

Note technique

Destinataire :	Marie-Ève Lemieux, M. Sc., VEA	Date :	2021-03-25
Distribution :	Marie-Ève Lemieux, Hugues Paris, Éric Delisle, Simon Piché, Jenny Vieira, Jean-Luc Allard		
Auteur :	Éric Delisle, B. Sc. A., Simon Piché, ing., Ph. D.		
N° de projet :	678874	N° de document :	678874-EG-L04-00
Objet :	Projet Laurentia Évaluation de l'impact de certaines hypothèses prudentes		

Cette note technique a pour objectif de mettre en lumière l'impact de certaines hypothèses clés qui ont été utilisées lors de la réalisation de l'étude « Modélisation de la dispersion atmosphérique et inventaire annuel des émissions atmosphériques » (ci-après « étude de dispersion » datée d'août 2020 et présentée à l'AEIC dans le cadre de l'EIE) pour le projet Laurentia. Ceci concerne essentiellement :

- › les hypothèses prudentes concernant l'état de l'air ambiant actuel;
- › les hypothèses concernant les émissions et la dispersion de poussières lors de la phase de construction.

1. Évolution de l'état de l'air ambiant

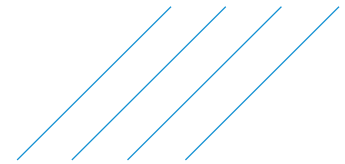
« L'étude des tendances des concentrations démontre une tendance significative à la baisse pour l'ozone troposphérique (en milieu rural et forestier), le dioxyde d'azote, les particules fines, les particules en suspension totales, le monoxyde de carbone et le dioxyde de soufre. Seules les concentrations d'ozone troposphérique en milieu urbain montrent une tendance significative à la hausse. » (<http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/bilan/qualite-air-quebec-2016.htm>). Ces mêmes observations sont également remarquées au niveau du pays et dans les autres villes urbaines^{1,2}.

La baisse des concentrations des principaux contaminants atmosphériques a été observée depuis quelques décennies et est principalement attribuable à l'amélioration des technologies (combustion dans les transports, améliorations des procédés industriels, etc.) ainsi qu'à la réduction du soufre dans les carburants. Comparativement aux concentrations initiales dérivées de la station Vieux-Limoilou pour la période de 2014-2016 utilisées dans l'étude de dispersion, une légère baisse est constatée pour la période de 2018-2020³, soit une baisse de 3 à 11 % pour les PM_T, PM₁₀ et arsenic.

¹ Environnement et Changement climatique Canada, Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement – Qualité de l'air, 2018.

² Fraser Institute, Canada's Air Quality since 1970, An Environmental Success Story, April 2017.

³ Données partielles disponibles pour 2020 (janvier à octobre).



Cette tendance à la baisse se poursuivra dans un contexte d'électrification des transports (véhicules hybrides et électriques), de règlements visant à réduire les émissions de machinerie lourde, de nouvelles politiques environnementales, mais également dans un contexte de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Les gouvernements fédéraux et celui du Québec ont annoncé un objectif de carboneutralité pour 2050. Le gouvernement du Québec a également annoncé l'abolition des véhicules à essence d'ici 2035, ce qui entraînera un transfert vers des véhicules hybrides et électriques.

D'ailleurs, le règlement québécois sur les véhicules à zéro émission (VZE) édicté en octobre 2016 exige une augmentation du pourcentage de VZE au fil des années. Le plus récent rapport du gouvernement du Québec date de janvier 2021 et confirme que les manufacturiers s'y conforment et que le nombre de VZE augmente à chaque année. L'électrification des transports a été récemment réitérée par le gouvernement dans son Plan pour une économie verte 2030 (PEV).

Le PEV dans sa phase 2021-2026 prévoit :

- › une offre accrue de transport collectif ;
- › des budgets pour l'électrification des autobus urbains et scolaires ;
- › le maintien des rabais à l'achat des véhicules légers et du soutien à l'achat de bornes privées et publiques;
- › des budgets à l'électrification des camions et des parcs de véhicules commerciaux.

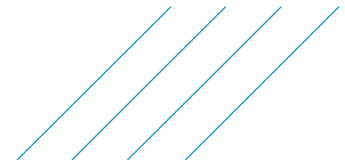
Le gouvernement du Québec prévoit également se doter d'une norme véhicules zéro émission (VZE) pour véhicules lourds comme en Californie. Le gouvernement du Québec donnera l'exemple avec sa flotte de camions lourds (incluant Hydro-Québec et la Société des alcools du Québec) en réalisant des projets pilotes d'acquisition des camions électriques⁴.

L'usage de biocarburants contribuera également à la réduction des émissions et pourrait atteindre une proportion de 15 % dans l'essence et de 10 % dans le carburant diesel à l'horizon 2030. L'accélération de l'électrification des transports réduira les niveaux de références actuels en qualité de l'air.

Le logiciel MOVES (US EPA's MOtor Vehicle Emission Simulator) utilisé, entre autres par le ministère des Transports du Québec, indique une légère baisse des émissions des véhicules routiers au cours des dernières années. Cette baisse est moindre que ne le laisserait supposer l'importante amélioration de l'efficacité des véhicules étant donné que la tendance du marché est une demande pour des véhicules plus lourds, gros et puissants et de l'augmentation des distances totales parcourues par année. Pour cette raison, une partie de l'efficacité énergétique des motorisations à essence n'est pas constatée dans la réduction des émissions de polluants.

