel

Spécifications techniques

N° ID	Description	Période d'exposition	Période de chargement des camions		Nombre de camions pendant la période	Distance aller-retour pendant la période (km)	NOTE
B5M	Camionnage des matériaux sortant et entrant au terminal	Horaire	1	h/h	11	74	1
		Quotidien	14	h/jr	80	515	
		Annuel	365	jr/a	14 600	93 907	

[1] Le nombre de voyages maximum horaire correspond à la moyenne horaire du maximum quotidien x 2.

Facteurs d'émission des moteurs (g/km)

N° ID	Description	PM_T	PM_{10}	$PM_{2.5}$	NOx	CO	SO_2	HC	NH_3	1,3-butadiène	Acétaldéhyde	Acroléine	Benzène	NOTE
B5M	Camionnage des matériaux sortant et entrant au terminal	0.075	0.075	0.069	2.6	1.3	0.010	0.17	0.034	1.7E-04	1.5E-02	2.2E-03	2.8E-03	1 à 5
N° ID	**Description**	**Éthylbenzène**	**Formaldéhyde**	**i-octane**	**n-hexane**	**Propanal**	**Styrène**	**Toluène**	**Xylènes**	**Naphtalène**	**Pyrène**	**BaP**	**HAP (éq. BaP)**	**NOTE**
B5M	Camionnage des matériaux sortant et entrant au terminal	2.4E-03	4.7E-02	1.7E-03	1.2E-03	6.7E-04	0.0E+00	6.5E-03	1.8E-02	3.5E-03	1.1E-05	2.3E-07	4.9E-06	4, 6
N° ID	**Description**	**Antimoine**	**Arsenic**	**Beryllium**	**Cadmium**	**Chrome III**	**Chrome VI**	**Cobalt**	**Manganese**	**Mercure**	**Nickel**	**Plomb**	**Selenium**	**NOTE**
B5M	Camionnage des matériaux sortant et entrant au terminal	0	1.4E-06	0	0.0E+00	0	3.7E-09	0	4.3E-07	6.9E-09	4.3E-07	0	0	7
N° ID	**Description**	**BPC**	**D&F (éq. T4CDD)**	**N-HAP**	**O-HAP**	**A-HAP**	**DBT**	**CN**						**NOTE**
B5M	Camionnage des matériaux sortant et entrant au terminal	0	1.6E-13	5.9E-03	9.4E-03	1.0E-02	5.1E-05	3.64E-02						7, 8, 9

[1] $PM_{2.5}$, NOx, CO et HC: extrait de l'US Bureau of Transportation Statistics (2023) compilant des facteurs d'émission moyens selon les résultats du modèle MOVES3 (préparé en 2021) par type de véhicules et année d'exploitation. Les facteurs d'émission présentés pour les véhicules lourds au diesel pour l'année 2020 sont utilisés.

[2] PM2.5 = 92% x PM10; PMT = PM10.

[3] SO_2: Calculé en fonction d'un taux de consommation de diesel maximum évalué à 0.4 L/km et une concentration en soufre de 15 ppm dans le diesel.

[4] COVs: Calculé en fonction du facteur d'émission des HC x la fraction du composé dans les HC (voir onglet "Toxics").

[5] NH3: Calculé en fonction d'un facteur d'émission de 0,1 g/kg de carburant diesel selon le rapport technique de l'US EPA (Exhaust emissions rates for heavy-duty onroad vehicles in MOVES5 au tableau 5-1), tout en considérant une densité de 0,85 kg/L et un taux de consommation de 0,4 L/km

[6] HAP: Calculés en fonction du facteur d'émission de HC x la fraction massique du contaminant dans les COV pour les gaz d'échappement de véhicules routiers (voir onglet "Toxics"). Les HAP particulaires sont également compris (sur la base des $PM_{2.5}$).

[7] Métaux, BPC et D&F: Facteurs d'émission sont disponibles à l'onglet "Toxics".

[8] NHAP, OHAP, AHAP, DBT: Calculés en fonction du facteur d'émission des HAP principaux totaux dans les HC + les $PM_{2.5}$ x un ratio NHAP/HAP totaux décrit dans l'onglet "Toxics".

[9] Carbone noir (CN): Calculé en fonction du facteur d'émission de $PM_{2.5}$ multiplié par un ratio CN/$PM_{2.5}$ de 53% selon EEA (2024).

Taux d'émission des moteurs (g/s)

N° ID	Description		PMT	PM10	PM2.5	NOx	CO	SO2	HC	NH3	1,3-butadiène	Acétaldéhyde	Acroléine	Benzène	NOTE
B5M	Camionnage des matériaux sortant et entrant au terminal	Horaire	1.5E-03	1.5E-03	1.4E-03	5.3E-02	2.6E-02	2.1E-04	3.4E-03	6.9E-04	3.5E-06	3.1E-04	4.4E-05	5.7E-05	1
		Quotidien	7.6E-04	7.6E-04	7.0E-04	2.7E-02	1.3E-02	1.0E-04	1.7E-03	3.5E-04	1.8E-06	1.5E-04	2.2E-05	2.8E-05	1
		Annuel	3.8E-04	3.8E-04	3.5E-04	1.3E-02	6.4E-03	5.2E-05	8.6E-04	1.7E-04	8.8E-07	7.6E-05	1.1E-05	1.4E-05	1
N° ID	**Description**		**Éthylbenzène**	**Formaldéhyde**	**i-octane**	**n-hexane**	**Propanal**	**Styrène**	**Toluène**	**Xylènes**	**Naphtalène**	**Pyrène**	**BaP**	**HAP (éq. BaP)**	**NOTE**
B5M	Camionnage des matériaux sortant et entrant au terminal	Horaire	4.9E-05	9.6E-04	3.4E-05	2.4E-05	1.4E-05	0.0E+00	1.3E-04	3.7E-04	7.2E-05	2.3E-07	4.6E-09	1.0E-07	1
		Quotidien	2.5E-05	4.8E-04	1.7E-05	1.2E-05	6.8E-06	0.0E+00	6.6E-05	1.9E-04	3.6E-05	1.2E-07	2.3E-09	5.0E-08	1
		Annuel	1.2E-05	2.4E-04	8.6E-06	6.0E-06	3.4E-06	0.0E+00	3.3E-05	9.4E-05	1.8E-05	5.8E-08	1.2E-09	2.5E-08	1
N° ID	**Description**		**Antimoine**	**Arsenic**	**Beryllium**	**Cadmium**	**Chrome III**	**Chrome VI**	**Cobalt**	**Manganese**	**Mercure**	**Nickel**	**Plomb**	**Selenium**	**NOTE**
B5M	Camionnage des matériaux sortant et entrant au terminal	Horaire	0.0E+00	2.9E-08	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	7.6E-11	0.0E+00	8.7E-09	1.4E-10	8.8E-09	0.0E+00	0.0E+00	1
		Quotidien	0.0E+00	1.5E-08	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	3.8E-11	0.0E+00	4.4E-09	7.0E-11	4.4E-09	0.0E+00	0.0E+00	1
		Annuel	0.0E+00	7.3E-09	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.9E-11	0.0E+00	2.2E-09	3.5E-11	2.2E-09	0.0E+00	0.0E+00	1
N° ID	**Description**		**BPC**	**D&F (éq. T4CDD)**	**N-HAP**	**O-HAP**	**A-HAP**	**DBT**	**CN**						**NOTE**
B5M	Camionnage des matériaux sortant et entrant au terminal	Horaire	0.0E+00	3.4E-15	1.2E-04	1.9E-04	2.1E-04	1.1E-06	7.4E-04						1
		Quotidien	0.0E+00	1.7E-15	6.0E-05	9.6E-05	1.0E-04	5.3E-07	3.7E-04						1
		Annuel	0.0E+00	8.4E-16	3.0E-05	4.8E-05	5.2E-05	2.6E-07	1.9E-04						1

[1] Les taux d'émissions horaires, quotidiens et annuels sont calculés en fonction du nombre de kilomètre prévu pendant une heure, une journée ou l'année, tel que spécifié dans le premier tableau, rapporté sur la période d'émission.

Taux d'émissions des odeurs

N° ID	Description	Pussance appliquée (hp)	Seuil d'odeur (u.o./Nm^3) [2]	Débit (Nm^3/hp-h) [3]	Taux d'odeur (u.o./s)	NOTE
B5M	Camionnage des matériaux sortant et entrant au terminal	300	864	4.0	3 292	1 à 4

[1] Puissance typique pour un camion remorque. La charge moyenne du moteur sur une courte période (ex. 4 minutes) est estimée à 75% au maximum sur la route.

[2] Seuil d'odeur du gaz de combustion au pot d'échappement estimé en fonction des hypothèses suivantes: seuil de détection de l'odeur à 3 000 UO/m^3 pour des camions contruits avant 2001 (AWMA Quantification of Diesel Odor Emissions, 94th Annual Meeting & Exhibtion, 2001) multiplié par le ratio entre les facteurs d'émission d'HC de l'US Bureau for Transporation (2023) pour l'année 2020 et 2002.

[3] Débit spécifique moyen pour des moteurs de puissance inférieure à 500 hp, selon une base de données de Donaldson.

[4] Taux d'odeur calculé pour un camion x le nombre de camion maximum prévu sur 1 heure.

Transfert de matériel (chargement, déchargement) - PROJET DE TERMINAL DE QSL (Scénario #1)

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

$$FE = k \times 0{,}0016 \times \left(\frac{U}{2{,}2}\right)^{1{,}3} \times \left(\frac{M}{2}\right)^{-1{,}4}$$

FE: facteur d'émission (kg/t)

U: vitesse moyenne du vent (m/s)

M: % humidité du matériel

k: constante granulométrique

Constantes k

PM_T	PM_{15}	PM_{10}	PM_5	$PM_{2.5}$
0.74	0.48	0.35	0.2	0.053

Vitesse du vent (m/s): 2.7 — Selon les normales climatiques pour l'Assomption

Spécifications techniques

N°	Identification du lieu de transfert	Période d'évaluation	Matériau transféré					NOTE
			Type	Humidité (%)	t/a	t/jr	Transfert [1]	
B6	Déchargement des matériaux granulaires au quai	Avr. - Déc.	Multiple	1.0	220 000	3 771	1	2, 3
B7	Déchargement du sel à la plateforme	Oct. - Déc.	Sel	1.0	88 000	3 771	1	2, 4
B8	Chargement du sel à la plateforme	Nov. - Avr.	Sel	1.0	88 000	972	1	2, 4

[1] Nombre maximum de transfert (chute) qui pourrait survenir pour le même matériel à l'endroit donné.

[2] L'humidité du sel peut être grandement variable. Une valeur de 1% représente une quantité minimum par rapport à la plage attendue.

[3] La période de déchargement des navires sera d'avril à décembre inclusivement. Comme hypothèse, la moitié des navires contiendront des matériaux en vrac (maximum annuel de 440 000 t/a x 50%). Chaque navire sera déchargé pendant 5 jours consécutifs. Le tonnage moyen déchargé quotiennement est multiplié par 1.5 pour prendre en compte les variations de vitesse de déchargement au quai (mesure de prudence).

[4] Le déchargement et déchargement du sel qui représentera environ 20% des navires se fera sur une période de 6 mois pendant la période froide. Le taux de chargement du sel sera très dépendant des besoins du moment. Ainsi, le tonnage maximum chargé correspond au tonnage quotien moyen selon le tonnage annuel multiplié par 2 pour prendre en compte les journées avec des besoins élevés.

Émissions de particules

Identification du lieu de transfert			Facteurs d'émission (g/t)					Taux d'émission (g/s)		
N°	Description		PM_T	PM_{15}	PM_{10}	PM_5	$PM_{2.5}$	PM_T	PM_{10}	$PM_{2.5}$
B6	Déchargement des matériaux granulaires au quai	Quotidien	4.1	2.6	1.9	1.1	0.29	0.31	0.14	0.022
		Annuel						0.065	0.031	0.0046
B7	Déchargement du sel à la plateforme	Quotidien	4.1	2.6	1.9	1.1	0.29	0.31	0.14	0.022
		Annuel						0.077	0.037	0.0055
B8	Chargement du sel à la plateforme	Quotidien	4.1	2.6	1.9	1.1	0.29	0.079	0.037	0.0056
		Annuel						0.039	0.019	0.0028

[1] Les déchargements et chargement sont supposés survenir pendant la période de jour sur 14 heures (de 6h à 20 h).

Paramètre sur la déposition sèche

N°		Fraction massique par diamètre					Density (g/cm^3)
	Diamètre moyen (um)	1.25	3.75	7.5	12.5	22.5	
B6, B7 et B8	Déchargement / chargement	7%	20%	20%	18%	35%	2.2

Navires et autres embarcations maritimes - CONDITIONS ACTUELLES (Scénario #2)

Références: US EPA (2022), Port Emissions Inventory Guidance: Methodologies for estimating port-related and goods movement mobile source emissions.

Spécifications techniques

N° ID	Descriptif	Nombre navires par année	Durée à l'intérieur du territoire (hr/escale)	Charge moteur (kW)	Pondération des émissions			NOTE
					Horaire	Journalier	Annuel	
C1-1	Pétrolier Aframax Kildair à quai - moteur auxiliaire	20	48	1 000	100%	100%	15%	1, 2
C1-2	Pétrolier Aframax Kildair à quai - chaudière	20	48	2 000	100%	100%	15%	1, 2
C1-3	Pétrolier Handysize Kildair à quai - moteur auxiliaire	130	24	625	0%	0%	47%	1, 2
C1-4	Pétrolier Handysize Kildair à quai - chaudière	130	24	1 250	0%	0%	47%	1, 2
C2-1	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - propulsion	20	0.25	1 189	12%	0.51%	0.075%	3, 4, 5
C2-2	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - moteur auxiliaire	20	0.25	1 500	12%	0.51%	0.075%	1, 5
C2-3	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - chaudière	20	0.25	400	12%	0.51%	0.075%	1, 5
C2-4	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - propulsion	130	0.25	581	0%	0%	0.49%	3, 4, 5
C2-5	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - moteur auxiliaire	130	0.25	938	0%	0%	0.49%	1, 5
C2-6	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - chaudière	130	0.25	250	0%	0%	0.49%	1, 5
C3-1	Remorqueur en manoeuvre - propulsion	150	0.49	3 512	25%	1.0%	1.1%	5, 6
C3-2	Remorqueur en manoeuvre - moteur auxiliaire	150	0.49	245	25%	1.0%	1.1%	5, 6

[1] Nombres et durées fournies par Kildair. Les navires catégorisées comme Panamax sont inclus dans la catégorie Aframax.

[2] Puissance typique fournie par les moteurs auxiliaires et chaudières d'un pétrolier de dimension "Aframax" ou "Handysize" d'après US EPA (2022), Appendix E.

[3] Puissance installée (moteur de type SSD) selon US EPA (2022), Appendix C pour des pétroliers de taille "Aframax" ou des pétroliers de taille "Handymax" de catégorie C3.

[4] Facteur de charge du moteur de propulsion calculé selon l'équation 3.6 du même document en considérant la vitesse maximale fournie à l'Appendix C et une vitesse moyenne de 7 nœuds à l'arrivée et départ (résultants à environ 10% de charge moteur).

[5] La durée à l'intérieur du territoire modélisé (près de 1 miles à l'arrivée + 1 miles au départ vs. le terminal) est calculée selon la vitesse de déplacement utilisée pour calculer la charge du moteur principal.

[6] Puissance installée typique par remorqueur de 3 512 kW pour le moteur de propulsion et 285 kW pour le moteur auxiliaire selon US EPA (2022), Appendix G x facteur de charge de 50% et 43%, respectivement x 2 remorqueurs qui devront faire des aller-retour à chaque événement d'arrivée et de sortie (expliquant une durée à l'intérieur du territoire double).

Facteurs d'émission (en g/kWh)

N° ID	Descriptif	PM_T	PM_{10}	$PM_{2.5}$	NOx	CO	SO_2	HC	NH_3	1,3-butadiène	Acétaldéhyde	Acroléine	Benzène	NOTE
C1-1	Pétrolier Aframax Kildair à quai - moteur auxiliaire	0.19	0.19	0.17	12.2	1.1	0.42	0.40	3.3E-03	4.3E-04	4.1E-03	7.8E-04	2.0E-03	1, 2
C1-2	Pétrolier Aframax Kildair à quai - chaudière	0.20	0.20	0.19	2.0	0.20	0.59	0.10	3.6E-03	1.1E-04	1.0E-03	1.9E-04	5.0E-04	1, 2
C1-3	Pétrolier Handysize Kildair à quai - moteur auxiliaire	0.19	0.19	0.17	12.2	1.1	0.42	0.40	3.3E-03	4.3E-04	4.1E-03	7.8E-04	2.0E-03	1, 2
C1-4	Pétrolier Handysize Kildair à quai - chaudière	0.20	0.20	0.19	2.0	0.20	0.59	0.10	3.6E-03	1.1E-04	1.0E-03	1.9E-04	5.0E-04	1, 2
C2-1	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - propulsion	0.61	0.61	0.56	17	1.4	0.38	0.60	1.1E-02	6.4E-04	6.2E-03	1.2E-03	3.0E-03	2, 3
C2-2	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - moteur auxiliaire	0.19	0.19	0.17	12.2	1.1	0.42	0.40	3.3E-03	4.3E-04	4.1E-03	7.8E-04	2.0E-03	1, 2
C2-3	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - chaudière	0.20	0.20	0.19	2.0	0.20	0.59	0.10	3.6E-03	1.1E-04	1.0E-03	1.9E-04	5.0E-04	1, 2
C2-4	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - propulsion	0.61	0.61	0.56	17	1.4	0.38	0.60	1.1E-02	6.4E-04	6.2E-03	1.2E-03	3.0E-03	2, 3
C2-5	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - moteur auxiliaire	0.19	0.19	0.17	12	1.1	0.42	0.40	3.3E-03	4.3E-04	4.1E-03	7.8E-04	2.0E-03	1, 2
C2-6	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - chaudière	0.20	0.20	0.19	2.0	0.20	0.59	0.10	3.6E-03	1.1E-04	1.0E-03	1.9E-04	5.0E-04	1, 2
C3-1	Remorqueur en manoeuvre - propulsion	0.15	0.15	0.15	6.1	1.1	0.42	0.19	2.8E-03	2.0E-04	2.0E-03	3.7E-04	9.5E-04	2, 4
C3-2	Remorqueur en manoeuvre - moteur auxiliaire	0.17	0.17	0.17	6.1	0.90	0.42	0.21	3.2E-03	2.2E-04	2.2E-03	4.1E-04	1.0E-03	2, 4

N° ID	Descriptif	Éthylbenzène	Formaldéhyde	i-octane	n-hexane	Propanal	Styrène	Toluène	Xylènes	Naphtalène	Pyrène	BaP	HAP [5]	NOTE
C1-1	Pétrolier Aframax Kildair à quai - moteur auxiliaire	1.8E-04	1.8E-02	3.0E-03	1.2E-03	6.4E-04	5.5E-04	8.6E-04	6.0E-04	1.3E-02	5.8E-06	7.3E-07	1.8E-05	2
C1-2	Pétrolier Aframax Kildair à quai - chaudière	4.6E-05	4.5E-03	7.5E-04	2.9E-04	1.6E-04	1.4E-04	2.1E-04	1.5E-04	3.3E-03	6.3E-06	7.8E-07	6.3E-06	2
C1-3	Pétrolier Handysize Kildair à quai - moteur auxiliaire	1.8E-04	1.8E-02	3.0E-03	1.2E-03	6.4E-04	5.5E-04	8.6E-04	6.0E-04	1.3E-02	5.8E-06	7.3E-07	1.8E-05	2
C1-4	Pétrolier Handysize Kildair à quai - chaudière	4.6E-05	4.5E-03	7.5E-04	2.9E-04	1.6E-04	1.4E-04	2.1E-04	1.5E-04	3.3E-03	6.3E-06	7.8E-07	6.3E-06	2
C2-1	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - propulsion	2.8E-04	2.7E-02	4.5E-03	1.8E-03	9.6E-04	8.3E-04	1.3E-03	9.0E-04	2.0E-02	1.9E-05	2.3E-06	3.0E-05	2
C2-2	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - moteur auxiliaire	1.8E-04	1.8E-02	3.0E-03	1.2E-03	6.4E-04	5.5E-04	8.6E-04	6.0E-04	1.3E-02	5.8E-06	7.3E-07	1.8E-05	2
C2-3	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - chaudière	4.6E-05	4.5E-03	7.5E-04	2.9E-04	1.6E-04	1.4E-04	2.1E-04	1.5E-04	3.3E-03	6.3E-06	7.8E-07	6.3E-06	2
C2-4	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - propulsion	2.8E-04	2.7E-02	4.5E-03	1.8E-03	9.6E-04	8.3E-04	1.3E-03	9.0E-04	2.0E-02	1.9E-05	2.3E-06	3.0E-05	2
C2-5	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - moteur auxiliaire	1.8E-04	1.8E-02	3.0E-03	1.2E-03	6.4E-04	5.5E-04	8.6E-04	6.0E-04	1.3E-02	5.8E-06	7.3E-07	1.8E-05	2
C2-6	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - chaudière	4.6E-05	4.5E-03	7.5E-04	2.9E-04	1.6E-04	1.4E-04	2.1E-04	1.5E-04	3.3E-03	6.3E-06	7.8E-07	6.3E-06	2
C3-1	Remorqueur en manoeuvre - propulsion	8.8E-05	8.5E-03	1.4E-03	5.6E-04	3.0E-04	2.6E-04	4.1E-04	2.8E-04	6.3E-03	5.0E-06	6.2E-07	9.2E-06	2
C3-2	Remorqueur en manoeuvre - moteur auxiliaire	9.7E-05	9.4E-03	1.6E-03	6.2E-04	3.4E-04	2.9E-04	4.5E-04	3.1E-04	6.9E-03	5.6E-06	7.0E-07	1.0E-05	2

N° ID	Descriptif	Antimoine	Arsenic	Beryllium	Cadmium	Chrome III	Chrome VI	Cobalt	Manganese	Mercure	Nickel	Plomb	Selenium	NOTE
C1-1	Pétrolier Aframax Kildair à quai - moteur auxiliaire	1.1E-04	4.5E-06	1.0E-07	4.1E-05	2.4E-05	1.3E-09	1.1E-05	5.6E-07	7.3E-09	1.2E-04	2.2E-05	7.6E-10	6
C1-2	Pétrolier Aframax Kildair à quai - chaudière	1.1E-04	4.8E-06	1.1E-07	4.4E-05	2.6E-05	1.3E-09	1.2E-05	6.0E-07	7.8E-09	1.3E-04	2.3E-05	8.1E-10	6
C1-3	Pétrolier Handysize Kildair à quai - moteur auxiliaire	1.1E-04	4.5E-06	1.0E-07	4.1E-05	2.4E-05	1.3E-09	1.1E-05	5.6E-07	7.3E-09	1.2E-04	2.2E-05	7.6E-10	6
C1-4	Pétrolier Handysize Kildair à quai - chaudière	1.1E-04	4.8E-06	1.1E-07	4.4E-05	2.6E-05	1.3E-09	1.2E-05	6.0E-07	7.8E-09	1.3E-04	2.3E-05	8.1E-10	6
C2-1	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - propulsion	3.4E-04	1.4E-05	3.3E-07	1.3E-04	7.7E-05	4.0E-09	3.6E-05	1.8E-06	2.3E-08	3.8E-04	7.0E-05	2.4E-09	6
C2-2	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - moteur auxiliaire	1.1E-04	4.5E-06	1.0E-07	4.1E-05	2.4E-05	1.3E-09	1.1E-05	5.6E-07	7.3E-09	1.2E-04	2.2E-05	7.6E-10	6
C2-3	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - chaudière	1.1E-04	4.8E-06	1.1E-07	4.4E-05	2.6E-05	1.3E-09	1.2E-05	6.0E-07	7.8E-09	1.3E-04	2.3E-05	8.1E-10	6
C2-4	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - propulsion	3.4E-04	1.4E-05	3.3E-07	1.3E-04	7.7E-05	4.0E-09	3.6E-05	1.8E-06	2.3E-08	3.8E-04	7.0E-05	2.4E-09	6
C2-5	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - moteur auxiliaire	1.1E-04	4.5E-06	1.0E-07	4.1E-05	2.4E-05	1.3E-09	1.1E-05	5.6E-07	7.3E-09	1.2E-04	2.2E-05	7.6E-10	6
C2-6	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - chaudière	1.1E-04	4.8E-06	1.1E-07	4.4E-05	2.6E-05	1.3E-09	1.2E-05	6.0E-07	7.8E-09	1.3E-04	2.3E-05	8.1E-10	6
C3-1	Remorqueur en manoeuvre - propulsion	9.1E-05	3.8E-06	8.7E-08	3.5E-05	2.0E-05	1.1E-09	9.5E-06	4.7E-07	6.2E-09	1.0E-04	1.8E-05	6.4E-10	6
C3-2	Remorqueur en manoeuvre - moteur auxiliaire	1.0E-04	4.3E-06	9.9E-08	3.9E-05	2.3E-05	1.2E-09	1.1E-05	5.4E-07	7.0E-09	1.1E-04	2.1E-05	7.3E-10	6

N° ID	Descriptif	BPC	D&F [7]	N-HAP	O-HAP	A-HAP	DBT	CN						NOTE
C1-1	Pétrolier Aframax Kildair à quai - moteur auxiliaire	7.3E-08	9.4E-10	2.0E-02	3.2E-02	3.4E-02	1.7E-04	1.3E-01						8, 9, 10
C1-2	Pétrolier Aframax Kildair à quai - chaudière	7.8E-08	1.0E-09	5.0E-03	8.0E-03	8.6E-03	4.4E-05	1.4E-01						8, 9, 10
C1-3	Pétrolier Handysize Kildair à quai - moteur auxiliaire	7.3E-08	9.4E-10	2.0E-02	3.2E-02	3.4E-02	1.7E-04	1.3E-01						8, 9, 10
C1-4	Pétrolier Handysize Kildair à quai - chaudière	7.8E-08	1.0E-09	5.0E-03	8.0E-03	8.6E-03	4.4E-05	1.4E-01						8, 9, 10
C2-1	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - propulsion	2.3E-07	3.0E-09	3.0E-02	4.8E-02	5.1E-02	2.6E-04	4.3E-01						8, 9, 10
C2-2	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - moteur auxiliaire	7.3E-08	9.4E-10	2.0E-02	3.2E-02	3.4E-02	1.7E-04	1.3E-01						8, 9, 10
C2-3	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - chaudière	7.8E-08	1.0E-09	5.0E-03	8.0E-03	8.6E-03	4.4E-05	1.4E-01						8, 9, 10
C2-4	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - propulsion	2.3E-07	3.0E-09	3.0E-02	4.8E-02	5.1E-02	2.6E-04	4.3E-01						8, 9, 10
C2-5	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - moteur auxiliaire	7.3E-08	9.4E-10	2.0E-02	3.2E-02	3.4E-02	1.7E-04	1.3E-01						8, 9, 10
C2-6	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - chaudière	7.8E-08	1.0E-09	5.0E-03	8.0E-03	8.6E-03	4.4E-05	1.4E-01						8, 9, 10
C3-1	Remorqueur en manoeuvre - propulsion	6.2E-08	8.0E-10	9.4E-03	1.5E-02	1.6E-02	8.2E-05	1.1E-01						8, 9, 10
C3-2	Remorqueur en manoeuvre - moteur auxiliaire	7.0E-08	9.1E-10	1.0E-02	1.7E-02	1.8E-02	9.1E-05	1.3E-01						8, 9, 10

[1] PM10, NOx, CO, SO2 et HC: Calculs et facteurs d'émissions selon l'US EPA (2022), Section 3.5 pour des moteurs de type MSD et chaudières utilisant du diesel marin (MDO) sur des navires de catégorie Tier 1 (2000-2010); PM2.5 = 92% x PM10 et PMT = PM10; concentration de soufre de 1 000 ppm (max alloué dans la zo

[2] NH3, COVs, HAPs: Calculés en fonction du facteur d'émission de HC (ou de PM2.5 pour les HAP et BPC) x la fraction massique du contaminant dans les COV ou les PM2.5 pour les gaz d'échappement d'engins maritimes commerciaux (voir onglet "Toxics")

[3] PM10, NOx, CO, SO2 et HC: Calculs et facteurs d'émissions selon l'US EPA (2022), Section 3.5 pour des moteurs de propulsion de type SSD utilisant du mazout lourd (HFO) sur des navires Tier 1 (2000-2010); PM2.5 = 92% x PM10 et PMT = PM10; concentration de soufre de 1 000 ppm.

[4] PM10, NOx, CO, SO2 et HC: Calculs et facteurs d'émissions selon l'US EPA (2022), Appendix H pour des moteurs de propulsion et auxiliaires sur des navires de catégorie C1 avec certification Tier 2 (construit normalement entre 2004 et 2012; PM2.5 = 97% x PM10 et PMT = PM10; concentration de soufre de 1 000 ppm.

[5] Les HAP totaux sont calculés en équivalent BaP selon les facteurs d'équivalent toxique du MELCCFP.

[6] Métaux: Calculés en fonction du facteur d'émission de PM2.5 x la fraction massique du contaminant dans les PM2.5 pour les gaz d'échappement d'engins maritimes commerciaux (voir onglet "Toxics").

[7] Le facteur d'émission pour les dioxines et furannes (D&F) correspond à la somme des congénères de dioxines. On suppose la totalité comme des 2,3,7,8-T4CDD (D&F en éq. 2,3,7,8-T4CDD).

[8] BPC & D&F: Calculés en fonction du facteur d'émission de PM2.5 x la fraction massique du contaminant dans les PM2.5 pour les gaz d'échappement d'engins maritimes commerciaux (voir onglet "Toxics")

[9] NHAP, OHAP, AHAP, DBT: Calculés en fonction du facteur d'émission des HAP principaux totaux dans les HC + les PM2.5 x un ratio NHAP/HAP totaux décrit dans l'onglet "Toxics".

[10] Carbone noir (CN): Calculé en fonction du facteur d'émission de $PM_{2.5}$ multiplié par un ratio $CN/PM_{2.5}$ de 77% selon US EPA (2022).

Taux d'émission (g/s) pour les scénarios maximum horaire, maximum quotidien et moyenne annuelle

N° ID	Descriptif	PMT	PM10	PM2.5	NOx	CO	SO2	HC	NH3	1,3-butadiène	Acétaldéhyde	Acroléine	Benzène	NOTE
C1-1	Pétrolier Aframax Kildair à quai - moteur auxiliaire	5.2E-02	5.2E-02	4.8E-02	3.4E+00	3.1E-01	1.2E-01	1.1E-01	9.3E-04	1.2E-04	1.1E-03	2.2E-04	5.5E-04	
C1-2	Pétrolier Aframax Kildair à quai - chaudière	1.1E-01	1.1E-01	1.0E-01	1.1E+00	1.1E-01	3.3E-01	5.6E-02	2.0E-03	5.9E-05	5.7E-04	1.1E-04	2.8E-04	
C1-3	Pétrolier Handysize Kildair à quai - moteur auxiliaire	3.3E-02	3.3E-02	3.0E-02	2.1E+00	1.9E-01	7.4E-02	6.9E-02	5.8E-04	7.4E-05	7.2E-04	1.4E-04	3.5E-04	
C1-4	Pétrolier Handysize Kildair à quai - chaudière	7.0E-02	7.0E-02	6.4E-02	6.9E-01	6.9E-02	2.0E-01	3.5E-02	1.2E-03	3.7E-05	3.6E-04	6.8E-05	1.7E-04	
C2-1	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - propulsion	2.0E-01	2.0E-01	1.8E-01	5.6E+00	4.6E-01	1.3E-01	2.0E-01	3.5E-03	2.1E-04	2.0E-03	3.9E-04	9.9E-04	
C2-2	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - moteur auxiliaire	7.9E-02	7.9E-02	7.2E-02	5.1E+00	4.6E-01	1.8E-01	1.7E-01	1.4E-03	1.8E-04	1.7E-03	3.2E-04	8.3E-04	
C2-3	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - chaudière	2.2E-02	2.2E-02	2.1E-02	2.2E-01	2.2E-02	6.5E-02	1.1E-02	4.0E-04	1.2E-05	1.1E-04	2.2E-05	5.5E-05	
C2-4	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - propulsion	9.8E-02	9.8E-02	9.0E-02	2.7E+00	2.3E-01	6.2E-02	9.7E-02	1.7E-03	1.0E-04	1.0E-03	1.9E-04	4.8E-04	
C2-5	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - moteur auxiliaire	4.9E-02	4.9E-02	4.5E-02	3.2E+00	2.9E-01	1.1E-01	1.0E-01	8.7E-04	1.1E-04	1.1E-03	2.0E-04	5.2E-04	
C2-6	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - chaudière	1.4E-02	1.4E-02	1.3E-02	1.4E-01	1.4E-02	4.1E-02	6.9E-03	2.5E-04	7.4E-06	7.2E-05	1.4E-05	3.5E-05	
C3-1	Remorqueur en manoeuvre - propulsion	1.5E-01	1.5E-01	1.4E-01	6.0E+00	1.1E+00	4.1E-01	1.9E-01	2.8E-03	2.0E-04	1.9E-03	3.6E-04	9.2E-04	
C3-2	Remorqueur en manoeuvre - moteur auxiliaire	1.2E-02	1.2E-02	1.1E-02	4.2E-01	6.1E-02	2.8E-02	1.4E-02	2.2E-04	1.5E-05	1.5E-04	2.8E-05	7.1E-05	
Taux d'émissions (g/s) - maximums horaires														
C1	Pétrolier Kildair à quai	1.6E-01	1.6E-01	1.5E-01	4.5E+00	4.2E-01	4.4E-01	1.7E-01	2.9E-03	1.8E-04	1.7E-03	3.2E-04	8.3E-04	1
C2	Pétrolier Kildair en manœuvre	3.7E-02	3.7E-02	3.4E-02	1.3E+00	1.2E-01	4.5E-02	4.6E-02	6.6E-04	5.0E-05	4.8E-04	9.0E-05	2.3E-04	1
C3	Remorqueur en manoeuvre	3.9E-02	3.9E-02	3.8E-02	1.6E+00	2.8E-01	1.1E-01	4.9E-02	7.4E-04	5.3E-05	5.1E-04	9.6E-05	2.5E-04	2
C1*	Pétrolier Handysize à quai (NO2 1-heure seulement)				2.8E+00									
C2*	Pétrolier Handysize en manoeuvre (NO2 1-heure seulement)				7.5E-01									
Taux d'émissions (g/s) - maximums journaliers														
C1	Pétrolier Kildair à quai	1.6E-01	1.6E-01	1.5E-01	4.5E+00	4.2E-01	4.4E-01	1.7E-01	2.9E-03	1.8E-04	1.7E-03	3.2E-04	8.3E-04	3
C2	Pétrolier Kildair en manœuvre	1.6E-03	1.6E-03	1.4E-03	5.6E-02	4.9E-03	1.9E-03	1.9E-03	2.7E-05	2.1E-06	2.0E-05	3.8E-06	9.7E-06	1, 4
C3	Remorqueur en manoeuvre	1.6E-03	1.6E-03	1.6E-03	6.6E-02	1.2E-02	4.5E-03	2.1E-03	3.1E-05	2.2E-06	2.1E-05	4.0E-06	1.0E-05	2, 4
Taux d'émissions (g/s) - moyenne annuelle														
C1	Pétrolier Kildair à quai	7.3E-02	7.3E-02	6.7E-02	2.0E+00	1.8E-01	2.0E-01	7.3E-02	1.3E-03	7.8E-05	7.6E-04	1.4E-04	3.7E-04	4
C2	Pétrolier Kildair en manœuvre	1.0E-03	1.0E-03	9.3E-04	3.8E-02	3.3E-03	1.3E-03	1.3E-03	1.8E-05	1.4E-06	1.3E-05	2.5E-06	6.5E-06	4
C3	Remorqueur en manoeuvre	1.8E-03	1.8E-03	1.7E-03	7.2E-02	1.3E-02	4.9E-03	2.2E-03	3.4E-05	2.4E-06	2.3E-05	4.4E-06	1.1E-05	4

N° ID	Descriptif	Éthylbenzène	Formaldéhyde	i-octane	n-hexane	Propanal	Styrène	Toluène	Xylènes	Naphtalène	Pyrène	BaP	HAP	NOTE
C1-1	Pétrolier Aframax Kildair à quai - moteur auxiliaire	5.1E-05	5.0E-03	8.3E-04	3.3E-04	1.8E-04	1.5E-04	2.4E-04	1.7E-04	3.7E-03	1.6E-06	2.0E-07	4.9E-06	
C1-2	Pétrolier Aframax Kildair à quai - chaudière	2.6E-05	2.5E-03	4.2E-04	1.6E-04	8.9E-05	7.7E-05	1.2E-04	8.3E-05	1.8E-03	3.5E-06	4.3E-07	3.5E-06	
C1-3	Pétrolier Handysize Kildair à quai - moteur auxiliaire	3.2E-05	3.1E-03	5.2E-04	2.0E-04	1.1E-04	9.6E-05	1.5E-04	1.0E-04	2.3E-03	1.0E-06	1.3E-07	3.1E-06	
C1-4	Pétrolier Handysize Kildair à quai - chaudière	1.6E-05	1.6E-03	2.6E-04	1.0E-04	5.5E-05	4.8E-05	7.4E-05	5.2E-05	1.1E-03	2.2E-06	2.7E-07	2.2E-06	
C2-1	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - propulsion	9.2E-05	8.9E-03	1.5E-03	5.8E-04	3.2E-04	2.7E-04	4.2E-04	3.0E-04	6.5E-03	6.2E-06	7.7E-07	1.0E-05	
C2-2	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - moteur auxiliaire	7.7E-05	7.5E-03	1.2E-03	4.9E-04	2.7E-04	2.3E-04	3.6E-04	2.5E-04	5.5E-03	2.4E-06	3.0E-07	7.3E-06	
C2-3	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - chaudière	5.1E-06	5.0E-04	8.3E-05	3.3E-05	1.8E-05	1.5E-05	2.4E-05	1.7E-05	3.7E-04	6.9E-07	8.6E-08	7.0E-07	
C2-4	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - propulsion	4.5E-05	4.4E-03	7.3E-04	2.8E-04	1.5E-04	1.3E-04	2.1E-04	1.4E-04	3.2E-03	3.0E-06	3.8E-07	4.9E-06	
C2-5	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - moteur auxiliaire	4.8E-05	4.7E-03	7.8E-04	3.1E-04	1.7E-04	1.4E-04	2.2E-04	1.6E-04	3.4E-03	1.5E-06	1.9E-07	4.6E-06	
C2-6	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - chaudière	3.2E-06	3.1E-04	5.2E-05	2.0E-05	1.1E-05	9.6E-06	1.5E-05	1.0E-05	2.3E-04	4.3E-07	5.4E-08	4.3E-07	
C3-1	Remorqueur en manoeuvre - propulsion	8.6E-05	8.3E-03	1.4E-03	5.4E-04	3.0E-04	2.6E-04	4.0E-04	2.8E-04	6.1E-03	4.8E-06	6.0E-07	9.0E-06	
C3-2	Remorqueur en manoeuvre - moteur auxiliaire	6.6E-06	6.4E-04	1.1E-04	4.2E-05	2.3E-05	2.0E-05	3.1E-05	2.1E-05	4.7E-04	3.8E-07	4.7E-08	7.0E-07	
Taux d'émissions (g/s) - maximums horaires														
C1	Pétrolier Kildair à quai	7.7E-05	7.5E-03	1.2E-03	4.9E-04	2.7E-04	2.3E-04	3.6E-04	2.5E-04	5.5E-03	5.1E-06	6.3E-07	8.4E-06	1
C2	Pétrolier Kildair en manœuvre	2.1E-05	2.1E-03	3.5E-04	1.4E-04	7.4E-05	6.4E-05	1.0E-04	7.0E-05	1.5E-03	1.2E-06	1.4E-07	2.2E-06	1
C3	Remorqueur en manoeuvre	2.3E-05	2.2E-03	3.7E-04	1.4E-04	7.9E-05	6.8E-05	1.1E-04	7.4E-05	1.6E-03	1.3E-06	1.6E-07	2.4E-06	2

Taux d'émissions (g/s) - maximums journaliers														
C1	Pétrolier Kildair à quai	7.7E-05	7.5E-03	1.2E-03	4.9E-04	2.7E-04	2.3E-04	3.6E-04	2.5E-04	5.5E-03	5.1E-06	6.3E-07	8.4E-06	3
C2	Pétrolier Kildair en manœuvre	8.9E-07	8.7E-05	1.5E-05	5.7E-06	3.1E-06	2.7E-06	4.1E-06	2.9E-06	6.4E-05	4.8E-08	6.0E-09	9.3E-08	1, 4
C3	Remorqueur en manoeuvre	9.5E-07	9.2E-05	1.5E-05	6.0E-06	3.3E-06	2.8E-06	4.4E-06	3.1E-06	6.8E-05	5.4E-08	6.7E-09	1.0E-07	2, 4
Taux d'émissions (g/s) - moyenne annuelle														
C1	Pétrolier Kildair à quai	3.4E-05	3.3E-03	5.5E-04	2.2E-04	1.2E-04	1.0E-04	1.6E-04	1.1E-04	2.4E-03	2.2E-06	2.8E-07	3.7E-06	4
C2	Pétrolier Kildair en manœuvre	6.0E-07	5.8E-05	9.7E-06	3.8E-06	2.1E-06	1.8E-06	2.8E-06	1.9E-06	4.3E-05	3.1E-08	3.9E-09	6.2E-08	4
C3	Remorqueur en manoeuvre	1.0E-06	1.0E-04	1.7E-05	6.6E-06	3.6E-06	3.1E-06	4.8E-06	3.4E-06	7.4E-05	5.9E-08	7.3E-09	1.1E-07	4
N° ID	**Descriptif**	**Antimoine**	**Arsenic**	**Beryllium**	**Cadmium**	**Chrome III**	**Chrome VI**	**Cobalt**	**Manganese**	**Mercure**	**Nickel**	**Plomb**	**Selenium**	**NOTE**
C1-1	Pétrolier Aframax Kildair à quai - moteur auxiliaire	3.0E-05	1.2E-06	2.9E-08	1.1E-05	6.7E-06	3.5E-10	3.1E-06	1.6E-07	2.0E-09	3.3E-05	6.0E-06	2.1E-10	
C1-2	Pétrolier Aframax Kildair à quai - chaudière	6.3E-05	2.7E-06	6.1E-08	2.4E-05	1.4E-05	7.5E-10	6.7E-06	3.3E-07	4.3E-09	7.1E-05	1.3E-05	4.5E-10	
C1-3	Pétrolier Handysize Kildair à quai - moteur auxiliaire	1.9E-05	7.8E-07	1.8E-08	7.1E-06	4.2E-06	2.2E-10	1.9E-06	9.7E-08	1.3E-09	2.1E-05	3.8E-06	1.3E-10	
C1-4	Pétrolier Handysize Kildair à quai - chaudière	4.0E-05	1.7E-06	3.8E-08	1.5E-05	8.9E-06	4.7E-10	4.2E-06	2.1E-07	2.7E-09	4.4E-05	8.1E-06	2.8E-10	
C2-1	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - propulsion	1.1E-04	4.8E-06	1.1E-07	4.4E-05	2.5E-05	1.3E-09	1.2E-05	5.9E-07	7.7E-09	1.3E-04	2.3E-05	8.1E-10	
C2-2	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - moteur auxiliaire	4.4E-05	1.9E-06	4.3E-08	1.7E-05	1.0E-05	5.2E-10	4.7E-06	2.3E-07	3.0E-09	5.0E-05	9.0E-06	3.2E-10	
C2-3	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - chaudière	1.3E-05	5.3E-07	1.2E-08	4.9E-06	2.8E-06	1.5E-10	1.3E-06	6.6E-08	8.6E-10	1.4E-05	2.6E-06	9.0E-11	
C2-4	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - propulsion	5.5E-05	2.3E-06	5.3E-08	2.1E-05	1.2E-05	6.5E-10	5.8E-06	2.9E-07	3.8E-09	6.2E-05	1.1E-05	3.9E-10	
C2-5	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - moteur auxiliaire	2.8E-05	1.2E-06	2.7E-08	1.1E-05	6.2E-06	3.3E-10	2.9E-06	1.5E-07	1.9E-09	3.1E-05	5.7E-06	2.0E-10	
C2-6	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - chaudière	7.9E-06	3.3E-07	7.6E-09	3.0E-06	1.8E-06	9.3E-11	8.3E-07	4.1E-08	5.4E-10	8.9E-06	1.6E-06	5.6E-11	
C3-1	Remorqueur en manoeuvre - propulsion	8.8E-05	3.7E-06	8.5E-08	3.4E-05	2.0E-05	1.0E-09	9.3E-06	4.6E-07	6.0E-09	9.9E-05	1.8E-05	6.3E-10	
C3-2	Remorqueur en manoeuvre - moteur auxiliaire	7.0E-06	2.9E-07	6.7E-09	2.7E-06	1.6E-06	8.2E-11	7.3E-07	3.7E-08	4.7E-10	7.8E-06	1.4E-06	5.0E-11	
Taux d'émissions (g/s) - maximums horaires														
C1	Pétrolier Kildair à quai	9.3E-05	3.9E-06	9.0E-08	3.6E-05	2.1E-05	1.1E-09	9.8E-06	4.9E-07	6.3E-09	1.0E-04	1.9E-05	6.6E-10	1
C2	Pétrolier Kildair en manœuvre	2.1E-05	8.9E-07	2.0E-08	8.1E-06	4.7E-06	2.5E-10	2.2E-06	1.1E-07	1.4E-09	2.4E-05	4.3E-06	1.5E-10	1
C3	Remorqueur en manoeuvre	2.4E-05	9.9E-07	2.3E-08	9.0E-06	5.3E-06	2.8E-10	2.5E-06	1.2E-07	1.6E-09	2.6E-05	4.8E-06	1.7E-10	2
Taux d'émissions (g/s) - maximums journaliers														
C1	Pétrolier Kildair à quai	9.3E-05	3.9E-06	9.0E-08	3.6E-05	2.1E-05	1.1E-09	9.8E-06	4.9E-07	6.3E-09	1.0E-04	1.9E-05	6.6E-10	3
C2	Pétrolier Kildair en manœuvre	8.8E-07	3.7E-08	8.5E-10	3.4E-07	2.0E-07	1.0E-11	9.2E-08	4.6E-09	6.0E-11	9.8E-07	1.8E-07	6.3E-12	1, 4
C3	Remorqueur en manoeuvre	9.8E-07	4.1E-08	9.5E-10	3.8E-07	2.2E-07	1.2E-11	1.0E-07	5.1E-09	6.7E-11	1.1E-06	2.0E-07	7.0E-12	2, 4
Taux d'émissions (g/s) - moyenne annuelle														
C1	Pétrolier Kildair à quai	4.1E-05	1.7E-06	4.0E-08	1.6E-05	9.2E-06	4.8E-10	4.3E-06	2.1E-07	2.8E-09	4.6E-05	8.3E-06	2.9E-10	4
C2	Pétrolier Kildair en manœuvre	5.7E-07	2.4E-08	5.5E-10	2.2E-07	1.3E-07	6.7E-12	6.0E-08	3.0E-09	3.9E-11	6.4E-07	1.2E-07	4.1E-12	4
C3	Remorqueur en manoeuvre	1.1E-06	4.5E-08	1.0E-09	4.1E-07	2.4E-07	1.3E-11	1.1E-07	5.6E-09	7.3E-11	1.2E-06	2.2E-07	7.6E-12	4
N° ID	**Descriptif**	**BPC**	**D&F [7]**	**N-HAP**	**O-HAP**	**A-HAP**	**DBT**	**CN**						**NOTE**
C1-1	Pétrolier Aframax Kildair à quai - moteur auxiliaire	2.0E-08	2.6E-10	5.5E-03	8.8E-03	9.4E-03	4.8E-05	3.7E-02						
C1-2	Pétrolier Aframax Kildair à quai - chaudière	4.3E-08	5.6E-10	2.8E-03	4.4E-03	4.8E-03	2.4E-05	7.9E-02						
C1-3	Pétrolier Handysize Kildair à quai - moteur auxiliaire	1.3E-08	1.6E-10	3.4E-03	5.5E-03	5.9E-03	3.0E-05	2.3E-02						
C1-4	Pétrolier Handysize Kildair à quai - chaudière	2.7E-08	3.5E-10	1.7E-03	2.8E-03	3.0E-03	1.5E-05	5.0E-02						
C2-1	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - propulsion	7.7E-08	1.0E-09	9.8E-03	1.6E-02	1.7E-02	8.6E-05	1.4E-01						
C2-2	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - moteur auxiliaire	3.0E-08	3.9E-10	8.2E-03	1.3E-02	1.4E-02	7.2E-05	5.6E-02						
C2-3	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - chaudière	8.6E-09	1.1E-10	5.5E-04	8.9E-04	9.5E-04	4.8E-06	1.6E-02						
C2-4	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - propulsion	3.8E-08	4.9E-10	4.8E-03	7.7E-03	8.2E-03	4.2E-05	6.9E-02						
C2-5	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - moteur auxiliaire	1.9E-08	2.5E-10	5.1E-03	8.2E-03	8.8E-03	4.5E-05	3.5E-02						
C2-6	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - chaudière	5.4E-09	7.0E-11	3.5E-04	5.6E-04	5.9E-04	3.0E-06	9.9E-03						
C3-1	Remorqueur en manoeuvre - propulsion	6.0E-08	7.8E-10	9.1E-03	1.5E-02	1.6E-02	8.0E-05	1.1E-01						
C3-2	Remorqueur en manoeuvre - moteur auxiliaire	4.7E-09	6.2E-11	7.0E-04	1.1E-03	1.2E-03	6.2E-06	8.7E-03						

Taux d'émissions (g/s) - maximums horaires														
C1	Pétrolier Kildair à quai	6.3E-08	8.2E-10	8.2E-03	1.3E-02	1.4E-02	7.2E-05	1.2E-01						1
C2	Pétrolier Kildair en manœuvre	1.4E-08	1.9E-10	2.3E-03	3.7E-03	3.9E-03	2.0E-05	2.6E-02						1
C3	Remorqueur en manoeuvre	1.6E-08	2.1E-10	2.4E-03	3.9E-03	4.2E-03	2.1E-05	2.9E-02						2
Taux d'émissions (g/s) - maximums journaliers														
C1	Pétrolier Kildair à quai	6.3E-08	8.2E-10	8.2E-03	1.3E-02	1.4E-02	7.2E-05	1.2E-01						3
C2	Pétrolier Kildair en manœuvre	6.0E-10	7.8E-12	9.5E-05	1.5E-04	1.6E-04	8.4E-07	1.1E-03						1, 4
C3	Remorqueur en manoeuvre	6.7E-10	8.7E-12	1.0E-04	1.6E-04	1.7E-04	8.9E-07	1.2E-03						2, 4
Taux d'émissions (g/s) - moyenne annuelle														
C1	Pétrolier Kildair à quai	2.8E-08	3.6E-10	3.6E-03	5.8E-03	6.2E-03	3.2E-05	5.1E-02						4
C2	Pétrolier Kildair en manœuvre	3.9E-10	5.0E-12	6.4E-05	1.0E-04	1.1E-04	5.6E-07	7.2E-04						4
C3	Remorqueur en manoeuvre	7.3E-10	9.5E-12	1.1E-04	1.8E-04	1.9E-04	9.7E-07	1.3E-03						4

[1] Les taux maximums entre les pétroliers Aframax et Handysize sont considérés (approche prudente).

[2] Les émissions de deux remorqueurs tirant un pétrolier Aframax sont considérées.

[3] Équivalent aux taux pour les maximums horaires; Les pétroliers sont typiquement à quai sur une période d'au moins 24 heures selon Kildair.

[4] Les émissions totales sont ajustées au prorata du nombre d'heure totale d'émissions par rapport au nombre total d'heures d'activités pendant la journée ou l'année (c'est-à-dire 9 mois sur 12 puisqu'aucun pétrolier ne sera à quai pendant la saison froide - mi-décembre à mi-mars).

Estimation des paramètres d'émission des cheminées des navires et remorqueurs

N° ID	Descriptif	Consommation en carburant		Gaz de combustion				Vitesse de sortie	
		g/kWh	kg/h	Nm^3/kg [1]	Nm^3/h	°C [2]	Am^3/h	D (m) [3]	m/s
C1-1	Pétrolier Aframax Kildair à quai - moteur auxiliaire	217	217	29	6 348	250	12 161		
C1-2	Pétrolier Aframax Kildair à quai - chaudière	300	600	14	8 322	150	12 894		
C1-3	Pétrolier Handysize Kildair à quai - moteur auxiliaire	217	136	29	3 967	250	7 600		
C1-4	Pétrolier Handysize Kildair à quai - chaudière	300	375	14	5 201	150	8 059		
C2-1	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - propulsion	195	232	29	6 785	300	14 241		
C2-2	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - moteur auxiliaire	217	326	29	9 522	250	18 241		
C2-3	Pétrolier Aframax Kildair en manoeuvre - chaudière	300	120	14	1 664	150	2 579		
C2-4	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - propulsion	195	113	29	3 313	300	6 954		
C2-5	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - moteur auxiliaire	217	204	29	5 954	250	11 407		
C2-6	Pétrolier Handysize Kildair en manoeuvre - chaudière	300	75	14	1 040	150	1 612		
C3-1	Remorqueur en manoeuvre - propulsion	213	374	29	10 941	300	22 964		
C3-2	Remorqueur en manoeuvre - moteur auxiliaire	213	26	29	764	250	1 463		
Flux combinés [4]									
C1	Pétrolier à quai				14 669	193		0.91	3.8
C2	Pétrolier en manœuvre				17 971	260		0.91	4.6
C3	Remorqueur en manœuvre				11 705	297		0.61	14.6

[1] Volume de gaz de combustion par kg de diesel avec un excès d'air de 150% pour les moteurs et 15% pour les chaudières.

[2] Températures des gaz d'échappement considérées pour l'étude.

[3] Suppose la présence de pots d'échappement de 3 pi. diamètre chacun avec un angle de sortie à 45 deg. Représente le flux moyen pondéré parmi les différents pots d'échappement.

Les paramètres d'émissions des pétroliers Aframax sont utilisés puisque ce sont ces navires qui génèrent de plus haut taux d'émissions.

Taux d'émissions des odeurs

N° ID	Descriptif	Seuil d'odeur [1]	Taux d'odeur [2]
		u.o./Nm^3	u.o./s
C1	Pétrolier à quai	4 809	19 597
C2	Pétrolier en manœuvre	4 809	2 966
C3	Remorqueur en manœuvre	4 809	3 864

[1] Seuil d'odeur du gaz de combustion au pot d'échappement estimé en fonction des hypothèses suivantes: seuil de détection de l'odeur à 5 700 u.o./Nm^3 pour des génératrices (valeur plus élevé selon AWMA (Quantification of Diesel Odor Emissions, 94th Annual Meeting & Exhibtion, 2001) multiplié par le ratio entre les facteur d'émission d'hydrocarbures pour des moteurs Tier 1 et Tier 0 selon l'US EPA (2022).

[2] Calculé en fonction du débit actuel de gaz de combustion des flux combinés (considère 2 remorqueurs en simultanée) et le facteur de pondération horaire des émissions.

Moteurs des véhicules routiers - CONDITIONS ACTUELLES + PROJET DE TERMINAL DE QSL (Scénario #2)

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

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

Routes industrielles

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

Routes publiques non pavées

$$FE = 281{,}9 \times k \times \left(\frac{s}{12}\right)^{a} \times \left(\frac{S}{30}\right)^{d} \times \left(\frac{M}{0{,}5}\right)^{-c} \times (1 - \%EC)$$

Routes pavées

$$FE = 281{,}9 \times k \times s^{0.91} \times W^{1.02} \times (1 - \%EC)$$

FE: Facteur d'émission (g/VKT)

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

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

W: Masse moyenne (en tons) des véhicules

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

%EC: Efficacité de contrôle des émissions

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

M: Humidité du matériel composant la route (%)

	Routes industrielles				Routes publiques non pavées			Routes pavées			
Constantes	**PM_T**	**PM_{10}**	**$PM_{2.5}$**	**PM_T**	**PM_{10}**	**$PM_{2.5}$**	**PM_T**	**PM_{15}**	**PM_{10}**	**$PM_{2.5}$**
k (lb/miles)	4.9	1.5	0.15	6	1.8	0.18	0.011	0.0027	0.0022	0.00054
a	0.7	0.9	0.9	1	1	1	---	---	---	---
b	0.45	0.45	0.45	---	---	---	---	---	---	---
c	---	---	---	0.3	0.2	0.2	---	---	---	---
d	---	---	---	0.3	0.5	0.5	---	---	---	---

Spécifications techniques

N° ID	Description	Période d'évaluation	Période de chargement des camions	Route			Camion				NOTE
				Type	Longueur (m)	Silt (g/m^3)	Masse vide (t)	Charge utile (t)	Nombre	km	
B5P	Camionnage des matériaux sortant et entrant au terminal	Journalier	14 h/jr	Pavée	3 216	0.20	5.0	30	80	515	1 à 5
		Annuel	365 jr/a						14 600	93 907	1 à 4
C4P	Circulation normale sur le troncon	Journalier	14 h/jr	Pavée	3 216	0.20	3.0	0	2 250	7 236	6
		Annuel	365 jr/a						821 250	2 641 140	7

[1] Longueur du troncon à partir de la sortie du terminal jusqu'à l'entrée de l'autoroute 30.

[2] La quantité de silt sur les routes pavées pourra évoluer selon l'endroit sur le troncon routier. La valeur par défaut pour un débit journalier de circulation entre 500 et 5000 véhicules est considérée (US EPA AP-42 tableau 13.2.1-2).

[3] Masse d'un camion avec une remorque vide se situe entre 10 et 16 tonnes (valeur moyenne est appliquée).

[4] Charge utile moyenne des camions puisqu'il est prévu que 14 600 camions transportent les 440 000 tonnes de matériaux en vrac passant par le terminal.

[5] Un total de 14 600 voyages sortant au maximum annuellement. Le nombre de voyages maximum quotidiennement est établi à 80 correspondant à environ 2 fois la moyenne quotidienne.

[6] Débit quotidien et masse moyenne estimée des véhicules circulant sur la route selon des mesures de circlulation en 2024 sur la route 132 au niveau du terminal.

[7] Débit annuel déduit à partir des débits journaliers (x 365 jours/a).

Émissions fugitives de particules

N° ID	Description	Période d'évaluation	Facteurs d'émission (g/km)				Taux d'émission (g/s)				NOTE
			PM_T	PM_{15}	PM_{10}	$PM_{2.5}$	PM_T	PM_{15}	PM_{10}	$PM_{2.5}$	
B5P+C4P	Camionnage des matériaux sortant et entrant au terminal	Journalier	3.4	0.82	0.67	0.16	0.52	0.13	0.10	0.025	1
		Annuel					0.50	0.12	0.10	0.024	1

[1] Les facteurs d'émissions de poussières sur les routes pavées ne prennent pas en compte de mesure de contrôle des émissions (%EC = 0).

Moteurs des véhicules routiers - CONDITIONS ACTUELLES + PROJET DE TERMINAL DE QSL (Scénario #2)

Références: US Bureau of Statistics (2023), Table 4-43: Estimated National Average Vehicle Emissions Rates per Vehicle by Vehicle Type using Gasoline and Diesel

Spécifications techniques

N° ID	Description	Période d'exposition	Période de chargement des camions		Nombre de véhicules pendant la période	Distance aller-retour pendant la période (km)	NOTE
C4M-1	Camionnage des matériaux sortant et entrant au terminal	Horaire	1	h/h	11	74	1
		Quotidien	14	h/jr	80	515	
		Annuel	365	jr/a	14 600	93 907	
C4M-2	Circulation aux conditions actuelles	Horaire	1	h/h	241	775	1
		Quotidien	14	h/jr	2 250	7 236	
		Annuel	365	jr/a	821 250	2 641 140	

[1] Le nombre de voyages maximum horaire correspond à la moyenne horaire du maximum quotidien sur une période de 14 heures x 1.5.

Facteurs d'émission des moteurs (g/km)

N° ID	Description	PM_T	PM_{10}	$PM_{2.5}$	NOx	CO	SO_2	HC	NH_3	1,3-butadiène	Acétaldéhyde	Acroléine	Benzène	NOTE
C4M-1	Camionnage des matériaux sortant et entrant au terminal	0.075	0.075	0.069	2.6	1.3	0.010	0.17	0.034	1.7E-04	1.5E-02	2.2E-03	2.8E-03	1 à 5
C4M-2	Circulation aux conditions actuelles	0.0020	0.0020	0.0019	0.13	2.5	0.0038	0.23	0.031	2.3E-04	2.0E-02	2.9E-03	3.8E-03	2, 4, 5, 9, 10
N° ID	**Description**	**Éthylbenzène**	**Formaldéhyde**	**i-octane**	**n-hexane**	**Propanal**	**Styrène**	**Toluène**	**Xylènes**	**Naphtalène**	**Pyrène**	**BaP**	**HAP (éq. BaP)**	**NOTE**
C4M-1	Camionnage des matériaux sortant et entrant au terminal	2.4E-03	4.7E-02	1.7E-03	1.2E-03	6.7E-04	0	6.5E-03	1.8E-02	3.5E-03	1.1E-05	2.3E-07	4.9E-06	4, 6
C4M-2	Circulation aux conditions actuelles	3.3E-03	6.4E-02	2.3E-03	1.6E-03	9.1E-04	0	8.8E-03	2.5E-02	4.8E-03	1.1E-05	6.2E-09	5.3E-06	4, 6
N° ID	**Description**	**Antimoine**	**Arsenic**	**Beryllium**	**Cadmium**	**Chrome III**	**Chrome VI**	**Cobalt**	**Manganese**	**Mercure**	**Nickel**	**Plomb**	**Selenium**	**NOTE**
C4M-1	Camionnage des matériaux sortant et entrant au terminal	0	1.4E-06	0	0	0	3.7E-09	0	4.3E-07	6.9E-09	4.3E-07	0	0	7
C4M-2	Circulation aux conditions actuelles	0	1.4E-06	0	0	0	3.7E-09	0	4.3E-07	6.9E-09	4.3E-07	0	0	7
N° ID	**Description**	**BPC**	**D&F (T4CDD)**	**N-HAP**	**O-HAP**	**A-HAP**	**DBT**	**CN**						**NOTE**
C4M-1	Camionnage des matériaux sortant et entrant au terminal	0	1.6E-13	5.9E-03	9.4E-03	1.0E-02	5.1E-05	3.6E-02						7, 8, 11
C4M-2	Circulation aux conditions actuelles	0	1.6E-13	7.2E-03	1.2E-02	1.2E-02	6.3E-05	2.3E-04						7, 8, 11

[1] $PM_{2.5}$, NOx, CO et HC: extrait de l'US Bureau of Transportation Statistics (2023) compilant des facteurs d'émission moyens selon les résultats du modèle MOVES3 (préparé en 2021) par type de véhicules et année d'exploitation. Les facteurs d'émission présentés pour les véhicules lourds au diesel pour l'année 2020 sont utilisés.

[2] PM2.5 = 92% x PM10; PMT = PM10.

[3] SO_2: Calculé en fonction d'un taux de consommation de diesel maximum évalué à 0.4 L/km et une concentration en soufre de 15 ppm dans le diesel.

[4] COVs: Calculé en fonction du facteur d'émission des HC x la fraction du composé dans les HC (voir onglet "Toxics").

[5] NH3 (camionnage): Calculé en fonction d'un facteur d'émission de 0,1 g/kg de carburant diesel selon le rapport technique de l'US EPA (Exhaust emissions rates for heavy-duty onroad vehicles in MOVES5 au tableau 5-1), tout en considérant une densité de 0,85 kg/L et un taux de consommation de 0,4 L/km; (Circulation aux conditions actuelles): Extrait d'un rapport technique de l'US EPA (Exhaust emissions rates for light-duty onroad vehicles in MOVES5 à la figure 6-7). On suppose un facteur d'émission prudent de 0,05 g/miles.

[6] HAP: Calculés en fonction du facteur d'émission de HC x la fraction massique du contaminant dans les COV pour les gaz d'échappement de véhicules routiers (voir onglet "Toxics"). Les HAP particulaires sont également compris (sur la base des $PM_{2.5}$).

[7] Métaux, BPC et D&F: Facteurs d'émission sont disponibles à l'onglet "Toxics".

[8] NHAP, OHAP, AHAP, DBT: Calculés en fonction du facteur d'émission des HAP principaux totaux dans les HC + les $PM_{2.5}$ x un ratio NHAP/HAP totaux décrit dans l'onglet "Toxics".

[9] $PM_{2.5}$, NOx, CO et HC: extrait de l'US Bureau of Transportation Statistics (2023) compilant des facteurs d'émission moyens selon le modèle MOVES3 (préparé en 2021) par type de véhicules et année d'exploitation. Les facteurs d'émission pour la circulation actuelle se basent sur des véhicules légers fonctionnant à l'essence (correspondant à plus de 90% des véhicules) pour l'année 2020.

[10] SO_2: Calculé en fonction d'un taux de consommation d'essence maximum évalué à 0.15 L/km et une concentration en soufre de 15 ppm dans l'essence.

[11] Carbone noir (CN): Calculé en fonction du facteur d'émission de $PM_{2.5}$ multiplié par un ratio $CN/PM_{2.5}$ de 53% pour les camions au diesel ou 12% pour les véhicules légers à l'essence selon EEA (2024).

Taux d'émission des moteurs (g/s)

N° ID	Description		PMT	PM10	PM2.5	NOx	CO	SO2	HC	NH3	1,3-butadiène	Acétaldéhyde	Acroléine	Benzène	NOTE
C4M	Camionnage + conditions actuelles	Horaire	2.0E-03	2.0E-03	1.8E-03	8.2E-02	5.6E-01	1.0E-03	5.2E-02	7.4E-03	5.4E-05	4.7E-03	6.7E-04	8.7E-04	1
		Quotidien	1.1E-03	1.1E-03	9.7E-04	4.6E-02	3.7E-01	6.5E-04	3.4E-02	4.8E-03	3.5E-05	3.1E-03	4.4E-04	5.7E-04	1
		Annuel	6.7E-04	6.7E-04	6.2E-04	3.2E-02	3.6E-01	6.0E-04	3.4E-02	4.7E-03	3.4E-05	3.0E-03	4.3E-04	5.6E-04	1
N° ID	**Description**		**Éthylbenzène**	**Formaldéhyde**	**i-octane**	**n-hexane**	**Propanal**	**Styrène**	**Toluène**	**Xylènes**	**Naphtalène**	**Pyrène**	**BaP**	**HAP (éq. BaP)**	**NOTE**
C4M	Camionnage + conditions actuelles	Horaire	7.5E-04	1.5E-02	5.3E-04	3.6E-04	2.1E-04	0.0E+00	2.0E-03	5.7E-03	1.1E-03	2.6E-06	6.0E-09	1.2E-06	1
		Quotidien	4.9E-04	9.6E-03	3.4E-04	2.4E-04	1.4E-04	0.0E+00	1.3E-03	3.7E-03	7.2E-04	1.7E-06	3.2E-09	8.1E-07	1
		Annuel	4.8E-04	9.4E-03	3.4E-04	2.3E-04	1.3E-04	0.0E+00	1.3E-03	3.7E-03	7.0E-04	1.7E-06	2.0E-09	7.8E-07	1
N° ID	**Description**		**Antimoine**	**Arsenic**	**Beryllium**	**Cadmium**	**Chrome III**	**Chrome VI**	**Cobalt**	**Manganese**	**Mercure**	**Nickel**	**Plomb**	**Selenium**	**NOTE**
C4M	Camionnage + conditions actuelles	Horaire	0.0E+00	3.4E-07	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.7E-10	0.0E+00	1.0E-07	1.6E-09	1.0E-07	0.0E+00	0.0E+00	1
		Quotidien	0.0E+00	2.2E-07	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.7E-10	0.0E+00	6.6E-08	1.1E-09	6.7E-08	0.0E+00	0.0E+00	1
		Annuel	0.0E+00	2.1E-07	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.5E-10	0.0E+00	6.3E-08	1.0E-09	6.4E-08	0.0E+00	0.0E+00	1
N° ID	**Description**		**BPC**	**D&F (T4CDD)**	**N-HAP**	**O-HAP**	**A-HAP**	**DBT**	**CN**						**NOTE**
C4M	Camionnage + conditions actuelles	Horaire	0.0E+00	3.9E-14	1.7E-03	2.7E-03	2.9E-03	1.5E-05	7.9E-04						1
		Quotidien	0.0E+00	2.5E-14	1.1E-03	1.8E-03	1.9E-03	9.6E-06	4.0E-04						1
		Annuel	0.0E+00	2.4E-14	1.1E-03	1.7E-03	1.8E-03	9.3E-06	2.2E-04						1

[1] Les taux d'émissions horaires, quotidiens et annuels sont calculés en fonction du nombre de kilomètre prévu pendant une heure, une journée ou l'année, tel que spécifié dans le premier tableau, rapporté sur la période d'émission. Ceci est fait pour chaque catégorie (camionnage et conditions actuelles) puis additionné.

Taux d'émissions des odeurs

N° ID	Description	Pussance appliquée (hp)	Seuil d'odeur (u.o./Nm^3) [2]	Débit (Nm^3/hp-h) [3]	Taux d'odeur (u.o./s)	NOTE
C4M-1	Camionnage	75	1185	3.5	20 834	1 à 4
C4M-2	Conditions actuelles	300	864	4.0	3 292	1 à 4

[1] Puissance typique d'un véhicule léger. La charge moyenne du moteur sur une courte période (ex. 4 minutes) est estimée à 75% au maximum sur la route.

[2] Seuil d'odeur du gaz de combustion au pot d'échappement estimé en fonction des hypothèses suivantes: seuil de détection de l'odeur à 3 000 UO/m^3 pour des camions contruits avant 2001 (AWMA Quantification of Diesel Odor Emissions, 94th Annual Meeting & Exhibtion, 2001) multiplié par le ratio entre les facteurs d'émission d'HC de l'US Bureau for Transporation (2023) pour l'année 2020 (véhicules lourds au deisel) et 2020 (camions légers à l'essence).

[3] Débit spécifique moyen pour des moteurs de puissance inférieure à 500 hp, selon une base de données de Donaldson.

[4] Taux d'odeur calculé pour un camion x le nombre de véhicules maximum prévu sur 1 heure.

Spéciation des contaminants toxiques dans les gaz d'échappement

Références:

US EPA (2020), Air Toxic Emissions from on-road vehicules in MOVES3.

US EPA (2022), Port Emissions Inventory Guidance (PEIG): Methodologies for estimating port-related and goods movement mobile source emissions.

US EPA (2023), Speciation of total organic gas and particulate matter emissions from on-road vehicles in MOVES4

Liu et al (2015), Mitigation of PAH and nitro-PAH Emissions from Nonraod Diesel Engines, Environmental Science and Technology

US EPA (2023b), Speciation Profiles and Toxic Emission Factors for Nonroad Engines in MOVES4

SNC-Lavalin (2010), National Marine Emissions Inventory for Canada.

US EPA (1994), Development and selection of ammonia emission factors

Spéciation des métaux

Espèce	Maritime (-) [1]	Routier (g/km) [2]	Hors route (g/L) [3]
Antimoine	6.2E-04		
Arsenic	2.6E-05	1.4E-06	4.3E-06
Beryllium	5.9E-07		
Cadmium	2.4E-04		
Chrome III	1.4E-04		
Chrome VI	7.2E-09	3.7E-09	2.1E-08
Cobalt	6.5E-05		
Manganese	3.2E-06	4.3E-07	9.1E-06
Mercure	4.2E-08	6.9E-09	5.7E-08
Nickel	6.9E-04	4.3E-07	1.6E-05
Plomb	1.3E-04		
Selenium	4.4E-09		

[1] Correspond à la fraction dans les $PM_{2.5}$ extrait de l'Annexe D de l'US EPA (2022).

[2] Extrait du tableau 3-6 de l'US EPA (2020) (valeur la plus élevée en g/miles convertie en g/km).

[3] Extrait du tableau 3-6 de l'US EPA (2023b) (valeur la plus élevée en g/gal convertie en g/L).

Spéciation des composés organiques volatils (COV)

Espèce	Maritime (-) [1]	Routier (-) [2]	Hors route (-) [3]
1,3-butadiène	0.0011	0.0010	0.0021
Acétaldéhyde	0.010	0.089	0.12
Acroléine	0.0019	0.013	0.021
Benzène	0.0050	0.017	0.060
Ethylbenzène	0.00046	0.014	0.011
Formaldéhyde	0.045	0.28	0.32
i-octane	0.0075	0.010	0.0087
n-hexane	0.0029	0.0069	0.0029
Propanal	0.0016	0.0040	0.024
Styrene	0.0014		
Toluene	0.0021	0.039	0.042
Xylenes	0.0015	0.11	0.082

[1] Correspond à la fraction dans les HC. Les valeurs extraites de l'Annexe D de l'US EPA (2022) en fraction dans les COV sont multipliées par 1.053 COV/HC selon la section 4.5.4 du même document.

[2] Correspond à la fraction dans les HC. Les valeurs extraites du tableau 3-2 de l'US EPA (2020) en fraction dans les COV pour des véhicles fabriqués en 2010 et plus sont multipliées par 1.285 COV/HC extrait du tableau 3-2 de l'US EPA (2023).

[3] Correspond à la fraction dans les HC. Les valeurs extraites du tableau 3-4 de l'US EPA (2023b) en fraction dans les COV sont multipliées par un ratio COV/THC de 1,11 (Tiers 2,3 et 4 No DPF), 0,53 (Tier4, no SCR) ou 0.97 (Tier 4, DFP+SCR) extrait du tableau 3-3 du même document. La fraction la plus élevée parmi les différentes classes (Tier 2 à Tier 4) est utilisée.

Spéciation des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) principaux

Espèce	Facteur d'équivalence de toxicité (FET)	Maritime		Routier		Hors route	
		HC [2]	$PM_{2.5}$ [3]	HC [4]	$PM_{2.5}$ [5]	HC [6]	$PM_{2.5}$ [7]
Benzo(a)pyrène	1	0	4.2E-06	0	3.3E-06	0	6.7E-06
Dibenz(a,h)anthracène	5	0	8.7E-07	0	1.0E-06	0	1.0E-06
Benz(a)anthracène	0.1	0	8.8E-06	8.9E-07	4.3E-06	6.7E-07	1.9E-05
Acénaphtène	0.001	5.4E-05	0	6.8E-05	0	6.7E-04	0
Phénanthrène	0.001	1.4E-03	0	1.1E-03	4.3E-04	1.4E-03	2.4E-04
Fluorène	0.001	1.7E-04	0	2.5E-04	5.4E-03	8.8E-04	8.0E-05
Naphtalène	0.001	3.3E-02	0	2.1E-02	3.0E-06	8.6E-03	0
Anthracène	0.01	3.6E-04	0	3.9E-05	2.7E-05	9.8E-05	2.9E-05
Pyrène	0.001	0	3.4E-05	4.9E-05	4.7E-05	1.4E-04	6.2E-05
Benzo(ghi)pérylène	0.01	0	1.3E-04	2.6E-07	2.0E-07	6.3E-06	7.6E-06
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	0.1	0	8.4E-06	0	5.0E-07	0	6.7E-06
Benzo(b)fluoranthène	0.1	0	8.4E-06	0	1.4E-06	0	1.1E-05
Fluoranthène	0.001	0	9.0E-05	5.9E-05	4.9E-05	1.6E-04	5.6E-05
Benzo(k)fluoranthène	0.1	0	4.2E-06	0	1.4E-06	0	8.1E-06
Acénaphtylène	0.001	1.2E-04	0	1.1E-04	2.9E-07	1.4E-03	0
Chrysène	0.01	0	1.6E-05	6.4E-07	2.5E-06	8.5E-06	1.3E-05
HAP totaux	s. o.	3.5E-02	3.1E-04	2.3E-02	6.0E-03	1.3E-02	5.4E-04
HAP totaux (BaP) [1]	s. o.	3.8E-05	1.3E-05	2.3E-05	1.5E-05	1.4E-05	1.7E-05

[1] HAP totaux calculés en équivalents de toxicité de benzo(a)pyrène

[2] Correspond à la fraction dans les HC. Les valeurs extraites de l'Annexe D de l'US EPA (2022) en fraction dans les COV sont multipliées par 1.053 COV/HC selon la section 4.5.4 du même document.

[3] Extrait de l'Annexe D de l'US EPA (2022) pour les HAP présentés en tant que fraction dans les PM2.5.

[4] Correspond à la fraction dans les HC. Les valeurs extraites du tableau 3-5 de l'US EPA (2020) en fraction dans les COV pour des véhicles fabriqués en 2017˚et plus sont multipliés par 1,285 COV/HC extrait du tableau 3-2 de l'US EPA (2023).

[5] Correspond à la fraction dans les $PM_{2.5}$. Les valeurs extraites du tableau 3-5 de l'US EPA (2020) en fraction dans le carbone organique ($OC_{2.5}$) pour des véhicles fabriqués en 2017 et plus sont multipliées par 0,2233 $OC_{2.5}/PM_{2.5}$ extrait de l'annexe E de l'US EPA (2023).

[6] Correspond à la fraction dans les HC. Les valeurs extraites du tableau 3-5 de l'US EPA (2023b) en fraction dans les COV sont multipliées par un ratio COV/THC de 1,11 (Tiers 2,3 et 4 No DPF), 0,53 (Tier4, no SCR) ou 0.97 (Tier 4, DFP+SCR) extrait du tableau 3-3 du même document. La fraction la plus élevée parmi les différentes classes (Tier 2 à Tier 4) est utilisée.

[7] Correspond à la fraction dans les $PM_{2.5}$. Les valeurs sont extraites du tableau 3-5 de l'US EPA (2023b).

Spéciation - Autres composés

Espèce	Maritime (-) [1]	Routier (g/km) [2]	Hors route (g/L) [3]
Ammoniaque	1.9E-02	s. o.	0.11
BPC totaux	4.2E-07	s. o.	s. o.
Dioxines et furannes (éq. T4CDD)	5.4E-09	1.6E-13	1.2E-12

[1] Correspond à la fraction dans les $PM_{2.5}$ extrait de l'Annexe D de l'US EPA (2022) à l'exception des dioxines et furanes totaux qui est extrait de SNC-Lavalin (2010) et corrigé sur base $PM_{2.5}$ au lieu de PM_{10}.

[2] Extrait du tableau 3-7 de l'US EPA (2022). Les congènères ont été additionnés en fonction du facteur d'équivalence de toxicité du 2,3,7,8-Tétrachlorodibenzodioxine (T4CDD) du MELCCFP.

[3] NH3: Extrait du tableau 5-3 de l'US EPA (1994) et D&F extrait du tableau 3-7 de l'US EPA (2023a). Les congènères ont été additionnés en fonction du facteur d'équivalence de toxicité du 2,3,7,8-Tétrachlorodibenzodioxine (T4CDD) du MELCCFP.

Spéciation au niveau des HAP nitrés (NHAP), HAP oxygénés (OHAP), HAP alkylés (AHAP) et le dibenzothiophène (DBT)

Calculs de ratios OHAP totaux/HAP totaux (NHAP/HAP; AHAP/HAP; et DBT/HAP) selon des résultats analytiques d'un étude de Liu et al (2015) pour un moteur fonctionnant au diesel avec différents systèmes de traitement au place (valeurs en g/bhp-h).

DOC: convertisseur catalytique diesel; SCR: réduction catalytique sélective (catalyseur Cu); V-SCR: SCR avec catalyseur vanadium; DPF: filtre de particules diesel

Le ratio le plus élevé parmi les trois systèmes est utilisé comme base d'estimation des OHAP totaux, NHAP totaux, AHAP totaux et du DBT à partir des émissions totales des principaux HAP calculés selon la catégorie d'émissions (maritimes, routier et hors route).

Ratios	DOC+SCR	V-SCR	DOC+DPF+SCR
OHAP / HAP totaux	0.31	2.2	0.085
NHAP / HAP totaux	0.73	0.11	1.4
AHAP / HAP totaux	0.68	2.4	0.47
DBT / HAP totaux	0.0070	0.012	0
Principaux HAP	**DOC+SCR**	**V-SCR**	**DOC+DPF+SCR**
Acenaphtene	4.84E-08	3.19E-09	1.02E-07
Acenaphtylene	1.03E-08	2.63E-09	0
Anthracene	5.86E-09	2.68E-08	2.49E-09
Benzo(a)anthracène	2.11E-09	1.02E-08	0
Benzo(a)pyrène	5.37E-10	6.40E-09	0
Benzo(b)fluoranthene	2.66E-09	7.32E-09	0
Benzo(ghi)perylene	7.80E-09	2.98E-08	1.11E-10
Benzo(k)fluoranthene	1.15E-09	3.42E-09	0
Chrysene	4.84E-09	1.86E-08	0
Dibenz(a,h)anthracene	8.20E-10	1.82E-09	0
Fluoranthene	1.27E-07	5.92E-08	5.83E-09
Fluorene	2.90E-07	1.21E-07	1.45E-07
Indeno(1,2,3,-cd)-pyrene	1.91E-09	6.72E-09	6.94E-11
Naphtalene	2.34E-06	4.51E-07	1.80E-06
Phenanthrene	2.55E-07	1.81E-07	8.18E-08
Pyrene	3.63E-08	2.50E-07	2.38E-08
SOUS-TOTAL	**3.13E-06**	**1.18E-06**	**2.16E-06**
HAP oxygénés	**DOC+SCR**	**V-SCR**	**DOC+DPF+SCR**
9-anthraldéhyde	1.70E-10	2.35E-09	1.73E-09
9-Fluorenone	7.60E-07	1.50E-07	8.49E-08
Acenaphthenequinone	3.58E-10	1.07E-08	0
Anthraquinone	9.76E-08	3.21E-07	3.55E-08
Anthrone	8.06E-09	2.87E-08	7.74E-09
Benzanthrone	7.49E-09	7.55E-08	1.20E-09
Benzo(a)anthracene-7-12-dione	2.85E-10	7.54E-09	0
Perinaphtenone	9.80E-08	2.04E-06	4.46E-08
Xanthone	9.72E-09	6.95E-09	8.28E-09
SOUS-TOTAL	**9.82E-07**	**2.64E-06**	**1.84E-07**
HAP nitrés	**DOC+SCR**	**V-SCR**	**DOC+DPF+SCR**
1,3-dinitronaphtalene	5.28E-09	2.39E-09	7.44E-11
1,5-dinitronaphtalène	1.68E-08	4.81E-09	3.29E-09
1,8-dinitronaphthalene	4.35E-09	2.98E-10	3.22E-10
1-methyl-4-nitronaphtalène	6.61E-09	4.83E-10	2.16E-08
1-methyl-6-nitronaphtalène	2.13E-10	7.03E-10	6.10E-10
1-methyl-5-nitronaphtalene	1.13E-07	9.19E-10	4.07E-07
1-nitronaphtalène	1.42E-06	5.62E-08	2.30E-06
1-nitropyrene	1.71E-09	2.80E-09	0
2-methyl-4-nitronaphtalène	5.82E-09	9.75E-10	2.19E-08
2-nitroanthracene	0	0	1.53E-10
2-nitrobiphenyl	1.87E-08	6.10E-10	1.93E-08
2-nitrofluoranthene	7.18E-12	0	0
2-nitrofluorene	1.90E-10	1.18E-09	9.79E-11
2-nitronaphtalene	4.58E-07	1.34E-08	1.43E-07
2-nitrophenanthrene	6.75E-11	8.82E-10	0
2-nitropyrene	0	2.57E-11	1.98E-10
3-nitrobiphenyl	9.55E-09	6.35E-10	6.57E-10
3-nitrofluoranthene	5.06E-13	0	0
3-nitrophenanthrene	6.27E-10	6.63E-09	9.30E-10
4-nitrobiphenyl	2.12E-07	4.02E-09	8.91E-08
4-nitrophenanthrene	1.10E-08	5.04E-09	6.13E-11
4-nitropyrene	2.53E-12	1.35E-10	0
5-nitroacenaphthene	1.55E-10	1.69E-09	7.10E-11
7-nitrobenz(a)anthrancene	2.20E-11	1.27E-10	0
9-nitroanthracene	4.79E-10	2.63E-09	8.99E-11
9-nitrophenantrene	1.30E-09	2.36E-08	6.25E-09
SOUS-TOTAL	**2.29E-06**	**1.30E-07**	**3.01E-06**

HAP alkylés	DOC+SCR	V-SCR	DOC+DPF+SCR
1,-2-diméthylnaphtalène	1.44E-08	0	1.04E-08
1,3-dimethylnaphtalène	6.22E-08	9.24E-08	4.96E-08
1,4,5-trimethylnaphtalene	0	3.31E-08	0
1,4-dimethylnaphtalène	4.77E-08	2.41E-08	2.04E-08
1,7-dimethylphenanthrene	2.02E-08	9.32E-08	1.94E-08
1+2-ethylnaphtalene	5.08E-07	7.40E-08	3.35E-07
1+3-methylfluoranthene	7.47E-10	3.53E-08	1.18E-09
1-ethyl-2-methylnaphtalene	1.68E-08	7.20E-09	7.12E-09
1-methylphenanthrene	2.70E-08	7.94E-08	1.85E-08
1-methylpyrène	6.96E-09	6.52E-08	3.08E-09
2,3,5-trimethlnaphtalène	5.55E-08	3.16E-08	3.00E-08
2,4,5-triméhtylnaphtalène	3.52E-08	1.40E-08	1.65E-08
2,6-dimethylnaphtalene	1.44E-07	6.41E-08	4.22E-08
2-ethyl-1-methylnaphtalene	2.08E-08	1.25E-08	2.91E-09
2-methylanthracène	2.43E-09	2.00E-08	1.64E-09
2-methylnaphtalene	4.38E-07	1.86E-07	1.27E-07
2-methylphenanthrene	6.90E-08	1.91E-07	3.77E-08
3,6-dimethylphenanthrene	9.87E-09	5.64E-08	4.21E-09
3-methylcholanthrène	3.98E-09	1.68E-09	0
3-methylchrysène	1.01E-09	3.86E-09	1.43E-10
3-methylphenantrène	5.80E-08	1.33E-07	2.88E-08
4,5-methylnephanthrene	1.32E-08	2.40E-08	4.91E-09
4-methylpyrène	9.87E-09	1.36E-07	7.26E-09
6-methylchrysène	0	1.28E-09	0
7,12-dimethylbenz(a)anthracene	8.37E-09	0	1.56E-08
7-methylbenz(a)anthracene	8.55E-10	5.19E-09	0
7-methylbenzo(a)pyrene	9.38E-10	0	0
9-methylanthracène	1.16E-09	3.95E-09	1.15E-09
9-methylphenanthrene	4.34E-08	7.68E-08	1.47E-08
Dimethylphenanthrene	1.13E-07	9.42E-07	6.69E-08
Methylfluorène	3.649E-08	3.79E-08	7.37E-09
Retene	6.44E-10	2.69E-09	0
Trimethylnaphtalene	3.63E-07	3.843E-07	1.402E-07
SOUS-TOTAL	**2.13E-06**	**2.83E-06**	**1.01E-06**
DBT	**DOC+SCR**	**V-SCR**	**DOC+DPF+SCR**
Dibenzothiophene	2.19E-08	1.44E-08	0

AtkinsRéalis

AtkinsRéalis
455, boul. René-Lévesque Ouest
Montréal (Québec) H2Z 1Z3

© AtkinsRéalis sauf indication contraire

13. Inventaire des émissions de GES

AtkinsRéalis

Inventaire d’émissions de GES

QSL International Ltd

Le 18 décembre 2024

N/Réf. : 695075-4E-L14-01

Construction d’un terminal à Sorel-Tracy

Avis

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

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

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

Signatures

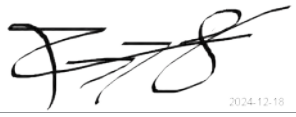
Préparé par :



Simon Piché, ing., Ph. D.
Chargé de projet, Air et changements climatiques

Environnement
Services d'ingénierie

Révisé par :



François Zasieczny, ing., M.Sc.A., ENV-SP
Chargé de projet en qualité de l'air

Environnement
Services d'ingénierie

Table des matières

1 Introduction 1

2 Portée de l'évaluation 1

2.1 Sources d'émission concernées 2
2.1.1 Émissions directes de GES 2
2.1.2 Émissions provenant de l'énergie acquise 3
2.1.3 Émissions évitées au pays 4
2.2 Période d'évaluation 5
2.3 GES considérés 5
2.4 Exclusions 6

3 Méthodologies de calculs 7

3.1 Émissions directes 7
3.1.1 Équipements mobiles hors route 7
3.1.2 Transport routier 9
3.1.3 Moteur et chaudière des vraquiers 9
3.1.4 Remorqueurs 11
3.2 Émissions provenant de l'énergie acquise 12
3.2.1 Convoyeurs électriques 12
3.3 Émissions évitées au pays 12
3.3.1 Navires au terminal du secteur Saint-Joseph 13
3.3.2 Équipements mobiles du terminal Saint-Joseph 13
3.3.3 Transport maritime évité pour les produits d'acier 14
3.3.4 Camionnage évité pour les produits d'acier 15

4 Résultats de l'évaluation 16

4.1 Intensité des émissions 17
4.2 Sources liées aux accidents ou aux défaillances 17
4.3 Impact sur les puits de carbone 17
4.4 Analyse des incertitudes de l'évaluation 18
4.5 Impact du projet sur les efforts de réduction 20

5 Plan d'émissions nettes nulles 21

5.1 Évaluation des MTPDE disponibles 21
5.1.1 Équipements mobiles hors routes 22
5.1.2 Vraquiers à quai 25
5.1.3 Remorqueurs 25
5.2 Calendrier 26

6 Références 27

Liste des tableaux

Tableau 2-1 Données d'exploitation annuelle des terminaux de QSL à Sorel-Tracy 4
Tableau 2-2 Navires qui pourront être déviés vers les terminaux de QSL à Sorel-Tracy suivant la mise en œuvre du projet 5
Tableau 2-3 Facteurs d'émission utilisés 6
Tableau 3-1 Liste des équipements mobiles hors route du projet 8
Tableau 3-2 Liste des matériaux transportés en phase de construction 9
Tableau 3-3 Intrants aux calculs des émissions de GES des vraquiers 10
Tableau 3-4 Intrants aux calculs des émissions de GES par les remorqueurs 11
Tableau 3-5 Intrants aux calculs des émissions évités de GES pour les navires du terminal Saint-Joseph 13
Tableau 3-6 Liste des équipements mobiles hors route exploités au terminal Saint-Joseph 14
Tableau 3-7 Volumes de carburants évités associés aux navires en transit sur le fleuve 15
Tableau 3-8 Volumes de carburant évités pour le camionnage des produits d'acier 15
Tableau 4-1 Émissions de GES totales (t.éq.CO_2) associées à la phase de construction 16
Tableau 4-2 Émissions annuelles de GES totales (t.éq.CO_2/a) associées à la phase d'exploitation 17
Tableau 4-3 Sommaire des incertitudes 19
Tableau 4-4 Sommaire de l'inventaire d'émissions de GES comparé aux émissions totales canadiennes 20
Tableau 5-1 Émissions annuelles de GES (t.éq.CO_2/a) 21
Tableau 5-2 Options de réduction des émissions des équipements mobiles hors route 22
Tableau 5-3 MTDPE pour les équipements mobiles hors route 23
Tableau 5-4 MTDPE pour les vraquiers à quai 25

Liste des figures

Figure 2-1 Limites de l'évaluation des émissions directes de GES pour la phase d'exploitation 3

Liste des annexes

Annexe A Imprimés de la note de calculs

1 Introduction

QSL International (QSL) désire construire et exploiter un nouveau terminal portuaire dédié aux matériaux solides en vrac à l'emplacement où se situait l'ancienne centrale thermique de Tracy aux abords du fleuve Saint-Laurent. Le projet comprendra principalement l'aménagement d'un quai et la mise en place d'un système de convoyage des matériaux en vrac. Les matériaux en vrac transiteront par ce convoyeur et les produits d'acier par camion soit en direction de l'entrepôt existant, soit à l'extérieur du terminal sur le terrain adjacent à l'entrepôt, soit sur le terrain de QSL situé à l'est du terminal de l'autre côté de la rue Marie-Victorin (qui est également la route 132). Selon les projections de QSL, un total de 440 000 tonnes de matériaux seront déchargées annuellement au quai à partir de vraquiers de taille égale ou inférieure à la taille « Handysize » (petite à moyenne taille avec port en lourd maximum de 25 000 tonnes). Un ensemble de matériaux en vrac transiteront par le nouveau terminal incluant, selon les projections actuelles de QSL, des produits d'acier (50% des vraquiers), du sel (20%) et d'autres matériaux divers (30%), qui seront ensuite expédiés par camions chez des clients.

Ce projet est assujetti à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement (EIE), laquelle nécessite une appréciation du niveau d'émissions de gaz à effet de serre (GES) anticipé pour ce projet. Ce rapport présente les constats sur ce sujet en suivant les Lignes directrices individualisées relatives à l'étude d'impact (LDI) de l'Agence d'Évaluation d'Impact du Canada (AEIC), tout en s'appuyant sur les spécifications du Guide stratégique des changements climatiques d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC, 2021). Les éléments suivants sont couverts :

- Une définition de la portée de l'évaluation qui doit comprendre une liste et une description des sources d'émissions directes de GES, des sources d'émissions indirectes provenant de l'énergie acquise, et des émissions réduites ou éliminées ailleurs au Canada aux raisons du projet.
- Une description des méthodologies de calculs, données, facteurs d'émissions et hypothèses de calculs pour chaque source retenue.
- La quantification des émissions de GES annuelles projetées selon la capacité maximale du projet pour chaque source retenue puis détermination des émissions nettes de GES.
- Une description des sources importantes d'émissions de GES pouvant être la conséquence d'accidents ou de défaillances.
- Une description qualitative des répercussions positives ou négatives du projet sur les puits de carbone.
- Une discussion sur le niveau d'incertitude de l'évaluation.
- Une description de l'impact du projet sur les efforts fédéraux en matière de réduction des émissions de GES.
- De fournir des renseignements sur les mesures à l'étude pour réduire les émissions de GES du projet de manière continue et pour assurer que celui-ci atteigne des émissions nettes nulles d'ici 2050.

2 Portée de l'évaluation

La dernière version du guide technique d'ECCC (2021) procurant des directives sur l'évaluation des changements climatiques d'un projet demande d'évaluer les émissions nettes de GES annuelles pour chaque phase du projet soit dans le cas qui nous concerne la phase de construction et d'exploitation du nouveau terminal. À noter que la phase de post-fermeture n'est pas incluse dans la présente évaluation puisqu'aucune fin de vie incluant des activités de déconstruction des infrastructures du nouveau terminal n'est présentement planifiée par QSL.

Le guide technique d'ECCC demande également de ventiler les émissions nettes de GES annuelles parmi les catégories suivantes :

- émissions directes;
- émissions provenant de l'énergie acquise;
- émissions évitées au pays; et
- mesures compensatoires.

Les mesures compensatoires ne sont toutefois pas considérées puisque :

- le projet ne concerne pas la captation et le stockage du CO_2 sous terre ou dans des produits manufacturés;
- QSL ne prévoit pas à ce stade-ci faire l'acquisition de crédits compensatoires d'un projet enregistré avec un programme réglementaire canadien ou provincial afin de compenser les émissions de GES de ses terminaux;
- en ce moment, QSL ne prévoit pas la mise en œuvre d'initiatives corporatives volontaires qui permettraient de réduire les émissions de GES de l'entreprise et qui pourraient se répercuter sur les émissions du nouveau terminal.

Finalement, l'évaluation des émissions de GES survenant en amont (comme les émissions nationales et internationales associées à toutes les étapes de la production des matériaux de construction) n'est pas requise puisque le total n'atteindra pas le seuil de 500 000 t.éq.CO_2 fixé par ECCC (se référer à la section 2.4).

2.1 Sources d'émission concernées

2.1.1 Émissions directes de GES

La phase de construction du nouveau terminal comprendra plusieurs activités nécessitant des équipements mobiles comme des excavatrices et des grues. Ces activités comprendront :

- le vibro-fonçage des pieux caissons;
- le retrait des matériaux situés à l'intérieur des caissons pour disposition hors site;
- la mise en place de l'armature et le bétonnage des caissons formant les piles;
- la mise en place du quai selon une des deux options suivantes :
  - option n°1 : le coffrage, ferraillage et bétonnage d'un tablier placé sur les piles;
  - option n°2 : l'installation d'une barge flottante transportée par voie maritime depuis Port Dover en Ontario.
- l'installation des ducs d'albe avec leur dispositif, modification d'une prise d'eau et installation de glissières.

L'impact des deux options de quai sur l'inventaire GES sera présenté séparément.

Les émissions directes de GES faisant partie de la portée du projet proviendront de la consommation en carburant fossile des :

- équipements mobiles terrestres;
- camions routiers pour la disposition des déblais et l'acquisition des matériaux de construction;
- remorqueurs en opération sur le fleuve.

Par ailleurs, les activités de construction n'impliqueront pas de changements d'affectation des terres à proprement dits, c'est-à-dire qu'elles n'affecteront pas des terrains boisés, terres cultivées, prairies ou milieux humides.

Pour ce qui est de la phase d'exploitation, les limites de l'évaluation des émissions directes incluent l'ensemble des activités prévues au nouveau terminal (Figure 2-1) incluant les vraquiers lorsque ceux-ci sont à quai et lorsqu'ils manœuvrent à l'approche et à la sortie du terminal. Les émissions des vraquiers ne sont pas contrôlées directement par QSL, mais sont une conséquence de l'implantation du terminal. Autrement, ces mêmes vraquiers en transit sur le fleuve sont exclus de la présente catégorie puisqu'ils ne sont pas sous le contrôle de QSL, tout comme les camions transportant la marchandise déchargée, qui est sous le contrôle des entreprises en faisant la réception (émissions indirectes de portée 3). Les émissions de transport sont plutôt traitées dans la catégorie « Émissions évitées au pays ».

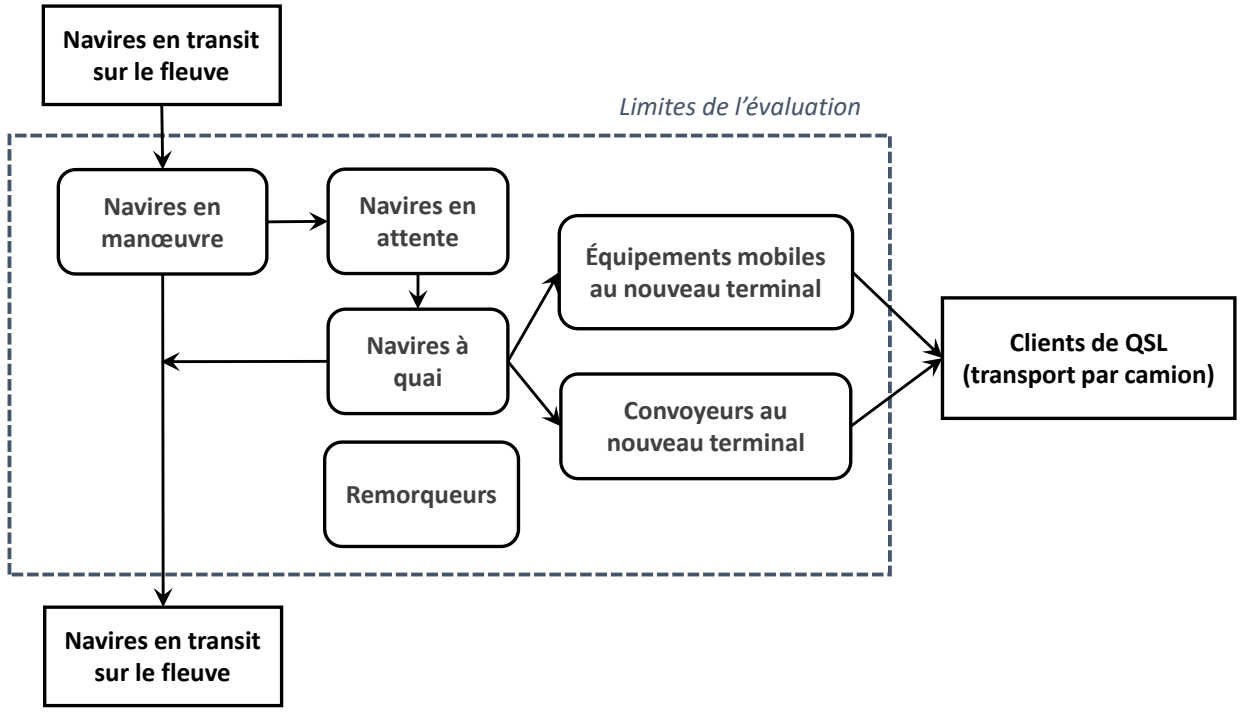


Figure 2-1 Limites de l'évaluation des émissions directes de GES pour la phase d'exploitation

2.1.2 Émissions provenant de l'énergie acquise

Hormis l'entrepôt existant, des convoyeurs fonctionnant à l'électricité seront installés dans le cadre du projet. Cette électricité sera acquise du réseau d'Hydro-Québec. Les émissions indirectes associées à la production de cette électricité sont ainsi incluses pour la phase d'exploitation. D'autre part, aucun achat de vapeur, d'hydrogène ou de source thermique d'un tiers ne sera requis au terminal autant pour la phase de construction que d'exploitation.

2.1.3 Émissions évitées au pays

ECCC demande d'inclure dans l'évaluation les émissions de GES évitées au pays occasionnées par le projet. Tout d'abord, des émissions seront évitées au terminal existant de QSL à Sorel-Tracy dans le secteur Saint-Joseph puisque le nouveau terminal accueillera une partie de leur navire allégeant ce faisant la charge de travail des équipements mobiles hors route à ce terminal. Le tableau 2-1 résume les données d'exploitation des deux terminaux aux conditions projetées par QSL avant et après la mise en œuvre du projet. Le nouveau terminal permettra ainsi de réduire drastiquement le temps d'attente des navires au large, ce qui réduira les émissions relatives à l'exploitation des moteurs auxiliaires et des chaudières pendant ces périodes d'attente, en plus d'améliorer l'efficacité du terminal.

Tableau 2-1 Données d'exploitation annuelle des terminaux de QSL à Sorel-Tracy

Conditions d'exploitation annuelle	Actuel (avant-projet)	Après la mise en œuvre du projet	
	Terminal Saint-Joseph	Nouveau terminal	Terminal Saint-Joseph
Nombre de navires-cargo (tonnage total)	40 (440 000 t)	s. o.	40 (535 000 t)
Temps d'attente total des navires-cargo au large	5 600 h	s. o.	1 920 h
Temps total des navires-cargo à quai	4 600 h	s. o.	4 600 h
Nombre de vraquiers (tonnage total)	10 (110 000 t)	35 (440 000 t)	s. o.
Temps d'attente total des vraquiers au large	1 400 h	0 h	s. o.
Temps total des vraquiers à quai	1 150 h	4 200 h	s. o.

En second lieu, la mise en œuvre du projet améliora la logistique, ce qui impactera sur les distances parcourues par les navires se dirigeant présentement vers d'autres terminaux de la région au lieu des terminaux de QSL à Sorel-Tracy plus rapprochés de certains marchés cibles. Ceci aura un impact sur le bilan d'émissions nettes de GES en territoire canadien.

En raison des conditions de marché variables pour les matériaux en vrac, une infinité de scénarios de déviation des vraquiers vers le nouveau terminal de QSL au lieu des terminaux existants et de destination finale de la marchandise pourrait être élaborée. Afin de démontrer ce concept, un total de 294 000 tonnes d'acier destiné pour la grande région de Montréal (incluant la Montérégie et le Centre-du-Québec) a été déchargé en 2021 au niveau d'autres terminaux du Québec et qui auraient pu, faute de capacité au terminal de QSL au secteur Saint-Joseph, être déchargé à Sorel-Tracy. Dans l'éventualité où cet acier aurait été déchargé à Sorel-Tracy (ce que la mise en œuvre du projet permettrait dorénavant de faire pour une partie d'entre elles), ceci entrainerait une réduction du camionnage puisque les terminaux de QSL à Sorel-Tracy sont dans l'ensemble plus rapprochés des destinations finales de la grande région de Montréal. Les hypothèses permettant de présenter un ordre de grandeur concernant la réduction des émissions de GES en lien à une amélioration de la logistique sont définies au tableau 2-2.

Ceci ne s'applique qu'aux produits d'acier qui devraient représenter près de la moitié des vraquiers fréquentant le nouveau terminal. Pour ce qui est des autres matériaux en vrac, les données permettant d'établir un ordre de grandeur au niveau des gains en termes de logistique ne sont pas disponibles et seraient complexes à établir en raison des nombreux matériaux impliqués et des conditions de marché variantes selon le matériau.

Tableau 2-2 Navires qui pourront être déviés vers les terminaux de QSL à Sorel-Tracy suivant la mise en œuvre du projet

Ports où l'acier est déchargé présentement	Nombre de navires et tonnage annuel réacheminé vers les terminaux de QSL		Distance évitée estimée (km)	
			Navire (1)	Camion (2)
Port de Trois-Rivières	7	85 000	- 65	+ 90
Port de Valleyfield	8	100 000	+ 125	+ 25
Port de Bécancour	4	58 000	- 80	+ 100
Port de Montréal (Bickerdike)	2	17 000	+ 70	- 50
Port de Québec	3	34 000	- 190	+ 175

(1) Distance de navigation approximative entre le port où l'acier est déchargé présentement et les terminaux à Sorel-Tracy, sachant que les navires proviennent de l'est. Une valeur positive est indicative d'une réduction du transport maritime et, une valeur négative d'une hausse du transport maritime selon le scénario actuel.

(2) Distance sur le réseau routier entre le port où l'acier est déchargé présentement et Longueuil (représentant un point médian de la grande région de Montréal incluant la Montérégie et le Centre-du-Québec) moins la distance entre le nouveau terminal et Longueuil. Une valeur positive est indicative d'une réduction de la distance de transport et, une valeur négative d'une hausse de la distance.

2.2 Période d'évaluation

Les travaux de construction faisant l'objet de la présente étude sont prévus sur une période de deux années consécutives. Les émissions seront subdivisées parmi ces deux années selon la séquence des travaux prévus.

Pour ce qui est de la phase d'exploitation, il n'y a aucun élément d'information qui permet de moduler avec certitude les intrants (et donc les émissions) à la hausse ou à la baisse au fil des années. Les incertitudes subsisteront toujours par rapport aux activités réelles (c'est-à-dire le nombre réel de vraquiers fréquentant le terminal par année) en raison de l'inhérente fluctuation des marchés concernant les matériaux en vrac. Le bilan d'émissions de GES représentera donc une année d'exploitation à capacité maximale du projet, tel que requis par le guide d'ECCC (2021), ce qui comprend entre autres l'accostage de 35 vraquiers au nouveau terminal.

2.3 GES considérés

Les GES considérés dans l'étude sont ceux associés à la combustion de carburants, soit le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), et le protoxyde d'azote (N_2O). Outre l'hexafluorure de soufre (SF_6) associé à la distribution d'électricité, aucun autre GES n'a été considéré dans ce bilan puisqu'ils ne seront pas manipulés, produits ou transformés sur le site, ou de façon insignifiante le cas échéant. Les vraquiers et navires-cargo associés aux activités de QSL à Sorel-Tracy ne sont pas équipés en temps normal de systèmes de climatisation de la marchandise (*reefers*).

Les émissions de chaque gaz sont additionnées en tant que « tonne d'équivalent dioxyde de carbone » (t.éq.CO_2) selon les potentiels de réchauffement global (PRG) suivants : CO_2 = 1, CH_4 = 28, N_2O = 265, et SF_6 = 23 500 t.éq.CO_2 par tonne, qui proviennent du cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) publié en 2013, sur lequel la Loi sur la tarification de la pollution causée par les gaz à effet de serre est basée.

Le tableau 2-3 compile les facteurs d'émission provenant du rapport d'inventaire national 1990:2021 (ECCC, 2023) utilisés selon le type de source identifié au Chapitre 3. Un contenu en biodiesel de 3 % dans les carburants diesel est considéré dans les calculs. Ce pourcentage représente la moyenne dans les stocks de carburant diesel au Canada en 2021, selon une étude réalisée annuellement par la firme Navius Research (2022).

Le CO_2 biogénique (CO_2b) issu de la combustion du biodiesel est compilé séparément en utilisant le facteur d'émissions suivant : 2 472 g CO_2/L.

Tableau 2-3 Facteurs d'émission utilisés

Type	Carburant	Facteur d'émission					
		CO_2	CH_4	N_2O	SF_6	CO_2b	Unité
Équipement mobile hors route	Diesel B3 (1) (2)	2 601	0,073	0,227	0	74	g/L
	Propane	1 515	0,64	0,087	0	0	g/L
Transport routier	Diesel B3 (1) (3)	2 601	0,11	0,151	0	74	g/L
Navire / remorqueur	Mazout lourd	3 156	0,29	0,082	0	0	g/L
	Diesel marin	2 681	0,25	0,072	0	0	g/L
Production d'électricité	Électricité (4)	1,3	0	0	$1,7 \times 10^{-5}$	0	g/kWh

(1) Facteurs d'émission multipliés par 0,97 pour le CO_2 et 0,03 pour le CO_2b afin de prendre en compte la présence de 3 % de biodiesel.
(2) Pour des équipements mobiles munis de moteurs certifiés Tier 4.
(3) Pour des camions lourds munis de moteurs avec dispositif de contrôle avancé.
(4) Selon le Rapport d'inventaire national (RIN) 1990:2021 pour le Québec en 2021 (tableau A13-6). Le facteur d'émission du SF_6 a été déduit en fonction du facteur d'émissions global de 1,7 g.éq.CO_2/kWh.

2.4 Exclusions

Des sources d'émissions qui pourraient survenir ou non lors des travaux de construction du terminal sont exclues du bilan pour les raisons suivantes :

- Sautage : Aucun sautage ne sera requis;
- Perte de stock en carbone : Le projet ne nécessitera aucun déboisement;
- Acquisition d'électricité du réseau public: Aucun branchement d'équipement au réseau électrique n'est anticipé;
- Camionnettes de chantier : L'emploi de deux camions-outils est prévu pendant les travaux s'étalant sur 16 mois, mais dont la circulation sur la route restera limitée sur une base quotidienne. En supposant un maximum absolu de 100 km parcouru par jour pour chacun des camions, une consommation totale d'essence de l'ordre de 10 000 L en résulterait (0,15 L/km x 2 camions x 100 km/jr x 22 jours/mois x 16 mois), ce qui serait équivalent à environ 23 t.éq.CO_2 de GES émis (soit 1,3 % du total pour la phase de construction; se référer au chapitre 4). Il est à noter que la mobilisation et démobilisation des contractants au chantier le matin et le soir sont exclus puisque ce ne sont pas des sources d'émissions directes;
- Groupes électrogènes de chantier, tours de lumière et autres petits outils à moteur : Leur présence sur le chantier est possible, mais à un niveau qui reste indéterminé. De plus, sachant que le bilan d'émissions de GES de la phase de construction est d'environ 1 800 t.éq.CO_2, ces équipements ne généreront pas plus de 18 t.éq.CO_2 (soit 1% du total) pendant les 16 mois de travaux prévus (équivalent à environ 6 500 L de diesel consommés);
- Les émissions de GES en amont comprenant toutes les étapes de la production des matériaux de construction du berceau à la porte du chantier sont exclues puisqu'elles n'atteindront pas le seuil requis par ECCC (500 000 t.éq.CO_2). À titre d'exemple, ce montant équivaudrait à plus de 1 500 000 m^3 de béton supposant un facteur carbone typique de 0,30 t.éq.CO_2 par m^3 selon les données de l'Association Béton Québec (2022).

Pour la phase d'exploitation, les sources potentielles suivantes sont exclues :

- Fuites de fluides frigorigènes : Des systèmes de climatisation contenant des fluides frigorigènes ayant le potentiel de fuir à l'atmosphère pourraient être présents dans l'entrepôt ou sur les différents équipements mobiles. Aucun système majeur de climatisation ne sera toutefois installé, représentant ainsi au plus une source d'émission de GES négligeable;
- Véhicules de service : QSL ne prévoit pas faire l'acquisition de véhicules de service dans le cadre de ce projet par rapport aux véhicules déjà existants à son terminal du secteur Saint-Joseph à Sorel-Tracy;
- Consommation d'électricité de l'entrepôt : Celui-ci sera muni de systèmes retrouvés typiquement dans un entrepôt industriel (éclairage, ventilation, chauffage), mais ne comptera pas d'équipements particuliers consommant beaucoup d'électricité (p. ex. au-delà de 10 000 MWh/a qui aurait résulté à plus de 1% des émissions directes totales annuelles; se référer au chapitre 4).

3 Méthodologies de calculs

3.1 Émissions directes

Le calcul des émissions de GES se base sur des méthodes et facteurs d'émission reconnus qui sont expliqués dans les sections suivantes. Ces calculs couvrent les catégories de sources énumérées ci-dessous :

- Équipement mobile hors route (phases de construction et d'exploitation);
- Transport routier (phase de construction seulement);
- Moteur et chaudière des vraquiers (phase d'exploitation seulement);
- Remorquage (phases de construction et d'exploitation).

3.1.1 Équipements mobiles hors route

La consommation en carburant par la machinerie lourde associée aux phases de construction et d'exploitation est estimée selon l'équation suivante, qui considère un taux de consommation spécifique et une durée d'utilisation prévue pour chaque engin.

$$E_{Y,i} = CD_M \times P_Y \times LF_Y \times (TC_Y \times FU_Y) \times FE_i \times 10^{-6} \quad (3\text{-}1)$$

Avec :

$E_{Y,i}$	émissions du gaz *i* (*i* = CO_2, CH_4, N_2O) associées à l'équipement *Y* (t)
CD_M	taux de consommation spécifique de carburant des équipements mobiles (L/hp-h)
P_Y	puissance nominale du moteur de l'équipement *Y* (hp)
LF_Y	facteur de charge moyen du moteur de l'équipement *Y* (-)
TC_Y	période requise pour l'équipement *Y* (h)
FU_Y	portion du temps au cours duquel l'équipement *Y* sera utilisé pendant la période requise (-)
FE_i	facteur d'émission du gaz *i* (*i* = CO_2, CH_4, N_2O) (g/L) du tableau 2-3

La liste des équipements mobiles hors route prévus lors des activités de construction et d'exploitation du nouveau terminal est fournie au tableau 3-1, tout comme certains paramètres destinés aux calculs des émissions de GES. Pour ce qui est de la phase de construction, la période d'opération requise pour chaque équipement se base sur la durée des travaux nécessitant l'emploi de l'équipement en question. La portion du temps en activité prend en compte, selon le cas, des temps d'arrêt et de pauses typiques pendant les travaux.

Tableau 3-1 Liste des équipements mobiles hors route du projet

Équipement		Période requise (h)	Puissance nominale (hp) [1]	Charge moteur moyenne (%) [2]	Utilisation (%) [3]	Activités et hypothèses
Phase de construction						
Grue 75T (Tadano GTC-800)	x 1	3 850	310	43	80	Construction des caissons des pieux par vibrofonçage incluant le bétonnage, le coffrage et la pose d'une dalle sur les pieux. Travaux sur 70 semaines au total, à raison de 55 heures par semaine, à l'exception de la grue 150T (35 semaines) et de la pompe à béton (deux semaines)
Pelle mécanique (PC300)	x 1	3 850	180	59	80	
Compresseur (Doosan DA400)	x 1	3 850	165	43	100	
Nacelle (Skytrac 8042)	x 1	3 850	110	21	80	
Grue 150T (Liebherr LTM1150)	x 1	1 925	508	43	80	
Pompe à béton	x 1	110	100	43	100	
Grue 275T (ATC 3275)	x 1	55	215	43	80	Coulage d'un tablier en béton formant le quai, pose de glissières et d'enrobé bitumineux (**option 1 du quai**). Travaux prévus sur de courtes périodes.
Pompe à béton	x 1	33	100	43	100	
Finisseur de béton (Gomaco)	x 1	22	50	59	80	
Nacelle (Skytrac 8042)	x 1	33	110	21	80	
Équipements d'asphaltage	x 2	11	100	59	80	
Phase d'exploitation						
Pelle mécanique (CAT 320DL)	x 1	420	148	59	80	Déchargement du sel de sept vraquiers pendant cinq jours consécutifs, 12 heures par jour.
Chargeuse sur roues (CAT 980)	x 2	763	393	59	80	Manutention du sel pendant le déchargement et exploitation à raison de quatre heures par jour (cinq jours sur sept) pendant quatre mois hivernaux comme hypothèse.
Tracteur avec remorque	x 2	1 080	400	59	25	Déchargement des produits d'acier de 18 vraquiers pendant cinq jours consécutifs, 12 heures par jour.
Chargeuse sur roues (CAT 980)	x 3	2 909	393	59	80	Déchargement des produits d'acier et exploitation à raison de huit heures par jour (cinq jours sur sept) le reste de l'année.

[1] Valeur sélectionnée selon une marque et modèle typique représentatif de l'équipement.
[2] Valeurs par défaut suggérées par l'US EPA (2010) selon le type d'équipement fonctionnant au carburant diesel.
[3] Hypothèses représentant l'équivalent de deux heures d'arrêt par journée de travail de 11 heures pour les équipements mobiles seulement. Pour les équipements à utilisation variable, une valeur de 100% est appliquée comme valeur prudente. Pour les tracteurs de déchargement des produits d'acier, on considère deux tracteurs en rotation qui seront souvent en attente.

Pour la phase d'exploitation, des équipements mobiles hors route destinés à la manutention du sel et des produits d'acier seront exploités pendant les périodes de déchargement des vraquiers puis durant la manutention et le chargement dans des camions de transport. Les autres matériaux en vrac transiteront plutôt par le convoyeur électrique vers l'entrepôt du terminal.

Un taux de consommation spécifique en carburant (CD_M) de 0,196 L/hp-h est appliqué pour l'ensemble des équipements hors route correspondant à une valeur typique du modèle MOVES3 de l'US EPA (2021) pour les moteurs à allumage par compression (diesel). Les facteurs de charge moyenne des moteurs en activité selon le type d'équipement ont quant à eux été extraits d'un autre document technique de l'US EPA (2010) sur ce sujet.

3.1.2 Transport routier

Cette section concerne le transport routier des sédiments retirés des caissons des pieux et du béton entrant sur le chantier dont les quantités prévues sont spécifiées au tableau 3-2. La destination exacte des sédiments et l'origine du béton sont indéterminées à ce stade-ci de la conception du terminal, mais ils seront fort probablement transportés à l'intérieur des limites de la Rive Sud de Montréal et du Centre-du-Québec.

$$E_{M,i} = CD_M \times N_M \times D_M \times FE_i \times 10^{-6} \quad (3\text{-}2)$$

Avec :

$E_{M,i}$ émissions du gaz *i* (*i* = CO_2, CH_4, N_2O) associées au transport du matériau *M* (t)
CD_M taux de consommation de diesel par les camions transportant le matériau *M* (L/t-km)
Q_M quantité du matériau *M* à transporter (t)
D_M distance appliquée pour le transport du matériau *M* (km/voyage)
FE_i facteur d'émission du gaz *i* (*i* = CO_2, CH_4, N_2O) (g/L) du tableau 2-3

Un taux de consommation (CD_M) spécifique de 0,034 L/t-km, jugé comme représentatif des camions transportant une charge utile de 21 tonnes sur autoroute avec une petite portion en milieu urbain et faisant des allers-retours est appliqué. Ce taux est tiré d'un rapport publié par la *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA) (2015) et a été calculé en considérant 0,406 L/km pour des camions pleins et 0,317 L/km pour les camions vides, le tout divisé par 21 tonnes.

Tableau 3-2 Liste des matériaux transportés en phase de construction

Matériau	Quantité prévue		Distance aller appliquée (km) (1)
	m³	équivalent en tonne	
Sédiments retirés des caissons (2)	750	1 500	100
Béton (caissons) (3)	7 466	17 918	50
Béton (quai) (**option n°1 seulement**) (3)	2 240	5 376	50

(1) Destination ou origine indéterminée à ce stade-ci. Hypothèses de travail.
(2) Réparties égales entre l'année 1 et l'année 2.
(3) Attribué à l'année 2 seulement.

3.1.3 Moteur et chaudière des vraquiers

Les émissions des moteurs de propulsion des vraquiers sont incluses à l'intérieur des limites de l'évaluation du bilan GES lorsque ceux-ci sont en manœuvre près du nouveau terminal. Les moteurs de propulsion ne sont pas utilisés lorsque les vraquiers sont à quai ou en attente au large. Les navires sont également équipés de moteurs auxiliaires et de chaudières permettant l'apport d'une source de chaleur et le fonctionnement des équipements électriques à bord.

L'équation 3-3 est utilisée pour estimer les émissions associées à la consommation de mazout lourd par les moteurs de propulsion (comme hypothèse) et de diesel marin pour les moteurs auxiliaires et chaudières. Des puissances appliquées typiques pour des vraquiers de taille « Handysize » sont spécifiées dans le guide de l'Organisation Maritime International (OMI, 2020) pour le calcul des émissions portuaires selon leur mode opératoire (tableau 3-3) et sont utilisées dans le présent calcul. Pour les moteurs de propulsion, la méthode de calculs de l'US EPA (2022) est appliquée selon des valeurs typiques pour le même type de navire et une vitesse de déplacement de 7 nœuds lorsqu'ils sont en manœuvre. Les durées d'utilisation des moteurs auxiliaires et des chaudières selon le mode opératoire sont également spécifiées dans le tableau 3-3 selon l'évaluation faite par QSL.

$$E_{P,i} = CD_P \times P_{P,Z} \times T_{P,Z} \times FE_i \times 10^{-6} \qquad (3\text{-}3)$$

Avec :

$E_{P,i}$ émissions annuelles du gaz *i* (*i* = CO_2, CH_4, N_2O) provenant du moteur ou de la chaudière (t/a)
CD_P taux de consommation de carburant par le moteur ou la chaudière (L/kWh)
$P_{P,Z}$ puissance fournie par le moteur ou la chaudière selon le mode opératoire *Z* (kW)
$T_{P,Z}$ temps d'utilisation annuel du moteur ou la chaudière selon le mode opératoire *Z* (h/a)
FE_i facteur d'émission du gaz *i* (*i* = CO_2, CH_4, N_2O) (g/L) du tableau 2-3 selon le type de carburant

Les taux de consommation spécifique de mazout lourd ou de diesel marin par les moteurs et chaudières sont tirés du tableau 3.6 de l'étude de l'US EPA (2022), soit :

- **Moteur de propulsion :** 0,193 L/kWh pour des moteurs de type SSD utilisant du mazout lourd;
- **Moteur auxiliaire :** 0,241 L/kWh pour des moteurs utilisant du diesel marin;
- **Chaudière :** 0,333 L/kWh pour des chaudières utilisant du diesel marin.

Le présent inventaire ne considère que l'approche et la sortie des navires des terminaux de la zone industrialo-portuaire de Sorel-Tracy dont la distance totale est établie à 10 km par navire (5 km pour l'approche et 5 km pour la sortie).

À noter qu'en raison du projet, QSL ne prévoit pas que les vraquiers auront à attendre sur le fleuve avant d'accoster au quai. Ainsi, aucune émission associée au mouillage de navires sur le fleuve n'est comptabilisée.

Tableau 3-3 Intrants aux calculs des émissions de GES des vraquiers

Type de navire	Mode opératoire	Puissance appliquée (kW)			Temps d'opération	
		Propulsion	Auxiliaire (3)	Chaudière (3)	h/a	Hypothèses
Vraquiers (taille Handysize) (1)	À quai	0	110	70	4 200	35 vraquiers x 5 jours consécutifs
	En manœuvre	741 (2)	500	60	27	10 km en manœuvre par vraquier se déplaçant à 7 nœuds

(1) Ayant un port en lourd entre 10 000 et 35 000 tonnes
(2) Représente la puissance installée selon l'US EPA (2022) à l'annexe C pour les navires en cause de catégorie C3 tout en appliquant un facteur de charge moteur calculé selon l'équation 3.6 du même document en considérant une vitesse de déplacement de 7 nœuds à l'arrivée et au départ en moyenne.
(3) Extrait de l'OMI (2020) au tableau 17 pour le type de navire et mode opératoire en cause.

3.1.4 Remorqueurs

Un remorqueur sera utilisé pour la manutention de barges lors de la phase de construction. Pour la phase d'exploitation, les remorqueurs seront principalement utilisés pour l'accostage des vraquiers à quai. Les intrants et hypothèses de travail (puisque le type et la taille des remorqueurs sont indéterminés) permettant d'estimer les émissions de GES associées aux remorqueurs sont donnés au tableau 3-4.

$$E_{R,i} = CD_R \times T_R \times FE_i \times 10^{-6} \quad (3\text{-}4)$$

Avec :
$E_{R,i}$ émissions du gaz *i* (*i* = CO_2, CH_4, N_2O) par le remorqueur *R* (t)
CD_R taux de consommation de diesel marin par le remorqueur *R* (L/h)
T_R temps d'utilisation du remorqueur *R* (h)
FE_i facteur d'émission du gaz *i* (*i* = CO_2, CH_4, N_2O) (g/L) du tableau 2-3

Tableau 3-4 Intrants aux calculs des émissions de GES par les remorqueurs

Activité	Taux de consommation	Temps d'utilisation	Hypothèses
Phase de construction			
Manipulation des barges sur le fleuve	445 L/h	770 h	Taux de consommation de 0,237 L/kWh pour les navires de service de puissance supérieure à 37 kW tel qu'indiqué au tableau 4-3 de (US EPA, 2022), en considérant une densité du diesel marin de 900 g/L. Puissance installée typique de 3 512 kW pour le moteur de propulsion et 285 kW pour le moteur auxiliaire selon US EPA (2022), Annexe G x facteurs de charge de 50% et 43%, respectivement. 70 semaines d'activité (55 h/semaine) x taux d'utilisation de 20% (hypothèse) puisque le remorqueur est utilisé pour la manipulation de barges plutôt que pour le transport.
Transport de la barge Tobias (**option n°2 seulement**)	445 L/h	67 h	Taux de consommation identique au remorqueur précédent. Distance de 1 000 km à parcourir partir de Port Dover en Ontario à une vitesse moyenne estimée à 15 km/h (8 nœuds).
Phase d'exploitation			
Accostage des navires	445 L/h	105 h/a	Taux de consommation identique au remorqueur précédent. 35 vraquiers par année x 1,5 remorqueur par vraquier en moyenne x 2 heures par vraquier (1 heure à l'arrivée et 1 heure au départ)

3.2 Émissions provenant de l'énergie acquise

3.2.1 Convoyeurs électriques

Le nouveau terminal sera équipé d'un convoyeur permettant la manutention de certains matériaux en vrac depuis le quai vers l'entrepôt ou la plateforme extérieure pour le sel. Selon la conception actuelle, la puissance électrique « maximum » demandée par les convoyeurs sera de 468 kVa qu'on peut traduire à 468 kW en supposant un facteur de puissance prudent de 1.

$$E_{E,i} = P_E \times T_E \times FE_i \times 10^{-6} \quad (3\text{-}5)$$

Avec :

$E_{E,i}$ émissions annuelles du gaz *i* (*i* = CO_2, CH_4, N_2O, SF_6) associées à la production et distribution de l'électricité consommée par les convoyeurs (t/a)
P_E puissance électrique requise par les convoyeurs (kW)
T_E temps d'utilisation des convoyeurs annuellement (h/a)
FE_i facteur d'émission du gaz *i* (*i* = CO_2, CH_4, N_2O) (g/kWh) du tableau 2-3

Le temps d'utilisation des convoyeurs est simplement calqué sur la période à quai des vraquiers qui ne déchargeront pas des produits d'acier qui eux seront transférés par camions. Selon l'estimation de QSL, les convoyeurs seraient donc utilisés pour près de la moitié des navires (18 sur 35 vraquiers par année) x 120 h par vraquier à quai (2 040 h/a). Ceci représente une valeur prudente dans la mesure où la déchargement des matériaux ne se fera pas en continu pendant cette période.

3.3 Émissions évitées au pays

Les émissions évitées au pays concernent deux éléments, soit certaines émissions de GES survenant actuellement au terminal de QSL du secteur Saint-Joseph qui seront éliminées et les émissions évitées en lien à la logistique de transport des matériaux en vrac dans la région. Plus spécifiquement, les émissions évitées comprennent :

- Une réduction des émissions des navires au terminal du secteur Saint-Joseph comprenant une réduction du temps d'attente sur le fleuve et le retrait des vraquiers qui seront transférés vers le nouveau terminal;
- Une réduction des besoins en équipements mobiles hors route au terminal du secteur Saint-Joseph;
- Une variation des émissions de GES nettes par les navires en transit sur le fleuve relative à une variation des distances de navigation;
- Une réduction des émissions de GES pour le transport routier de la marchandise des terminaux vers leur destination finale.

Les sous-sections suivantes résument les méthodes utilisées pour calculer les émissions de GES évitées au pays.

3.3.1 Navires au terminal du secteur Saint-Joseph

Selon les données d'exploitation actuelle au terminal du secteur Saint-Joseph et les projections suivant la mise en œuvre du projet (détaillées au tableau 2-1), des émissions seront évitées puisque les vraquiers seront désormais transférés vers le nouveau quai (comptabilisé dans les émissions directes) et le temps d'attente des navires en mouillage sur le fleuve sera grandement réduit. Le tableau 3-5 résume les paramètres pour le calcul des émissions évitées selon la méthode décrite à la section 3.1.3 pour les moteurs de propulsion et auxiliaire et les chaudières à bord des vraquiers et des navires-cargo qui transitent par le terminal Saint-Joseph.

Tableau 3-5 Intrants aux calculs des émissions évités de GES pour les navires du terminal Saint-Joseph

Type de navire	Mode opératoire	Puissance appliquée (kW)			Temps d'opération évité	
		Propulsion	Auxiliaire [3]	Chaudière [3]	h/a	Hypothèses
Vraquier (taille Handysize) [1]	À quai	0	110	70	1 150	Conditions actuelles au terminal pour 10 vraquiers par an (voir le tableau 2-1)
	En attente	0	180	70	1 400	
	En manœuvre	741 [2]	500	60	7,7	10 km de manœuvre par vraquier à une vitesse de 7 nœuds
Navire-cargo (taille 10 000 DWT)	En attente sur le fleuve	0	370	150	3 680	Selon le tableau 2-1 (différence entre les projections suivant le projet et les conditions actuelles)

[1] Ayant un port en lourd entre 10 000 et 35 000 tonnes
[2] Représente la puissance installée selon l'US EPA (2022) à l'annexe C pour les navires en cause de catégorie C3 tout en appliquant un facteur de charge moteur calculé selon l'équation 3.6 du même document en considérant une vitesse de déplacement de 7 nœuds à l'arrivée et au départ en moyenne.
[3] Extrait du tableau 17 du guide de l'OMI (2020) pour le type de navire et le mode opératoire associé.

3.3.2 Équipements mobiles du terminal Saint-Joseph

La liste des équipements mobiles (chariots élévateurs et chargeurs sur roues) présentement en exploitation au terminal du secteur Saint-Joseph est fournie au tableau 3-6, tout comme les différents paramètres de calculs des émissions de GES évitées selon l'équation présentée à la section 3.1.1. Le niveau d'activité de ces équipements sera un peu plus faible après la mise en œuvre du projet par rapport à aujourd'hui puisque le tonnage à manutentionner diminuera quelque peu selon les projections de QSL, passant de 550 kt à 535 kt annuellement (tel que détaillé au tableau 2-1). Les émissions évitées sont ainsi estimées à partir des émissions de GES selon les conditions actuelles au terminal, qui ont été ajustées au prorata des quantités manutentionnées réduites, soit près de 2,7% du tonnage actuel (15 000 t sur 550 000 t).

Tableau 3-6 Liste des équipements mobiles hors route exploités au terminal Saint-Joseph

Équipement	Type de carburant	Temps d'opération évités suivant le projet (h) (1)	Puissance nominale (hp)	Charge moteur moyenne (%) (2)
Chariots Hyster H100/H110	Propane	53	88	30
Chariots Hyster H50/H60	Propane	15	48	30
Chariots Hyster H90FT	Diesel B3	47	74	59
Chariots Toyota 8FD80U	Diesel B3	166	75	59
Chariot Vallee 4DA35	Diesel B3	9	190	59
Chariot Vallee 4DA50	Diesel B3	15	225	59
Chariot Taylor TX4-360	Diesel B3	21	225	59
Chariot Taylor T-650L	Diesel B3	24	250	59
Chariots Konecrane SMV25/28/32	Diesel B3	115	250	59
Chargeur sur roues Liebherr L566	Diesel B3	18	272	59
Chargeur sur roues Liebherr L580	Diesel B3	35	288	59
Chargeurs sur roues CAT 966H	Diesel B3	59	286	59
Chargeur Komatsu WA480-6	Diesel B3	35	300	59
Chargeurs sur roues Volvo L180	Diesel B3	46	330	59
Chargeuse compacte CAT 236B	Diesel B3	17	75	21

(1) Correspond au temps d'opération actuelle au terminal x 2,7% représentant la réduction du tonnage annuel manutentionné projetée.
(2) Valeurs par défaut suggérées par l'US EPA (2010) selon le type d'équipement et de carburant utilisé.

3.3.3 Transport maritime évité pour les produits d'acier

Le tableau 2-2 précise qu'un total de 24 navires transportant des produits d'acier destinés pour la grande région de Montréal en 2021 avaient été déchargés aux différents terminaux du Québec en 2021, excluant celui de QSL à Sorel-Tracy. QSL estime qu'environ la moitié des 35 vraquiers destinés au nouveau terminal transporteront des produits d'acier. Ainsi pour les besoins du présent calcul, la déviation de 18 vraquiers vers leurs terminaux à Sorel-Tracy est considérée pour démonstration du niveau d'impact d'un changement de logistique sur le bilan GES de la région.

La répartition des navires par port est donnée au tableau 3-7, tout comme d'autres intrants permettant d'estimer les volumes évités de mazout lourd (pour les moteurs de propulsion) et de diesel marin (pour les moteurs auxiliaires) relativement aux navires en transit sur le fleuve transportant les produits d'acier vers les terminaux de QSL à Sorel-Tracy alternativement aux autres terminaux du Québec. Les émissions de GES pour les chaudières ne sont pas comptabilisées, car elles ne sont normalement pas utilisées lorsque les vraquiers sont en transit sur les mers (OMI, 2020).

Les puissances utilisées par les moteurs pour le calcul des volumes de carburant évités détaillés au tableau 3-7 sont les suivantes :

- **Moteur de propulsion :** 3 332 kW calculés selon l'équation 3.6 de l'US EPA (2022) en se basant sur la puissance typique installée selon l'annexe C de cette même référence et la vitesse de déplacement typique des vraquiers en transit selon le tableau 3-12 (soit 11,6 nœuds ou 76% de la vitesse maximale de déplacement).
- **Moteur auxiliaire :** 190 kW selon le tableau 17 de l'OMI (2020) pour des vraquiers Handysize en transit.

Selon les calculs, cette catégorie augmente légèrement les émissions de GES (consommation évitée nette négative au tableau 3-7) puisque les navires doivent globalement se déplacer sur de plus grandes distances par rapport aux conditions actuelles. Les gains se répercuteront plutôt au niveau du camionnage des produits d'acier vers les destinations de la grande région de Montréal.

Tableau 3-7 Volumes de carburants évités associés aux navires en transit sur le fleuve

Port actuel	Nombre de vraquiers par année [1]	Temps évité total (h) [2]	Consommation évitée (kWh) [3]		Volume évité (L/a) [4]	
			Moteur de propulsion	Moteur auxiliaire	Mazout lourd	Diesel marin
Consommation évitée (terminaux plus éloignés de l'océan que les terminaux de QSL à Sorel-Tracy)						
Port de Valleyfield	6	35	116 927	6 668	22 575	1 608
Port de Montréal	1	3,7	12 316	702	2 378	169
Consommation ajoutée (terminaux plus rapprochés de l'océan que les terminaux de QSL à Sorel-Tracy)						
Port de Trois-Rivières	6	-18	-50 668	-2 889	-11 739	-836
Port de Bécancour	3	-11	-37 417	-2 134	-7 224	-514
Port de Québec	2	-18	-59 243	-3 378	-11 438	-815
			Consommation évitée nette		-5 448	-388

[1] Représente un total de 18 navires sélectionnés parmi les 24 navires passant par les autres ports de la région annuellement selon des données récentes (se référer au tableau 2-2).
[2] Estimé en fonction du nombre de vraquiers, de la distance évitée selon le port (voir tableau 2-2) et la vitesse typique des vraquiers en transit, soit 11,6 nœuds selon les données de l'US EPA (2022) à l'annexe C (vitesse maximale de 15,2 nœuds) et au tableau 3.12 (facteur de charge de 76% pour des vraquiers en transit).
[3] Calculé selon la puissance appliquée pour chaque moteur défini ci-dessus et le temps évité total.
[4] Calculé en fonction des taux de consommation spécifiques définis à la section 3.1.3 et la consommation évitée en kWh.

3.3.4 Camionnage évité pour les produits d'acier

Le tableau 3-8 détaille les intrants et hypothèses pour estimer la consommation de volume de carburant diesel évitée pour le camionnage des produits d'acier déchargés aux terminaux de QSL à Sorel-Tracy alternativement aux autres terminaux. Un taux de consommation de 0,019 L/t-km est appliqué, représentant la même valeur utilisée à la section 3.1.3, mais en considérant un trajet aller seulement, le retour à vide n'étant pas considéré dans ce cas de figure.

Tableau 3-8 Volumes de carburant évités pour le camionnage des produits d'acier

Port actuel	Tonnage d'acier [1]	Distance aller évitée nette par voyage (km) [2]	Volume de diesel évité (L/a) [3]
Port de Valleyfield	75 000	25	36 210
Port de Montréal	8 500	-50	-8 208
Port de Trois-Rivières	72 857	90	126 631
Port de Bécancour	43 500	100	84 007
Port de Québec	22 667	175	76 604
		Consommation évitée nette	**315 245**

[1] Représentatif du transport des produits d'acier d'un total de 18 navires sélectionnés parmi les 24 navires passant par les autres ports de la région annuellement selon des données récentes. Le tonnage du tableau 2-2 est ajusté au prorata du nombre de navires considérés au tableau 3-7.
[2] Hypothèses de travail. Se référer au tableau 2-2 pour plus de détails.
[3] Calculé en se basant sur le taux de consommation spécifique des camions établis à la section 3.1.3 (0,019 L/t-km) pour l'aller seulement.

4 Résultats de l'évaluation

Le tableau 4-1 présente les résultats de l'évaluation des émissions de GES pour la phase de construction selon la méthode décrite au chapitre 3. Les émissions pour chaque GES (CO_2, CH_4 et N_2O) sont présentées en tant que tonnes d'équivalent CO_2 (t.éq.CO_2) en utilisant les potentiels de réchauffement planétaire listés à la section 2.3.

Un total de **1 804 t.éq.CO_2** est calculé pour la phase de construction qui doit s'étaler sur deux années (**753 t.éq.CO_2** à l'année 1 et **1 051 t.éq.CO_2** à l'année 2) pour l'option n°1 incluant un tablier en béton pour le quai. Pour la mise en place d'un quai flottant (option n°2), les résultats sont plus élevés d'environ 3%. Le bilan sur le CO_2 biogénique (CO_2b) représente 24 tonnes (annexe A).

Tableau 4-1 Émissions de GES totales (t.éq.CO_2) associées à la phase de construction

Source d'émissions	Année 1				Année 2				Total
	CO_2	CH_4	N_2O	Total	CO_2	CH_4	N_2O	Total	
Émissions directes (option de quai n°1)									
3.1.1 – Équipements mobiles hors route	276	0,22	6,4	283	464	0,36	11	475	758
3.1.2 – Transport routier	6,7	0,0079	0,10	6,8	111	0,13	1,7	113	120
3.1.4 – Remorquage	459	1,2	3,3	463	459	1,2	3,3	463	926
SOUS-TOTAL / TOTAL	**742**	**1,4**	**10**	**753**	**1 033**	**1,7**	**16**	**1 051**	**1 804**
Émissions directes (option de quai n°2)									
3.1.1 – Équipements mobiles hors route	276	0,22	6.4	283	460	0,36	11	471	754
3.1.2 – Transport routier	6,7	0,0079	0.10	6,8	87	0,10	1,3	88	95
3.1.4 – Remorquage	459	1,2	3.3	463	538	1,4	3,8	544	1 007
SOUS-TOTAL / TOTAL	**742**	**1,4**	**10**	**753**	**1 085**	**1,9**	**16**	**1 103**	**1 856**

Le tableau 4-2 présente les résultats de l'évaluation des émissions de GES pour la phase d'exploitation selon la méthode décrite à la section 3. Ainsi, en faisant la somme des émissions directes et des émissions provenant de l'énergie acquise et en soustrayant les émissions évitées au pays, une réduction nette des émissions de GES de 861 t.éq.CO_2 par année est obtenue et peut être détaillée comme suit :

- Des émissions directes et indirectes annuelles de 1 794 t.éq.CO_2 sont attendues au nouveau terminal, dont 60% proviendront des équipements mobiles hors route utilisés principalement pour le déchargement des produits d'acier et du sel au nouveau terminal;
- Des émissions annuelles évitées de 2 654 t.éq.CO_2 ont été calculées selon le scénario détaillé dans la présente évaluation, principalement en raison d'une réduction anticipée du temps d'attente des navires fréquentant le terminal de QSL du secteur Saint-Joseph sur le fleuve (50% des émissions évitées totales), car le nouveau terminal permettra d'améliorer la logistique. L'évitement des vraquiers du terminal Saint-Joseph (15%) et du camionnage en raison d'une amélioration de la logistique au niveau des produits d'acier (35%) s'ajoute aux réductions.

Le bilan net sur le CO_2 biogénique (CO_2b) représente 7,1 tonnes (annexe A).

Tableau 4-2 Émissions annuelles de GES totales (t.éq.CO_2/a) associées à la phase d'exploitation

Source d'émissions	CO_2	CH_4	N_2O	SF_6	Total
Émissions directes					
3.1.1 – Équipement mobile hors route	1 051	0,83	24	0	1 076
3.1.3 – Moteur et chaudière des vraquiers	584	1,5	4,2	0	589
3.1.4 – Remorqueur	125	0,33	0,89	0	126
SOUS-TOTAL	1 759	2,7	29	0	1 792
Émissions provenant de l'énergie acquise					
3.2.1 – Convoyeur électrique	1,2	0	0	0,38	1,6
SOUS-TOTAL	1,2	0	0	0,38	1,6
Émissions évitées au pays					
3.3.1 – Moteur et chaudière des navires du terminal St-Joseph	1 784	4,7	13	0	1 801
3.3.2 – Équipement mobile du terminal St-Joseph	37	0,040	0,84	0	37
3.3.3 – Transport maritime évité pour les produits d'acier	-18	-0,046	-0,13	0	-18
3.3.4 – Camionnage évité pour les produits d'acier	820	0,97	13	0	833
SOUS-TOTAL	2 622	5,7	26	0	2 654
TOTAL	**-862**	**-3,0**	**3,3**	**0,38**	**-861**

4.1 Intensité des émissions

En considérant des émissions directes totales relatives à l'exploitation du nouveau terminal de 1 794 t.éq.CO_2, alors que la portée de l'évaluation couvre le déchargement de 35 vraquiers contenant au total 440 000 tonnes de matériaux en vrac, une intensité de **4,1 kg.éq.CO_2 par tonne de matériau manutentionnée** est obtenue.

4.2 Sources liées aux accidents ou aux défaillances

Dans le cadre de ses activités, le nouveau terminal de QSL ne manipulera pas de matériaux pouvant générer des GES directement ou particulièrement inflammables dans son ensemble. De plus, une majorité des matériaux (acier, sel, engrais) ne sont pas à base de carbone, ce qui exclut, par exemple, la formation de CO_2 lors d'incendies. Ainsi, aucune grande source d'émissions de GES étant la conséquence d'accidents ou de défaillances n'est envisagée pour ce projet.

4.3 Impact sur les puits de carbone

Comme mentionné au chapitre 2, le projet n'impliquera pas de changements d'affectation des terres et n'aura donc pas de répercussions directes sur les puits de carbone environnants.

4.4 Analyse des incertitudes de l'évaluation

Le niveau d'incertitude associé au bilan d'émissions de GES pour la phase de construction (**1 804 t.éq.CO_2**) est défini comme moyen **(± 34%** selon la procédure d'évaluation de Niveau 1 des lignes directrices du GIEC (2006)) pour les raisons énumérées ci-dessous. Plus de détails sont disponibles à l'annexe A concernant les justifications et calculs des niveaux d'incertitude établis ci-dessous pour chaque catégorie de sources.

- **Équipements mobiles hors route (± 46 %):** Ce calcul se base sur une liste préliminaire d'équipements requis selon l'activité de construction prévue sur une période donnée, ce qui procure un ordre de grandeur du niveau d'émissions, mais pourra évoluer au cours de l'avancement de la planification. De plus, le taux de consommation en diesel appliqué représente une valeur typique qui ne prend pas en compte les variations selon le modèle du moteur, l'âge du moteur ou les technologies de réduction de la consommation, ce qui augmente le niveau d'incertitude;
- **Transport routier (± 42 %):** Ce calcul se base sur des taux de consommation spécifiques en L/t-km typiques selon le mode de transport, qui est bien documenté dans la littérature et est normalement relativement représentatif de la réalité. Le tonnage de matériel à transporter a été estimé par QSL, mais leurs provenances et destinations restent des inconnues qui sont la principale raison de l'attribution d'une incertitude moyenne-élevée pour cette source;
- **Remorqueur (± 55 %):** Un remorqueur sera présent pour la manipulation des barges pendant la majorité des travaux, mais la période en activité (h) et l'intensité du travail (L/h) sont de natures incertaines. Les valeurs sélectionnées pour ce calcul étant toutefois jugées prudentes, un niveau d'incertitude élevé, mais inférieur à 100% a été considéré.

Le niveau d'incertitude pour les émissions directes incluant celles provenant de l'acquisition d'énergie de la phase d'exploitation (**1 794 t.éq.CO_2**) est défini comme moyen **(± 35%**) pour les raisons suivantes :

- **Équipements mobiles hors route (± 39 %):** Le nombre et les marques d'équipements sont déterminés ainsi que les activités pour lesquelles ils seront utilisés. Selon l'année, ils pourront être moins utilisés dépendamment du nombre de vraquiers contenant des produits d'acier ou du sel ainsi que de leurs tonnages transportés, ce qui représente la principale source d'incertitudes. De plus, le taux de consommation en diesel appliqué représente une valeur typique qui ne prend pas en compte les variations selon le modèle du moteur, l'âge du moteur ou les technologies de réduction de la consommation, ce qui augmente le niveau d'incertitude;
- **Moteurs et chaudières des vraquiers (± 77 %):** Le temps à quai des vraquiers agissant sur cette source est bien connu de QSL. Toutefois, les puissances électriques et thermiques requises pendant cette période peuvent varier grandement selon le type et la taille des navires. Des puissances typiques provenant d'un rapport de l'OMI (2020) ont été utilisées pour l'ensemble des vraquiers, celles-ci pouvant en réalité varier du simple au double;
- **Remorqueur (± 39 %):** Bien que les besoins en remorqueurs soient fixés par la portée de l'évaluation (35 vraquiers), le nombre de remorqueurs par vraquier peut varier d'un à deux selon la situation. La période en manœuvre est relativement bien connue alors que le taux de consommation des remorqueurs (L/h) est probablement la variable comportant le plus d'incertitude malgré qu'elle ait été estimée à partir des données typiques d'une source reconnue;
- **Production d'électricité consommée par le convoyeur (± 48 %):** L'évaluation utilise la puissance électrique nominale du convoyeur alors qu'elle sera moindre en pratique. Le temps d'utilisation du convoyeur est un autre paramètre variable et incertain puisqu'il dépend du nombre annuel de vraquiers nécessitant l'emploi du convoyeur ainsi que de leur tonnage.

Le niveau d'incertitude pour les émissions évitées au pays pendant la phase d'exploitation (**2 654 t.éq.CO_2**) suivant le projet est quant à lui défini comme élevé **(± 53%**) pour les raisons suivantes :

- **Moteur et chaudière des navires du terminal Saint-Joseph (± 77 %):** Se référer à la justification pour les Moteur et chaudière des vraquiers pour les émissions directes incluant celles provenant de l'acquisition d'énergie de la phase d'exploitation;
- **Équipement mobile du terminal Saint-Joseph (± 81 %):** Le temps évité a été estimé en se basant sur la réduction du niveau d'activité projetée (tonnage manutentionné annuel) au terminal St-Joseph suivant la mise en œuvre du projet. Cette approche permet d'établir un ordre de grandeur, mais peut toutefois comporter un niveau d'incertitudes élevées en raison des différentes synergies pouvant survenir au terminal;
- **Transport maritime évité pour les produits d'acier (± 92 %):** Le niveau d'incertitude est directement lié au nombre réel de vraquiers déviés vers les terminaux de QSL à Sorel-Tracy alternativement aux autres terminaux de la région. En effet, cette modification à la logistique au niveau régional étant hypothétique à ce stade-ci (démonstration du concept seulement), l'incertitude a été jugée comme très élevée, mais inférieure à 100%, car le nombre de vraquiers qui y serait dévié (18 vraquiers) représente le nombre maximum projeté par QSL;
- **Camionnage évité pour les produits d'acier (± 66 %):** Les destinations finales des produits d'acier étant indéterminées dans le cadre de cette évaluation, les distances ont été établies de façon spéculative en fonction d'un point central de la grande région de Montréal incluant la Montérégie et le Centre-du-Québec. Au même titre que la source précédente, cette source est également liée au nombre de vraquiers déviés vers les terminaux de QSL à Sorel-Tracy.

Le tableau 4-3 résume les niveaux d'incertitudes obtenus. Il est important de noter que cette évaluation quantitative de l'incertitude se base sur l'approche de niveau 1 du GIEC tout en se basant sur un jugement de l'incertitude par intrant selon les informations disponibles. Cette approche permet surtout de qualifier le niveau d'incertitude comme faible, moyen ou élevé, puisque ce calcul d'incertitude devient moins précis en présence d'incertitudes relatives élevées (>30%) et asymétriques (car l'évaluation vise à présenter des estimations réalistes bien que prudentes par rapport à ce qui est attendu en pratique).

Tableau 4-3 Sommaire des incertitudes

Phase		Incertitude relative (%)	Émissions (t.éq.CO_2)	
			Estimé	Plage
Construction		± 34%	**1 804**	**1 190 – 2 418**
Exploitation	Émissions directes annuelles	± 35%	1 794	1 166 – 2 422
	Émissions évitées pour QSL (1)	± 76%	1 839	441 – 3 236
	Émissions nettes pour QSL (1)		**-45**	**-2 070 – 1 981**
	Émissions évitées quant à la logistique de l'acier	± 67%	816	269 – 1 363
	Émissions nettes totales		**-861**	**-3 433 – 1 712**

(1) Comprend les émissions évitées au terminal de Saint-Joseph (navires et équipements mobiles).

4.5 Impact du projet sur les efforts de réduction

Le projet de nouveau terminal ajoutera certaines émissions directes associées aux activités sur le site, mais permettra également d'éviter des émissions survenant à l'autre terminal de QSL de la région puisque la présence d'un deuxième terminal permettra d'optimiser la logistique et de réduire les pertes de temps des navires sur le fleuve qui surviennent présentement de façon régulière. Le tableau 4-3 suggère en fait que les émissions nettes associées aux activités de QSL à Sorel-Tracy seront quasi nulles selon les projections à l'intérieur d'une plage de ± 2 000 t.éq.CO_2/a. L'amélioration de la logistique des matériaux en vrac pour la région de Montréal résulterait également à des émissions évitées supplémentaires au Canada, estimées 816 t.éq.CO_2/a spécifiquement pour les produits d'acier. Ainsi, selon l'analyse d'incertitude, il est probable que le projet générera des réductions totales nettes selon les conditions et projections actuelles, mais qu'il est aussi possible que des émissions nettes en résultent, le tout à l'intérieur d'une plage de quelques milliers de t.éq.CO_2 annuellement.

À l'échelle provinciale et du pays, ce niveau de réduction (-861 t.éq.CO_2/a) équivaudrait respectivement à 0,0010 % et 0,00012 % des émissions totales annuelles de la province (78 Mt.éq.CO_2 selon MELCCFP (2023)) et du pays (708 Mt.éq.CO_2 selon ECCC (2024)). Le tableau 4-4 procure certaines informations supplémentaires de l'impact attendu du projet sur base annuelle en fonction de différentes catégories de source. Tel qu'anticipé, il ressort que le projet aurait un impact plus probant sur les émissions du transport maritime.

Tableau 4-4 Sommaire de l'inventaire d'émissions de GES comparé aux émissions totales canadiennes

Catégorie	Émissions canadiennes annuelles		Projet		
	Catégorie pertinente du RIN [1]	Total 2022	Sources comprises	Émissions annuelles	% du total canadien
Équipements mobiles hors route	**Transport** (véhicules hors route: Fabrication, mines et construction)	19 Mt CO_2e	Équipements mobiles hors route [2]	1 038 t CO_2e	0,0055 %
Transport routier	**Transport** (véhicules lourds à moteur diesel)	37 Mt CO_2e	Camionnage évité pour les produits d'acier	- 833 t CO_2e	-0,0023 %
Transport maritime	**Transport** (transport maritime intérieur)	4,7 Mt CO_2e	Navires et remorqueurs [3]	- 1 067 t CO_2e	-0,023 %

[1] Corresponds à la catégorie GES (et plus petite sous-catégorie) du rapport d'inventaire national (RIN) 1990:2022 d'ECCC la plus pertinente pour la catégorie de source.
[2] Comprends les émissions du nouveau terminal moins les émissions évitées au terminal du secteur Saint-Joseph.
[3] Comprends les émissions des vraquiers et remorqueurs au nouveau terminal moins les émissions évitées des navires au terminal du secteur Saint-Joseph.

5 Plan d'émissions nettes nulles

Dans le cadre d'une évaluation de l'impact environnemental, les promoteurs de projet doivent présenter un plan crédible pour atteindre des émissions nettes nulles d'ici 2050 en s'appuyant sur un processus d'analyse et de sélection des meilleures technologies et pratiques environnementales disponibles et émergentes (MTPDE). Ainsi, selon les modalités actuelles, QSL doit démontrer qu'il s'engage à réduire les émissions de GES associées à son projet d'au moins 90% par rapport aux conditions d'exploitation utilisant des technologies et pratiques courantes. Cette section présente ainsi les renseignements associés au plan de réalisation de cet objectif, ce qui implique une analyse des différentes MTPDE envisageables pour le projet en s'appuyant sur des considérations techniques et financières. Ceci concerne principalement la réduction à la source de la consommation d'énergie et de ressources priorisant les émissions de GES directes et indirectes liées à l'énergie acquise. Un calendrier préliminaire avec les étapes clés d'ici 2050 sera présenté pour les MTPDE retenues.

5.1 Évaluation des MTPDE disponibles

Comme démontré dans ce rapport, le projet aurait le potentiel de réduire les émissions de GES nettes au pays en raison d'une optimisation des opérations au terminal Saint-Joseph et d'une amélioration de la logistique de transport des matériaux en vrac de la région en ajoutant un terminal supplémentaire. À noter que le terminal Saint-Joseph fonctionne déjà au maximum de sa capacité puisque les navires doivent souvent se placer en attente au large. Le nouveau terminal est également pourvu d'un convoyeur électrique pour le déchargement de certains matériaux en vrac, ce qui permettra de réduire les besoins en équipements mobiles par rapport au cas où aucun convoyeur n'aurait été considéré.

Le plan d'émissions nettes nulles doit toutefois se concentrer sur les émissions directes et indirectes liées à l'énergie dont les émissions annuelles prévues dans des conditions d'exploitation prévues initialement sont rapportées au **tableau 5-1**. Celles-ci s'élèvent à 1 793 t.éq.CO_2 par année dont 60% sont associés aux équipements mobiles hors route et 33% aux vraquiers lorsque ceux-ci seront à quai.

Tableau 5-1 Émissions annuelles de GES (t.éq.CO_2/a)

Source d'émissions	2026 (1)	2027 – 2030	2031 – 2035	2036 – 2040	2040 – 2050
3.1.1 – Équipement mobile hors route	1 076	600 – 700 (2)	100 – 200 (3)	10 – 50 (4)	10 – 50 (4)
3.1.3 – Moteur et chaudière des vraquiers	589	589	589	589	150 – 440 (5)
3.1.4 – Remorqueur	126	126	126	126	126
3.2.1 – Convoyeur électrique	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
TOTAL	**1 793**	**1 317 – 1 417**	**817 – 917**	**727 – 767**	**288 – 618**

(1) Selon les technologies et carburants prévus initialement en utilisant le plan d'exploitation actuel.
(2) Utilisation partielle de diesel renouvelable (hypothèse : 2 chargeuses sur roue)
(3) Utilisation de l'hydrogène dans une chargeuse sur roue comme banc d'essai et du diesel renouvelable pour la balance des équipements.
(4) Utilisation de l'hydrogène seulement.
(5) En supposant que l'électrification à quai devienne une solution économiquement acceptable et qu'entre 25% et 75% des vraquiers pourront se brancher.

5.1.1 Équipements mobiles hors routes

Les équipements mobiles hors route incluant une pelle excavatrice, cinq (5) chargeuses sur roues et deux (2) tracteurs sont prévus pour le déchargement et chargement des navires contenant des matériaux grand format (produits d'acier) qui ne seront pas manutentionnés par le système de convoyage électrique. Ceci concerne 50% du tonnage annuel transitant par le nouveau terminal selon les projections de QSL. Dans le but de réduire les émissions de GES associés à la manutention de ces produits, les MTPDE du **tableau 5-2** seraient concevables. Ceci exclut tout changement ou évolution du plan d'affaires de QSL pour le nouveau terminal qui pourrait recevoir moins de produits d'acier au profit de matériaux en vrac pouvant être manutentionnés par le convoyeur électrique, et donc requérir aux équipements mobiles sur de moins longues périodes. De plus, les produits gros format seraient dorénavant déchargés dans un autre terminal dont le facteur d'émission de GES ne peut pas être considéré comme net nul, n'arrangeant pas la situation au Canada.

Tableau 5-2 Options de réduction des émissions des équipements mobiles hors route

Option	Justifications sur la présélection	Retenu pour analyse
Remplacement partiel ou total des équipements mobiles par un système électrique de chargement, de déchargement et de manutention adapté.	Ceci impliquerait l'installation d'engins de levage (ponts roulants ou des équivalents) qui transférerait les produits du navire vers un point de déchargement. Ceci nécessiterait tout de même l'aide d'équipements mobiles pour le transfert des matériaux vers les zones de stockage du terminal. Cette approche nécessiterait également un très grand investissement pour un terminal de cette envergure avec un seul quai.	non
Utilisation d'un carburant diesel renouvelable au lieu d'un carburant diesel conventionnel	Les émissions de base (2026) ont été calculées en considérant un contenu moyen de biodiesel de 3% dans les stocks de carburant diesel. Une plus grande proportion de biodiesel ou l'utilisation de diesel renouvelable dans les équipements mobiles prévus en début de projet est une option.	oui
Replacement des équipements mobiles hors route initiaux par des équivalents avec des moteurs fonctionnant au gaz naturel contenant une portion renouvelable	La présence d'une portion renouvelable dans le gaz naturel permettrait de réduire en partie les émissions associées à la manutention des matériaux grand format.	oui
Replacement des équipements mobiles hors route initiaux par des équivalents avec moteurs à propulsion électrique	La consommation d'énergie électrique du réseau public représente un net avantage au niveau des émissions de GES.	oui
Replacement des équipements mobiles hors route initiaux par des équivalents avec moteurs fonctionnant avec une pile à combustible	La consommation d'hydrogène au lieu du carburant diesel est une option envisageable, avec divers niveau de performance selon le type d'hydrogène consommé (vert, gris, bleu, etc.)	oui

Une analyse plus détaillée des MTPDE retenues est présentée au **tableau 5-3**. De l'ensemble des options, QSL étudie surtout la possibilité de faire l'acquisition d'équipements avec piles à combustible lorsqu'une source fiable d'hydrogène vert sera disponible. L'alimentation des engins est considérée suffisamment rapide pour ne pas nécessiter d'équipements additionnels. QSL est en discussion avec Charbone Hydrogène (2024) qui a l'intention de construire une installation de production et de stockage d'hydrogène vert d'ici quelques années dans le parc industrialo-portuaire de Sorel-Tracy. Étant à proximité du nouveau terminal, QSL pourra prendre l'opportunité, lorsque les conditions économiques seront acceptables, de convertir sa flotte de chargeuses sur roue en des versions avec piles à hydrogène.

Une option transitoire est le diesel renouvelable qui pourra être utilisé dans les équipements mobiles acquis initialement lorsque les conditions de marché (disponibilité régionale et prix) seront acceptables.

Tableau 5-3 MTDPE pour les équipements mobiles hors route

Critère	Utilisation de diesel renouvelable	Équipements au gaz naturel renouvelable
Équipements / infrastructures requises	Aucune nouvelle acquisition majeure. Les moteurs au diesel conventionnel peuvent normalement utiliser ce type de carburant, à moins que le fournisseur de l'équipement mobile émette des contre-indications à ce niveau.	Acquisition de nouveaux équipements puisque les équipements initiaux ne pourront pas, selon la technologie actuelle, être modifiés comme tel. Connection au réseau d'Énergir qui passe par le parc industrialo-portuaire et borne d'alimentation.
Maturité de l'option	Aucun obstacle au niveau technologique, mais la disponibilité du diesel renouvelable au Québec et en Amérique du Nord reste à démontrer et pourrait être difficile à obtenir sur un marché compétitif à court et moyen terme. La production à grande échelle du diesel renouvelable à partir des huiles de canola et de soya reste à démontrer.	Les équipements mobiles fonctionnant au gaz naturel sont peu fréquents, mais existent sur le marché. Le gain environnemental par rapport au diesel est toutefois moins important par rapport aux camions routiers lourds par exemple (ACVGN, 2019). Il manque aussi des données et de l'expérience concernant leur efficacité et fiabilité à moyen terme.
Défis techniques et risques principaux	Le biodiesel a tendance à geler en période froide empêchant leur utilisation. Le diesel renouvelable qui est produit différemment du biodiesel élimine ce problème. Son utilisation récurrente dans les moteurs ne poserait pas de problèmes techniques particuliers.	Le principal défi concerne l'accès au gaz naturel renouvelable en quantité suffisante pour atteindre les objectifs d'émissions nettes nulles. Cet aspect dépend largement du fournisseur de gaz naturel et des politiques associées. Le manque de données sur la fiabilité des équipements au gaz naturel apporte un élément de risque supplémentaire, particulièrement au début.
Niveau de réduction GES	> 95% si l'ensemble des équipements utilise du diesel renouvelable à 100% sachant que la combustion produit du CO_2 biogénique en plus du CH_4 et le N_2O. Il faut toutefois noter que la production de diesel renouvelable nécessite plus d'énergie à la raffinerie par rapport au diesel conventionnel, ce qui réduirait l'empreinte carbone globale (cycle de vie) à 65% de l'empreinte carbone du diesel conventionnel (NREL, 2024), mais ceci variable en réalité selon le producteur.	10-20% de réduction si l'ensemble des équipements est converti en fonction du facteur d'émission pour la combustion du gaz naturel. (1) À ceci, il faut ajouter selon la proportion de gaz naturel renouvelable acquis par QSL (p.ex. 50% renouvelable = 55–60% de réduction).
Coûts associés	Aucun investissement requis, mais le prix du diesel renouvelable, sans aide particulière, est plus élevé que le diesel conventionnel en raison de la matière première plus dispendieuse et de la relative rareté du produit. Le prix ira éventuellement à la baisse avec la maturité du marché.	Coûts initiaux élevés par rapport aux équipements conventionnels, mais qui pourraient aller à la baisse avec la maturité du marché. Cette mesure serait appliquée au moment où l'équipement initial approcherait la fin de sa durée de vie. L'achat du gaz naturel renouvelable est également beaucoup plus onéreux que le gaz naturel conventionnel (ex. de l'ordre de 25 $/GJ vs. 3 $/GJ).
Intentions de QSL	QSL suivra le cours du prix et de la disponibilité du diesel renouvelable et en utilisera dans les équipements acquis initialement si ça s'avère concluant. QSL sera particulièrement à l'affût des projets de distribution de diesel renouvelable dans la région les rendant plus avantageux en raison de la proximité.	QSL n'a pas l'intention d'utiliser cette technologie de remplacement.

(1) 2 100 g.éq.CO_2 / m^3 GN (MELCCFP, 2022) / 37,5 MJ par m^3 GN = 56 g.éq.CO_2/MJ comparativement à 2 610 g.éq.CO_2 / L diesel / 38 MJ par L diesel = 69 g.éq.CO_2/MJ.

Tableau 5-3 MTDPE pour les équipements mobiles hors route (*suite*)

Critère	Équipement électrique	Équipement avec pile à combustible à l'hydrogène vert
Équipements / infrastructures requises	Acquisition de nouveaux équipements puisque les équipements initiaux ne pourront pas, selon la technologie actuelle, être modifiés comme tel. Borne de recharge adaptée.	Acquisition de nouveaux équipements puisque les équipements initiaux ne pourront pas, selon la technologie actuelle, être modifiés comme tel. Réservoir de stockage et d'alimentation de l'hydrogène.
Maturité de l'option	Certains modèles sont disponibles sur le marché canadien, mais il manque tout de même des données et de l'expérience concernant leur efficacité et fiabilité à moyen terme. On s'attend toutefois à ce que la technologie et les modèles disponibles s'améliorent au fil des années.	La technologie est éprouvée, mais il existe peu de modèles disponibles au Canada compte tenu d'un accès très limité à de l'hydrogène pour le transport. Tout comme les équipements à batterie, il manque des données et de l'expérience concernant leur efficacité et fiabilité à moyen terme.
Défis techniques et risques principaux	Avec la manutention de masses lourdes, une puissance électrique élevée est requise qui, selon la capacité actuelle de stockage des batteries, nécessiterait de nombreuses périodes de recharge. Ceci nécessiterait l'acquisition d'équipements supplémentaires afin d'éviter des interruptions d'activité.	Le principal défi concerne l'accès à de l'hydrogène vert en quantité suffisante permettant d'assurer l'exploitation sans interruption de ces engins tout en atteignant l'objectif d'émissions nettes nulles. Le manque de données sur leur fiabilité apporte un élément de risque supplémentaire, particulièrement au début.
Niveau de réduction GES	> 99% si l'ensemble des équipements est converti sachant que l'électricité proviendra du réseau public québécois dont l'empreinte carbone est très faible. De 15 à 289 t.éq.CO_2/a par équipement remplacé (selon l'équipement).	± 99% si l'ensemble des équipements est converti en fonction du facteur d'émission pour la combustion d'hydrogène vert au Québec.(1) De 15 à 289 t.éq.CO_2/a par équipement remplacé (selon l'équipement).
Coûts associés	Coûts initiaux élevés par rapport aux équipements conventionnels, mais qui pourraient aller à la baisse avec la maturité du marché. Cette mesure serait appliquée au moment où l'équipement initial approcherait la fin de sa durée de vie. Réduction projetée au niveau des coûts d'exploitation.	Coûts initiaux élevés par rapport aux équipements conventionnels, mais qui pourraient aller à la baisse avec la maturité du marché. Cette mesure serait appliquée au moment où l'équipement initial approcherait la fin de sa durée de vie. En raison des difficultés d'approvisionnement et des coûts élevés de production d'hydrogène, il est vraisemblable que les coûts d'exploitation seront plus élevés.
Intentions de QSL	Compte tenu des défis techniques et de la redondance des équipements pour maintenir un flux continu des opérations, QSL ne considère pas cette option comme viable, du moins selon les conditions actuelles.	QSL étudie la possibilité de faire l'acquisition de ce type d'équipement lorsqu'une source fiable d'hydrogène sera disponible. L'alimentation des engins est considérée suffisamment rapide pour ne pas nécessiter d'équipements additionnels. QSL est en discussion avec Charbone Hydrogène (2024) qui a l'intention de construire une installation de production et de stockage d'hydrogène vert d'ici quelques années dans le parc industrialo-portuaire de Sorel-Tracy. Étant à proximité du nouveau terminal, QSL pourra prendre l'opportunité, lorsque les conditions économiques seront acceptables, de convertir sa flotte de chargeuses sur roue en des versions avec piles à hydrogène.

(1) 75 g.éq.CO_2 / kg H_2 (MELCCFP, 2022) / 120 MJ par kg H_2 = 0,62 g.éq.CO_2/MJ comparativement à 2 610 g.éq.CO_2 / L diesel / 38 MJ par L diesel = 69 g.éq.CO_2/MJ.

5.1.2 Vraquiers à quai

Les vraquiers ne sont pas sous le contrôle direct de QSL qui peut tout de même agir sur les émissions des moteurs à quai en implantant un système de branchement adapté permettant l'électrification des navires, ce qui leur permettrait alors d'éviter la consommation de diesel marin. Le **tableau 5-4** en présente l'analyse. Sinon, il n'existe pas d'autres options valables considérant la vocation du terminal alors qu'il n'est pas du ressort de QSL d'exiger auprès des armateurs l'exploitation de vraquiers avec des biocarburants et/ou d'avoir une politique zéro émission. Ceci aurait un impact commercial vraisemblable et n'empêcherait pas les vraquiers à « hautes émissions » d'accoster ailleurs au Canada, sans politique restrictive en ce sens.

Tableau 5-4 MTDPE pour les vraquiers à quai

Critère	Électrification du quai
Équipements / infrastructures requises	Mise en place d'un système d'alimentation à quai de haute puissance (incluant transformateurs, convertisseurs, disjoncteurs, et câbles connecteurs).
Maturité de l'option	L'installation d'une sous-station électrique permettant le branchement à quai est une technologie connue et assez bien répandue surtout en Europe et aux États-Unis.
Défis techniques et risques principaux	Le principal enjeu concerne le système de branchement sur les vraquiers, qui est soit inexistant, soit varié et pas nécessairement compatible avec le système de branchement unique qui serait installé au terminal.
Niveau de réduction GES	Par vraquier à quai : 50–60 % supposant que le moteur auxiliaire ne sera pas utilisé, mais que la chaudière sera requise (selon les puissances appliquées dans cette étude). Réduction annuelle : Variable. Ceci dépend largement de la disponibilité d'un système de branchement sur le vraquier qui est présentement faible, mais qui est appelé à augmenter.
Coûts associés	Coûts initiaux très élevés qui nécessiteraient un support financier puisqu'il ne sera pas possible de transférer la totalité de ces coûts aux armateurs.
Intentions de QSL	Les conditions actuelles ne sont pas propices puisque la grande majorité des vraquiers ne sont pas équipés de systèmes de branchement et que s'ils le sont, les systèmes de branchement ne sont pas uniformes. Selon les informations, il existe un comité nord-américain se penchant sur cette problématique afin d'uniformiser les technologies de chargement à moyen et à long terme. QSL s'engage à faire un suivi de la situation et de considérer l'installation d'un système d'électrification lorsque et si les conditions techniques et économiques seront acceptables. Il faut aussi prendre en contexte les besoins électriques de ce type de navire qui sont relativement faibles, lorsque comparés aux navires de croisière, par exemple. Ainsi, en supposant que les émissions des vraquiers à quai calculées dans cette étude sont valides (589 t.éq.CO_2/a), les gains au niveau du bilan carbone demeureraient mitigés par rapport à l'investissement nécessaire.

5.1.3 Remorqueurs

Cette source d'émissions représente moins de 10% du bilan d'émission annuelle présenté au chapitre 4. Comme pour les vraquiers, QSL n'exploite pas ses propres remorqueurs et n'a donc pas le contrôle sur ces émissions. Une utilisation accrue de biocarburant par les remorqueurs permettrait d'améliorer la situation au niveau des changements climatiques. Ceux-ci développeront surement des solutions en ce sens.

5.2 Calendrier

La réduction des émissions de GES par l'entremise des MTDPE est un processus continu qui doit être réalisé de manière itérative tout au long de la durée de vie du projet afin d'identifier les moments que les technologies et pratiques émergentes peuvent devenir techniquement ou économiquement réalisables. Le calendrier de mise en œuvre du plan d'émissions nettes nulles suivant selon les intentions de QSL envers les différentes MTDPE identifiées précédemment est donc proposé à titre prévisionnel. L'impact sur les émissions nettes annuelles d'ici 2050 selon ce calendrier est chiffré au **tableau 5-1**.

2026	▪ Début du projet selon les conditions d'émissions définies dans ce rapport.
2027 – 2030	▪ Discussion et engagement avec Charbonne Hydrogène (ou autre fournisseur, le cas échéant) pour s'assurer de la disponibilité d'une source d'hydrogène vert; ▪ Suivi de la disponibilité de diesel renouvelable et utilisation dans certains équipements initiaux si les conditions de marché sont acceptables.
2031 – 2035	▪ Installation des dispositifs de stockage et d'alimentation d'hydrogène au terminal; ▪ Remplacement d'une chargeuse sur roues par un modèle à l'hydrogène pour essai; ▪ Utilisation de diesel renouvelable dans les autres équipements (en supposant que le marché et disponibilité est venu à maturité); ▪ Suivi des conditions de branchement à quai de la flotte de vraquiers.
2036 – 2040	▪ Remplacement des autres équipements mobiles par des modèles à l'hydrogène; ▪ Évaluation de la faisabilité économique et des gains environnementaux associés au branchement à quai; prise de décision.
2040 – 2050	▪ Électrification du quai si les conditions financières et les gains au niveau du bilan carbone deviennent acceptables.

6 Références

Alliance canadienne pour les véhicules au gaz naturel (ACVGN), 2019. Utilisation du gaz naturel dans le secteur des transports par les véhicules moyens et lourds, Plan d'action 2.0, préparé par le Comité de mise en œuvre de l'utilisation du gaz naturel dans le secteur des transports https://natural-resources.canada.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/oee/pdf/transportation/alternative-fuels/resources/pdf/NRCan_NGRoadmap_f_WEB.pdf

Association Béton Québec, 2022. Déclaration Environnementale de Produit. DEP l'échelle de l'industrie pour les membres de l'Association béton Québec (ABQ) – Béton prêt à l'emploi [En ligne]. https://betonabq.org/wp-content/uploads/2023/06/DEP_Beton_Quebec.pdf

Charbone Hydrogène, 2024. Communiqué de Presse : Charbone Hydrogène annonce la première livraison d'un équipement de stockage d'hydrogène vert prêt à être livré pour le projet phase du Québec, avril 2024 [En ligne]. https://static1.squarespace.com/static/5cb8abcfb2cf7943b7b16770/t/6616782228b81619ae535c9e/1712748580578/CH-Equipment+delivery_FINAL_PR-FR_2024-04-09_v4.pdf

Environnement et Changement climatique Canada (ECCC), 2021. Version préliminaire du guide technique relatif à l'évaluation stratégique des changements climatiques : Orientation concernant la quantification des émissions nettes de GES, l'impact sur les puits de carbone, les mesures d'atténuation, le plan pour atteindre des émissions nettes nulles et l'évaluation des GES en amont [En ligne]. https://evaluationstrategiquedeschangementsclimatiques.ca/

Environnement et Changement climatique Canada (ECCC), 2024. Rapport d'inventaire national 1990:2022 – Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada [En ligne]. https://publications.gc.ca/collections/collection_2024/eccc/En81-4-2022-1-fra.pdf

Ministère de l'Environnement, de la Lutte aux Changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), 2023. GES 1990-2021: Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2021 et leur évolution depuis 1990 [En ligne]. www.environnement.gouv.qc.ca/changements /ges/2020/inventaire-ges-1990-2021.pdf

National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), 2015. Commercial Medium and Heavy Truck fuel efficiency technology study - Report 1 [En ligne]. www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/812146-commercialmdhd-truckfuelefficiencytechstudy-v2.pdf

National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2024. Alternative Fuels Data Center, consulté le 5 décembre 2024. https://afdc.energy.gov/fuels/renewable-diesel

Navius Research inc., 2022. Biofuels in Canada 2021 – Tracking biofuel consumption, feedstocks and avoided greenhouse gas emissions [En ligne]. www.naviusresearch.com/publications/2021-biofuels-in-canada/

Organisation Maritime International (OMI), 2020. Fourth Greenhouse Gas Study 2020 [En ligne]. www.imo.org/en/ourwork/Environment/Pages/Fourth-IMO-Greenhouse-Gas-Study-2020.aspx

United States Environmental Protection Agency (US EPA), 2010. Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions modeling, NR-005d, EPA-420-R-10-016 [En ligne]. https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockey=P10081RV.pdf

United States Environmental Protection Agency (US EPA), 2021. Exhaust and crankcase emission factors for non-road compression-ignition engines in MOVES3.0.2, EPA-420-R-21-021, Septembre 2021. https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockey=P1013KWQ.pdf

United States Environmental Protection Agency (US EPA), 2022. Port Emissions Inventory Guidance: Methodologies for estimating port-related and goods movement mobile source emissions, EPA-420-B-22-011, Avril 2022, https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockey=P1014J1S.pdf

ANNEXES

Annexe A Imprimés de la note de calculs

Facteurs d'émission applicables (g/L) du RIN 1990:2021 (tableau A6.1-14)

Carburant	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2b
PRP	**1**	**28**	**265**	**1**
Véhicules hors route au diesel [1]	2 601	0.073	0.227	74
Navires alimentés au diesel marin	2 681	0.252	0.072	0
Camions lourds (dispositifs avancés)	2 601	0.110	0.151	74

[1] La source (fournisseur) du carburant est indéterminée donc le facteur d'émission de CO_2 est multiplié par un facteur 0,97 considérant le fait que les stocks de diesel au Canada contiennent en moyenne de 3% de biodiesel. En contrepartie, le facteur d'émission de CO_2 biogénique pour le biodiesel est multiplié par 0,03.

ÉMISSIONS DIRECTES DE GES

Équipements mobiles hors route

Taux de consommation spécifique (L/hp-h) 0.196 BSFC (brake-specific fuel consumption) typique d'un moteur diesel selon MOVES3 de l'US EPA (0.367 lb/hp-h; densité de 850 g/L)

Description [1]			Nombre	Puissance nominale (hp)	Facteur de charge du moteur [2]	Temps en exploitation (h) [3]		Volume de diesel (L)	Émissions de GES (t.éq.CO_2)				
						Sur site	Utilisation (%)		CO_2	CH_4	N_2O	Total	CO_2b
Année 1	Construction des caissons des pieux par vibrofoncage	Grue 75T (ex. Tadano Mantis GTC-800)	1	310	0.43	1 925	80%	40 288	105	0.082	2.4	107	3.0
		Pelle mécanique (PC300)	1	180	0.59	1 925	80%	32 097	83	0.066	1.9	85	2.4
		Nacelle (ex. Skytrack 8042)	1	110	0.21	1 925	80%	6 982	18	0.014	0.42	19	0.52
		Compresseur (Doosan DA400)	1	165	0.43	1 925	100%	26 804	70	0.055	1.6	71	2.0
Année 2	Construction des caissons des pieux par vibrofoncage incluant le bétonnage, le coffrage et la pose d'une dalle sur les pieux.	Grue 75T (ex. Tadano Mantis GTC-800)	1	310	0.43	1 925	80%	40 288	105	0.082	2.4	107	3.0
		Pelle mécanique (PC300)	1	180	0.59	1 925	80%	32 097	83	0.066	1.9	85	2.4
		Nacelle (ex. Skytrack 8042)	1	110	0.21	1 925	80%	6 982	18	0.014	0.42	19	0.52
		Compresseur (Doosan DA400)	1	165	0.43	1 925	100%	26 804	70	0.055	1.6	71	2.0
		Grue 150T (ex. Liebher LTM1150)	1	536	0.43	1 925	80%	69 659	181	0.14	4.2	185	5.2
		Pompe à béton	1	100	0.43	110	100%	928	2.4	0.0019	0.056	2.5	0.069
	Coulage d'un tablier en béton formant le quai, pose de glissières et d'enrobé bitumineux (**option 1 seulement**)	Grue 275T (ex. ATC 3275)	1	215	0.43	55	80%	798	2.1	0.0016	0.048	2.1	0.059
		Finisseur de béton (ex. Gomaco)	1	50	0.59	22	80%	102	0.26	0.00021	0.0061	0.27	0.0076
		Pompe à béton	1	100	0.43	33	100%	278	0.72	0.00057	0.017	0.74	0.021
		Nacelle (ex. Skytrack 8042)	1	110	0.21	33	80%	120	0.31	0.00024	0.0072	0.32	0.0089
		Équipements d'asphaltage	2	100	0.59	11	80%	204	0.53	0.00042	0.012	0.54	0.015

[1] Modèles exacts indéterminés. Représentent des exemples potentiels.

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

[3] Représente un nombre d'heure prévu à chaque année selon les activités en cause (vibrofoncage, coffrage, bétonnage, etc.) tout en considérant des travaux 5 jours par semaine (11 h par jour). Le taux d'utilisation considéré des pauses totalisant environ 2 heures par jour pour les équipements mobiles seulement.

Transport routier

Matériau transporté		Tonnage [1]	Distance aller (km) [2]	Consommation (L/t-km) [3]	Émissions de GES (t.éq.CO_2)				
					CO_2	CH_4	N_2O	Total	CO_2b
Année 1	Sédiments	750	100	0.034	6.7	0.0079	0.10	6.8	0.19
Année 2	Sédiments	750	100	0.034	6.7	0.0079	0.10	6.8	0.19
	Béton (**options 1 et 2**)	17 918	50	0.034	80	0.095	1.2	81	2.3
	Béton (**option 1 seulement**)	5 376	50	0.034	24	0.028	0.4	24	0.7

[1] Tonnage selon les volumes prévus en considérant des densités de 2 t/m3 pour les sédiments et 2.4 t/m3 pour le béton

[2] Origine ou destination indéterminée. Hypothèses de travail.

[3] Calculés en fonction des données de NHTSA (2016) - Table 3-13; camions transportant une charge utile de 21 tonnes (100% payload) sur autoroute (avec petite portion en Ville) (cycle NESCAF). Afin de prendre en compte un retour vide, on ajoute le taux de consommation pour un camion vide (0% payload = 31.7 L/km).

Remorqueurs

Taux de consommation des remorqueurs (L/kW-h) 0.237 BSFC typique des moteurs sur des navires de services selon l'US EPA (Port Emissions Guidelines)

Description [1]		Puissance nominale (kW) [1]		Facteur de charge du moteur [1]		Temps en exploitation (h) [2]		Volume de diesel marin (L)	Émissions de GES (t.éq.CO_2)				
		Principal	Auxiliaire	Principal	Auxiliaire	Sur site	Utilisation (%)		CO_2	CH_4	N_2O	Total	CO_2b
Année 1	Manipulation des barges sur le fleuve	3 512	285	0.50	0.43	1 925	20%	171 167	459	1.2	3.3	463	0
Année 2	Manipulation des barges sur le fleuve	3 512	285	0.50	0.43	1 925	20%	171 167	459	1.2	3.3	463	0
	Transport de la barge Tobias au terminal (**option 2 seulement**)	3 512	285	0.50	0.43	67	100%	29 639	79	0.21	0.57	80	0

[1] Valeurs par défault pour des remorqueurs d'après US EPA (2022) à l'annnexe G.

[2] Remorqueur requis pendant les 35 semaines des travaux pendant l'année (5 jours par semaine; 11 heures par jour)

Facteurs d'émission applicables (g/L) du RIN 1990:2021 (tableaux A6.1-14 et A13-6)

Carburant	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2b	SF_6
PRP	**1**	**28**	**265**	**1**	**23 500**
Véhicules hors route au diesel [1]	2 601	0.073	0.227	74	0.227
Véhicules hors route au propane [1]	1 515	0.64	0.087	0	0.087
Navire alimenté au diesel marin	2 681	0.252	0.072	0	0.072
Navire alimenté en mazout lourd	3 156	0.2856	0.082	0	0.082
Camions lourds (dispositifs avancés) [1]	2 601	0.110	0.151	74	0.151
Électricité produite au Québec	1.3	0	0	0	0.000017

[1] La source (fournisseur) du carburant est indéterminée donc le facteur d'émission de CO_2 est multiplié par un facteur 0,97 considérant le fait que les stocks de diesel au Canada contiennent en moyenne de 3% de biodiesel. En contrepartie, le facteur d'émission de CO_2 biogénique pour le biodiesel est multiplié par 0,03.

ÉMISSIONS DIRECTES DE GES

Équipements mobiles hors route

Taux de consommation spécifique (L/hp-h)	**Diesel**	0.196	BSFC (brake-specific fuel consumption) typique d'un moteur diesel selon MOVES3 de l'US EPA (0.367 lb/hp-h; densité de 850 g/L)
	Propane	0.418	

Description [1]			Nombre	Puissance nominale (hp)	Facteur de charge du moteur [2]	Temps en exploitation (h) [3]		Volume de diesel (L)	Émissions de GES (t.éq.CO_2)				
						Sur site	Utilisation (%)		CO_2	CH_4	N_2O	Total	CO_2b
Annuel	Manutention du sel	Pelle mécanique (CAT 320)	1	148	0.59	420	80%	5 758	15	0.012	0.35	15	0.43
		Chargeuse sur roues (CAT 980)	2	393	0.59	763	80%	55 543	144	0.11	3.3	148	4.1
	Manutention des produits d'acier	Tracteur avec remorque	2	400	0.59	1 080	25%	25 011	65	0.05	1.5	67	1.9
		Chargeuse sur roues (CAT 980)	3	393	0.59	2 909	80%	317 658	826	0.65	19	846	24

[1] Représente les modèles anticipés par QSL.

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

[3] Manutention du sel: déchargement de 7 vraquiers sur 5 jours (12 h par jour) + 4 h par jour ouvrable pendant 4 mois pour la chargeuse sur roue pour la manutention et le chargement.
Produits d'acier déchargement de 18 vraquiers sur 5 jours (12 h par jour) + 8 h par jour ouvrable le reste de l'année pour les chargeuses sur roue pour la manutention et le chargement

Moteur et chaudière des vraquiers

Taux de consommation des moteurs principaux (L/kWh)	0.193	Taux typique pour des moteurs de propulsion de type SSD (slow speed-drive) utilisant du HFO (US EPA, 2020) au tableau 3.6
Taux de consommation des moteurs auxilaires (L/kWh)	0.241	Taux typique pour des moteurs auxiliaires utilisant du MDO (US EPA, 2020) au tableau 3.6
Taux de consommation des chaudières (L/kWh)	0.333	Taux typique pour des chaudières utilisant du MDO (US EPA, 2020) au tableau 3.6

Description		Mode opératoire	Puissance appliquée (kW)			Temps en opération (h) [2]	Volume de carburants		Émissions de GES (t.éq.CO_2)				
			Principal [1]	Auxiliaire [2]	Chaudière [2]		Mazout lourd	Diesel marin	CO_2	CH_4	N_2O	Total	CO_2b
Annuel	Vraquiers du nouveau terminal	A quai	0	110	70	4 200	0	209 393	561	1.5	4.0	567	0
		En manœuvre	741	500	60	27	3 868	3 799	22	0.058	0.16	23	0

[1] Calculé selon l'équation 3.6 de l'US EPA (2022) en se basant sur la puissance installée typique des vraquiers selon l'annexe C et une vitesse de déplacement de 7 noeuds lorsqu'en manœuvre.

[2] Valeurs par défault pour les vraquiers de taille Handysize (10000 - 35000 DWT) selon le mode opératoire d'après OMI (2020) - Table 17

[2] 35 vraquiers à quai pendant 5 jours consécutifs et qui sont en manœuvre sur 10 km chacun à 7 nœuds.

Remorqueurs

Taux de consommation des remorqueurs (L/kWh)	0.237	BSFC typique des moteurs sur des navires de services selon l'US EPA (Port Emissions Guidelines)

Description		Puissance nominale (kW) [1]		Facteur de charge du moteur [1]		Temps en exploitation (h) [2]		Volume de diesel marin (L)	Émissions de GES (t.éq.CO_2)				
		Principal	Auxiliaire	Principal	Auxiliaire	Sur site	Utilisation (%)		CO_2	CH_4	N_2O	Total	CO_2b
Annuel	Accostage des vraquiers au quai	3 512	285	0.50	0.43	105	100%	46 682	125	0.33	0.9	126	0

[1] Valeurs par défault pour des remorqueurs d'après US EPA (2022) à l'annnexe G.

[2] Remorqueur requis de l'ordre de 2 heures par vraquier (35 au total) (1 h pour l'arrivée et 1 h pour le départ). Selon le cas, un ou deux remorqueurs sont requis. Une valeur de 1.5 est sélectionnée.

ÉMISSIONS INDIRECTES PROVENANT DE L'ACQUISITION D'ÉNERGIE

Consommation d'électricité du projet

Description		Puissance maximum lorsqu'en opération (kW)	Temps en opération (h) [1]	Émissions de GES (t.éq.CO_2)				
				CO_2	CH_4	N_2O	SF6	Total
Annuel	Convoyeurs	468	2 040	1.2	0	0	0.38	1.6

[1] Suppose que la moitié des 35 vraquiers annuels seront déchargés en passant par le convoyeur.

ÉMISSIONS ÉVITÉES AU PAYS

Navires au terminal du secteur Saint-Joseph

Description		Mode opératoire	Puissance appliquée (kW) [1]			Temps évités (h) [3]	Volume de carburants		Émissions de GES (t.éq.CO_2)				
			Principal [1]	Auxiliaire [2]	Chaudière [2]		Mazout lourd	Diesel marin	CO_2	CH_4	N_2O	Total	CO_2b
Annuel	Vraquiers au terminal Saint-Joseph retirés	A quai	0	110	70	1 150	0	57 334	154	0.40	1.1	155	0
		En attente	0	180	70	1 400	0	93 427	250	0.66	1.8	253	0
		En manœuvre	741	500	60	7.7	1 105	1 085	6.4	0.016	0.045	6.5	0
	Navires-cargos au terminal Saint-Joseph	En attente	0	370	150	3 680	0	512 297	1373	3.6	9.8	1387	0

[1] Calculé selon l'équation 3.6 de l'US EPA (2022) en se basant sur la puissance installée typique des vraquiers selon l'annexe C et une vitesse de déplacement de 7 noeuds lorsqu'en manœuvre.

[2] Valeurs par défault selon le navire et le mode opératoire d'après OMI (2020) - Table 17

[3] Selon les projections de QSL.

Équipements mobiles hors route au terminal Saint-Joseph

Taux global de réduction d'utilisation des équipements 2.7% Prorata du tonnage manutentionné présentement (550 kt) vs le tonnage projeté après la mise en oeuvre du projet (535 kt)

Carburant		Équipement	Nombre	Puissance nominale (hp)	Facteur de charge du moteur [1]	Temps évité par engin (h) [2]		Carburant évité (L)	Émissions de GES (t.éq.CO_2)				
						Sur site	Utilisation (%)		CO_2	CH_4	N_2O	Total	CO_2b
Annuel	Propane	Chariots Hyster H100/H110	4	88	0.30	13	100%	585	0.89	0.010	0.013	0.91	0
		Chariots Hyster H50/H60	3	48	0.30	5	100%	89	0.13	0.0016	0.0020	0.14	0
	Carburant diesel	Chariots Hyster H90FT	2	74	0.59	23	100%	400	1.0	0.0008	0.024	1.1	0.030
		Chariots Toyota 8FD80U	6	75	0.59	28	100%	1 441	3.7	0.0029	0.087	3.8	0.11
		Chariot Vallee 4DA35	1	190	0.59	9	100%	188	0.49	0.0004	0.011	0.50	0.014
		Chariot Vallee 4DA50	1	225	0.59	15	100%	390	1.0	0.0008	0.023	1.0	0.029
		Chariot Taylor TX4-360	1	225	0.59	21	100%	536	1.4	0.0011	0.032	1.4	0.040
		Chariot Taylor T-650L	1	250	0.59	24	100%	681	1.8	0.0014	0.041	1.8	0.050
		Chariots Konecrane SMV25/28/32	3	250	0.59	38	100%	3 331	8.7	0.0068	0.20	8.9	0.25
		Chargeur sur roues Liebherr L566	1	272	0.59	18	100%	569	1.5	0.0012	0.034	1.5	0.042
		Chargeur sur roues Liebherr L580	1	288	0.59	35	100%	1 166	3.0	0.0024	0.070	3.1	0.086
		Chargeurs sur roues CAT 966H	2	286	0.59	29	100%	1 953	5.1	0.0040	0.12	5.2	0.14
		Chargeur Komatsu WA480-6	1	300	0.59	35	100%	1 230	3.2	0.0025	0.074	3.3	0.091
		Chargeurs sur roues Volvo L180	3	330	0.59	15	100%	1 749	4.5	0.0036	0.11	4.7	0.13
		Chargeuse compacte CAT 236B	1	75	0.21	17	100%	52	0.14	0.0001	0.003	0.14	0.0039

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

[2] Représente les temps d'opération actuelles au terminal x un taux global de réduction de l'utilisation des équipements.

Transport maritime évité pour les produits d'acier

Description		Port	Puissance appliquée (kW) des navires en transit			Temps évités (h)			Volume de carburants		Émissions de GES (t.éq.CO_2)				
			Principal [1]	Auxiliaire [2]	Chaudière [2]	# navires	km évité par navire	Temps évité (h)	Mazout lourd	Diesel marin	CO_2	CH_4	N_2O	Total	CO_2b
Annuel	Vraquiers déviés vers les terminaux de QSL à Sorel-Tracy	Port de Valleyfield	3 332	190	0	6	125	35	22 575	1 608	76	0.19	0.52	76	0
		Port de Montréal	3 332	190	0	1	79	3.7	2 378	169	8.0	0.020	0.055	8.0	0
		Port de Trois-Rivières	3 332	190	0	6	-65	-18	-11 739	-836	-39	-0.100	-0.27	-40	0
		Port de Bécancour	3 332	190	0	3	-80	-11	-7 224	-514	-24	-0.061	-0.17	-24	0
		Port de Québec	3 332	190	0	2	-190	-18	-11 438	-815	-38	-0.097	-0.26	-39	0

[1] Calculé selon l'équation 3.6 de l'US EPA (2022) en se basant sur la puissance installée typique des vraquiers selon l'annexe C et la vitesse de déplacement typique des vraquiers en transit selon le tableau 3-12 (soit 11.55 noeuds ou 76% de la vitesse maximale de déplacement).

[2] Valeurs par défault selon le navire et le mode opératoire d'après OMI (2020) - Table 17

Camionnage évité pour les produits d'acier

Description		Port actuel	Tonnage	Distance évitée par voyage (km)	Volume de diesel évité		Émissions de GES (t.éq.CO_2)				
					L/t-km	L total	CO_2	CH_4	N_2O	Total	CO_2b
Annuel	Vraquiers déviés vers les terminaux de QSL à Sorel-Tracy	Port de Valleyfield	75 000	25	0.019	36 210	94	0.11	1.4	96	2.7
		Port de Montréal	8 500	-50	0.019	-8 208	-21	-0.025	-0.33	-22	-0.61
		Port de Trois-Rivières	72 857	90	0.019	126 631	329	0.39	5.1	335	9.4
		Port de Bécancour	43 500	100	0.019	84 007	218	0.26	3.4	222	6.2
		Port de Québec	22 667	175	0.019	76 604	199	0.24	3.1	203	5.7

Bilan des émissions de GES (en t.éq.CO_2) pour la phase de construction du projet

Année	Source	CO_2	CH_4	N_2O	SF_6	Total	CO_2b
1	Équipements mobiles hors route (options 1 et 2)	276	0.22	6.4	0	283	7.9
	Transport routier (options 1 et 2)	6.7	0.0079	0.10	0	6.8	0.19
	Remorqueur (options 1 et 2)	459	1.2	3.3	0	463	0
	SOUS-TOTAL (option 1)	**742**	**1.4**	**10**	**0**	**753**	**8.1**
	SOUS-TOTAL (option 2)	**742**	**1.4**	**10**	**0**	**753**	**8.1**
2	Équipements mobiles hors route (options 1 et 2)	460	0.36	11	0	471	13
	Équipements mobiles hors route (option 1 seulement)	3.9	0.0031	0.090	0	4.0	0.11
	Transport routier (options 1 et 2)	87	0.10	1.3	0	88	2.5
	Transport routier (option 1 seulement)	24	0.028	0.37	0	24	0.69
	Remorqueur (options 1 et 2)	459	1.2	3.3	0	463	0
	Remorqueur (option 2 seulement)	79	0.21	0.57	0	80	0
	SOUS-TOTAL (option 1)	**1 033**	**1.7**	**16**	**0**	**1 051**	**16**
	SOUS-TOTAL (option 2)	**1 085**	**1.9**	**16**	**0**	**1 103**	**16**
1 + 2	**TOTAL (option 1)**	**1 775**	**3.1**	**25**	**0**	**1 804**	**24**
	TOTAL (option 2)	**1 827**	**3.3**	**26**	**0**	**1 856**	**24**

Bilan des émissions annuelles de GES (en t.éq.CO_2/a) pour la phase d'exploitation du projet

Type	Source	CO_2	CH_4	N_2O	SF_6	Total	CO_2b
Émissions directes	Équipements mobiles hors route	1 051	0.83	24	0	1 076	30
	Moteurs et chaudières des vraquiers	584	1.5	4.2	0	589	0
	Remorqueurs	125	0.33	0.89	0	126	0
	SOUS-TOTAL	**1 759**	**2.7**	**29**	**0**	**1 792**	**30**
Émissions provenant de l'acquisition d'énergie	Convoyeurs électriques	1.2	0	0	0.38	1.6	0
	SOUS-TOTAL	**1.2**	**0**	**0**	**0.38**	**1.6**	**0**
Émissions évitées au pays	Moteurs et chaudières des navires du terminal St-Joseph	1 784	4.7	13	0	1 801	0
	Équipements mobiles du terminal St-Joseph	37	0.040	0.84	0	37	1.0
	Transport maritime évité pour les produits d'acier	-18	-0.046	-0.13	0	-18	0
	Camionnage évité pour les produits d'acier	820	0.97	13	0	833	23
	SOUS-TOTAL	**2 622**	**5.7**	**26**	**0**	**2 654**	**24**
TOTAL		**-862**	**-3.0**	**3.3**	**0.38**	**-861**	**5.6**

Calculs du niveau d'incertitude par source d'émission - PHASE DE CONSTRUCTION

Catégorie de sources	Variable	Unité	Niveau d'incertitude relative			Justificatif
			Inférieure	Supérieure	Appliqué	
Équipements mobiles hors route	Nombre d'heures-équipement au chantier	h	-40%	10%	25%	Le nombre d'équipements est spécifié par le client avec un estimé de la période de temps requise pour chacun d'entre eux (qu'on suppose valide), mais aucun détails sur le niveau d'utilisation requise sur une base journalière. Par prudence, des taux d'utilisation plutot élevés ont été utilisés mais ca pourrait être moins.
	Puissance effective des moteurs (puissance nominale x facteur de charge moyen des moteurs)	kW	-35%	35%	35%	Les modèles d'équipements sont indéterminés ajoutant une incertitude de +/- 20% par rapport aux choix faits (ex. plage possible entre 200 et 300 hp, si 250 hp est choisi) + incertitude supplémentaire sur le facteur de charge moyen (+/- 25% ou plage possible de 38% à 62% si une charge moteur de 50% est appliqué).
	Taux de consommation spécifique par le moteur	L/kWh	-15%	15%	15%	Valeur par défaut du modèle MOVES de l'US EPA représentative des moteurs diesel mais qui pourrait fluctuer quelque peu selon la technologie des moteurs en présence.
	Facteurs d'émission appliqués	t/L	-5%	5%	5%	Provenant d'une source reconnue (ECCC RIN)
	TOTAL				46%	Calculé selon la procédure d'évaluation de Niveau 1 du GIEC (2006)
Transport routier	Taux de consommation spécifique	L/t-km	-20%	20%	20%	Consommation reprise d'une étude pour des camions sur autoroute avec petite portion urbaine. Celle-ci pourra fluctuer selon le camion mais lorsque pris pour l'ensemble des camions, ce taux de consommation est considéré représentative à l'interieur de +/-20% (ex. plage de 0,32 à 0,48 L/km pour un taux sélectionné à 0,4 L/km environ pour les camions transportant 21 tonnes).
	Tonnage à transporter	t	-10%	10%	10%	Selon l'estimation préliminaire faite par QSL concernant les sédiments et le béton. Supposé valide.
	Distance à parcourir	km	-50%	20%	35%	Origine du béton et destination des sédiments non spécifiés mais vraisemblablement dans la région du terminal (hypothèses utilisées). Des distances jugées prudentes par rapport aux options disponibles pour QSL à Sorel-Tracy ont été sélectionnées.
	Facteurs d'émission appliqués	t/L	-5%	5%	5%	Provenant d'une source reconnue (ECCC RIN)
	TOTAL				42%	Calculé selon la procédure d'évaluation de Niveau 1 du GIEC (2006)
Remorqueur	Taux de consommation horaire	L/h	-50%	25%	38%	Le taux de consommation a été calculé en fonction de caractéristiques typiques pour les remorqueurs portuaires selon le guide de l'US EPA pour la quantification des émissions de GES des installations portuaires. Ce taux est représentatif d'un remorqueur typique réalisant des activités de remorquage au port (navires) alors que pour la phase de construction, on pourrait s'attendre à un niveau d'effort moindre (barges). L'incertitude prend en compte ce fait.
	Temps en exploitation	h	-80%	0%	40%	Le remorqueur sera requis pendant la majorité des travaux pour le déplacement des barges, mais le niveau d'utilisation est largement indéterminé à ce stade-ci et difficile à prévoir. La valeur sélectionnée est toutefois jugée conservatrice (avec 20% d'utilisation (déplacement) sur la totalité des travaux).
	Facteurs d'émission appliqués	t/L	-5%	5%	5%	Provenant d'une source reconnue (ECCC RIN)
	TOTAL				55%	Calculé selon la procédure d'évaluation de Niveau 1 du GIEC (2006)
INCERTITUDE TOTALE					34%	Calculé selon l'équation 3.2 des lignes directrices du GIEC 2006 (Volume 1, Chapitre 3)

Calculs du niveau d'incertitude par source d'émission - EXPLOITATION (émissions directes et provenant de l'acquisition d'énergie)

Catégorie de sources	Variable	Unité	Niveau d'incertitude relative			Justificatif
			Inférieure	Supérieure	Appliqué	
Équipements mobiles hors route	Nombre d'heures-équipement au chantier	h	-40%	10%	25%	Le nombre d'équipements est spécifié par le client avec un estimé de la période pouvant être utilisée sur le site (qu'on suppose valide). Le temps en exploitation sur une période journalière peut toutefois être variable selon les besoins. Les valeurs sélectionnées représentent des équipements en quasi-continuel activité hormis quelques heures de pauses par jour. En réalité, ca pourra être moins dans l'optique où il y aurait moins d'acier ou de sel transitant par le terminal selon l'année.
	Puissance effective des moteurs (puissance nominale x facteur de charge moyen des moteurs)	kW	-25%	25%	25%	Les modèles d'équipement sont connues, donc l'incertitude vient surtout du facteur de charge moyen (+/- 25% ou plage possible de 38% à 62% si une charge moteur de 50% est sélectionné)
	Taux de consommation spécifique par le moteur	L/kWh	-15%	15%	15%	Valeur par défaut du modèle MOVES de l'US EPA représentative des moteurs diesel mais qui pourrait fluctuer quelque peu selon la technologie des moteurs en présence.
	Facteurs d'émission appliqués	t/L	-5%	5%	5%	Provenant d'une source reconnue (ECCC RIN)
	TOTAL				39%	Calculé selon la procédure d'évaluation de Niveau 1 du GIEC (2006)
Moteur et chaudière des vraquiers	Puissance fournie par les moteurs / chaudières	kW	-50%	100%	75%	Des valeurs typiques par défaut du guide de l'OMI sur les émisisons de GES ont été sélectionnés pour les vraquiers de taille Handysize. Toutefois, ce paramètre peut varier grandement selon le navire et ses besoins électriques (qui peut aussi fluctuer pendant qu'il est à quai), plus que le taux de consommation spécifique ci-dessous. Un niveau d'incertitude élevé est donc appliqué.
	Temps d'opération des moteurs et chaudières	h	-10%	10%	10%	La période de temps des vraquiers de taille Handysize à quai est bien maitrisée par QSL et donc, le temps d'opération moyen utilisé dans le calculs représente une valeur certaine (dans la situation où 35 vraquiers accostent annuellement correspondant à la portée de l'évaluation).
	Taux de consommation spécifique des moteurs et chaudières	L/kWh	-15%	15%	15%	Valeurs provenant du guide de quantification pour les installations portuaires de l'US EPA s'appuyant ainsi sur des données solides sur ce sujet. Malgré qu'en réalité le taux de consommation peut fluctuer selon le moteur ou la chaudière, lorsque prise sur l'ensemble des 35 vraquiers, ces valeurs sont considérées représentatives.
	Facteurs d'émission appliqués	t/L	-5%	5%	5%	Provenant d'une source reconnue (ECCC RIN)
	TOTAL				77%	Calculé selon la procédure d'évaluation de Niveau 1 du GIEC (2006)
Remorqueur	Taux de consommation horaire	L/h	-25%	25%	25%	Le taux de consommation a été calculé en fonction de caractéristiques typiques pour les remorqueurs portuaires selon le guide de l'US EPA pour la quantitification des émissions de GES des installations portuaires. Malgré que ce soit un paramètre variable (en fonction de la taille et du niveau de travail du remorqueur), ceux-ci s'afféreront à tirer des vraquiers ce qui est représentatif des conditions de travail liées au document de l'US EPA. Ce taux de consommation est donc considéré plus représentatif ici comparativement à la phase de construction.
	Temps en exploitation	h	-30%	30%	30%	Le nombre de vraquiers (35) est spécifié. Toutefois, le nombre de remorqueurs requis par vraquier peut être variable (1 ou 2 selon le cas; 1.5 remorqueur a été sélectionné; +/- 20%) ainsi que le temps d'utilisation par manœuvre qui a été spécifiée comme étant 1 heure par manœuvre, mais qui pourrait un peu plus ou un peu moins (+/-25%).
	Facteurs d'émission appliqués		-5%	5%	5%	Provenant d'une source reconnue (ECCC RIN)
	TOTAL				39%	Calculé selon la procédure d'évaluation de Niveau 1 du GIEC (2006)
Production d'électricité consommée par le convoyeur électrique	Puissance consommée (kW)	kW	-50%	5%	28%	Basée sur la puissance maximale de conception. La consommation moyenne sera toutefois inférieure.
	Temps en utilisation	h	-50%	20%	35%	Calqué sur la période de déchargement des matériaux autres que les produits d'acier, mais pourra être variable annuellement selon le nombre de ces vraquiers à décharger. Les convoyeurs sont aussi réputés ne pas être en constante utilisation pendant les déchargements
	Facteurs d'émission appliqués	t/kWh	-5%	5%	5%	Provenant d'une source reconnue (ECCC RIN)
	TOTAL				48%	Calculé selon la procédure d'évaluation de Niveau 1 du GIEC (2006)
INCERTITUDE TOTALE					35%	Calculé selon l'équation 3.2 des lignes directrices du GIEC 2006 (Volume 1, Chapitre 3)

Calculs du niveau d'incertitude par source d'émission - EXPLOITATION (émissions évitées au pays)

Catégorie de sources	Variable	Unité	Niveau d'incertitude relative			Justificatif
			Inférieure	Supérieure	Appliqué	
Moteurs et chaudières des navires du terminal St-Joseph	Puissance fournie par les moteurs / chaudières	kW	-50%	100%	75%	Des valeurs typiques par défaut du guide de l'OMI sur les émisisons de GES ont été sélectionnés pour les vraquiers de taille Handysize. Toutefois, ce paramètre peut varier grandement selon les besoins électriques du navire (qui peut aussi fluctuer pendant qu'il est à quai), plus que le taux de consommation spécifique ci-dessous. Un niveau d'incertitude élevé est donc appliqué.
	Temps d'opération des moteurs et chaudières	h	-10%	10%	10%	Basé sur les projections de QSL comportant ainsi un niveau d'incertitude faible.
	Taux de consommation spécifique des moteurs et chaudières	L/kWh	-15%	15%	15%	Valeurs provenant du guide de quantification pour les installations portuaires de l'US EPA s'appuyant ainsi sur des données solides sur ce sujet. Malgré qu'en réalité le taux de consommation peut fluctuer selon le moteur ou la chaudière, lorsque prise sur l'ensemble des 35 vraquiers, ces valeurs sont considérées représentatives.
	Facteurs d'émission appliqués	t/L	-5%	5%	5%	Provenant d'une source reconnue (ECCC RIN)
	TOTAL				77%	
Équipements mobiles du terminal St-Joseph	Nombre d'heures-équipement évités au chantier	h	-75%	75%	75%	Estimé en se basant sur le niveau d'activité annuelle actuelle au terminal St-Joseph multiplié par un ratio représentant la réduction anticipée du tonnage manutentionné suivant la mise en œuvre du projet. Cette approche permet d'établir un ordre de grandeur mais peut comporter quand même de grandes incertitudes.
	Puissance effective des moteurs (puissance nominale x facteur de charge moyen des moteurs)	kW	-25%	25%	25%	Les équipements sont existants (capacité maximale connue), donc l'incertitude vient surtout du facteur de charge moyen (+/- 25% ou plage possible de 38% à 62% si une charge moteur de 50% est sélectionné)
	Taux de consommation spécifique par le moteur	L/kWh	-15%	15%	15%	Valeur par défaut du modèle MOVES de l'US EPA représentative des moteurs diesel mais qui pourrait fluctuer quelque peu selon la technologie des moteurs en présence.
	Facteurs d'émission appliqués		-5%	5%	5%	Provenant d'une source reconnue (ECCC RIN)
	TOTAL				81%	
INCERTITUDE TOTALE (émissions évitées au terminal St-Joseph seulement)					76%	Calculé selon l'équation 3.2 des lignes directrices du GIEC 2006 (Volume 1, Chapitre 3)
Transport maritime évité pour les produits d'acier	Puissance fournie par les moteurs / chaudières	kW	-50%	100%	75%	Des valeurs typiques par défaut du guide de l'OMI sur les émisisons de GES ont été sélectionnés pour les vraquiers de taille Handysize. Toutefois, ce paramètre peut varier grandement selon les besoins électriques du navire (qui peut aussi fluctuer pendant qu'il est à quai ou en manoeuvre), plus que le taux de consommation spécifique ci-dessous. Un niveau d'incertitude élevé est donc appliqué.
	Temps d'opération des moteurs et chaudières	h	-80%	20%	50%	Ce paramètre dépend principalement du nombre de vraquiers déviés des autres terminaux vers un terminal de QSL à Sorel-Tracy. Ce changement de la logistique au niveau régional est spéculatif à ce stade-ci (démonstration du concept seulement) et donc, l'incertitude y est très élevée surtout pour la limite inférieure. Autrement, pour la limite supérieure, on ne s'attend pas à plus de 21 vraquiers (+20%) avec produits d'acier au nouveau terminal (sur les 35 au maximum) ou +20% puisqu'un total de 18 vraquiers a été considéré pour cette source.
	Taux de consommation spécifique des moteurs et chaudières	L/kWh	-15%	15%	15%	Valeurs provenant du guide de quantification pour les installations portuaires de l'US EPA s'appuyant ainsi sur des données solides sur ce sujet. Malgré qu'en réalité le taux de consommation peut fluctuer selon le moteur ou la chaudière, lorsque prise sur l'ensemble des vraquiers, ces valeurs sont considérées représentatives.
	Facteurs d'émission appliqués		-5%	5%	5%	Provenant d'une source reconnue (ECCC RIN)
	TOTAL				92%	
Camionnage évité pour les produits d'acier	Taux de consommation spécifique	L/t-km	-20%	20%	20%	Consommation reprise d'une étude pour des camions sur autoroute avec petite portion urbaine. Celle-ci pourra fluctuer selon le camion mais lorsque pris pour l'ensemble des camions, ce taux de consommation est considéré représentative à l'interieur de +/-20% (ex. plage de 0,32 à 0,48 L/km pour un taux sélectionné à 0,4 L/km environ pour les camions transportant 21 tonnes).
	Tonnage à transporter	t	-80%	20%	50%	Ce paramètre est également lié au nombre de vraquiers déviés des autres terminaux vers un terminal de QSL à Sorel-Tracy. Les mêmes incertitudes que le temps d'opération des moteurs et chaudières de la source précédente sont appliquées.
	Distance à parcourir	km	-25%	50%	38%	Les destinations finales sont évidemment inconnues et donc, les distances ont été établies de facon spéculative en fonction d'un point central de la grande région de Montréal incluant la Montérégie et le Centre-du-Québec.
	Facteurs d'émission appliqués	t/L	-5%	5%	5%	Provenant d'une source reconnue (ECCC RIN)
	TOTAL				66%	
INCERTITUDE TOTALE (émissions évitées sur les produits d'acier seulement)					67%	Calculé selon l'équation 3.2 des lignes directrices du GIEC 2006 (Volume 1, Chapitre 3)
INCERTITUDE TOTALE (ensemble des émissions évitées)					56%	Calculé selon l'équation 3.2 des lignes directrices du GIEC 2006 (Volume 1, Chapitre 3)

AtkinsRéalis

AtkinsRéalis
455, boul. René-Lévesque Ouest
Montréal (Québec) Canada H2Y 1Z3
514.393.8000

© AtkinsRéalis

© AtkinsRéalis sauf indication contraire

AtkinsRéalis
455, René-Lévesque Ouest
Montréal, Québec, H2Z 1Z3