De même, pour l'industrie, le système de plafonnement et d'échange de droits d'émissions de gaz à effet de serre (GES) réduit les allocations gratuites d'unités d'émissions, ce qui se traduira ainsi par une réduction des émissions atmosphériques dans l'air ambiant comme celle-ci devra regarder davantage à réduire leurs émissions. Le gouvernement du Québec a débloqué, dans le Plan pour une économie verte 2030 des fonds de 768 millions pour la période 2021-2026 afin d'assister les industries à réduire leurs émissions de GES. Un programme similaire existera pour les bâtiments et d'autres secteurs émetteurs de GES.

⁴ Gouvernement du Québec, Plan pour une économie verte 2030, Plan de mise en œuvre 2021-2026, 2020.



L'impact estimé de l'ensemble de ces mesures pour la période 2021-2026 est une réduction de plus de 12 millions de tonnes de GES⁵. La réduction des émissions de GES signifie une réduction de l'ensemble des polluants atmosphériques et donc une baisse des concentrations de polluants dans l'air ambiant. L'impact de la COVID-19 sur la qualité de l'air peut également donner un aperçu de la qualité de l'air future à Québec suite à l'électrification des transports prévue d'ici 2035. Une comparaison des concentrations dans l'air ambiant des principaux contaminants de la station de mesure située en bordure de l'autoroute Henri-IV, ainsi qu'à des stations dans différentes villes urbaines (Québec, Montréal, Laval, Brossard, Gatineau) démontre une amélioration de la qualité de l'air suite à la diminution du trafic routier lors de la période de confinement, comparativement aux semaines précédentes, entre autres notamment pour le NO₂ (diminution de 60 % à la station Henri IV de la concentration hebdomadaire)⁶. Les effets saisonniers n'ayant pas été considérés lors de cette analyse, selon les tendances historiques au printemps, la diminution attribuable au confinement serait moindre. Les concentrations de PM_{2.5} et de SO₂ ont moins fluctué puisque les principales sources de ces contaminants sont le chauffage au bois et les industries. Les révisions probables de normes d'émission pour les industries et foyers de bois viendront davantage réduire les concentrations de PM_{2.5} et de SO₂ dans l'air ambiant. Une analyse similaire effectuée à Montréal, mais avec une comparaison des concentrations moyennes de contaminants durant le confinement avec celles pour la même période pour des années antérieures, afin de tenir compte des effets saisonniers sur les concentrations de contaminants, a permis d'identifier une diminution pour le NO₂ (38 %) et les PM_{2.5} (25 %)⁷.

Les concentrations de PM_T quant à elles dans les milieux urbains sont principalement issues de travaux de construction et de la réémission des poussières se retrouvant sur les chaussées par le passage de véhicules. Ces concentrations pourront diminuer dans le futur également à l'aide de programmes de suivi et de surveillance de travaux qui sont de plus en plus exigés auprès de promoteurs de projets et aussi par des améliorations de programmes municipaux d'entretien de la voirie.

1.1. Le projet Laurentia – Un accroissement de l'activité sur une période de 10 ans

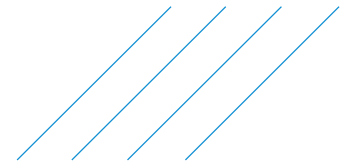
Pour son projet, l'APQ prévoit une mise en opération progressive du nouveau terminal sur 10 ans. D'ici l'opération du futur terminal à sa pleine capacité, prévu vers 2035-2036, on peut prévoir sans doute que la qualité de l'air sera encore améliorée comparativement à aujourd'hui. D'autre part, à l'année 1, l'opération du terminal sera à environ 25 % de la capacité totale de conteneurs. Ainsi, les durées à quai des navires, la longueur des convois de conteneurs, ainsi que le nombre de camions seront réduits comparativement au scénario à pleine capacité.

L'étude de dispersion ayant utilisé des concentrations pour l'état de référence dérivées de mesures de la station Vieux-Limoilou de 2014-2016 (ou de valeurs par défaut du RAA pour les contaminants autres que les principaux contaminants atmosphériques et de métaux) pour le scénario à sa pleine capacité (2035-2036), les concentrations totales (calculées par le modèle + la concentration initiale) présentées dans l'étude de dispersion sont vraisemblablement très prudentes et surestiment ainsi les concentrations futures. De plus, les concentrations initiales élevées utilisées dans l'étude de dispersion sont peu fréquentes et ne surviendraient pas nécessairement au même moment que les concentrations maximales simulées.

⁵ Gouvernement du Québec, Plan pour une économie verte 2030, Plan de mise en œuvre 2021-2026, 2020.

⁶ Gouvernement du Québec, Impact de la COVID-19 sur la qualité de l'air au Québec : résultats préliminaires (<https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/covid-19-environnement/impact-qualite-air-quebec-covid-19/>)

⁷ Ville de Montréal, Impact du confinement sur la qualité de l'air de l'agglomération de Montréal, Service de l'environnement, Flash info 2020.



Ainsi, avec les tendances observées sur l'amélioration de la qualité de l'air en milieu urbain jumelées à une modélisation en opération très conservatrice qui ne tient pas compte de ces mêmes améliorations sur l'opération du terminal font en sorte que les risques de dépassement vers 2035-2036 sont pratiquement nuls.

2. Émissions de poussières et modélisation en phase de construction

2.1 Impact du phénomène de déplétion du panache dans le calcul des concentrations de particules totales dans l'air ambiant

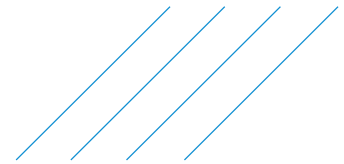
La phase de construction du projet Laurentia sera invariablement émettrice de poussières fugitives en raison principalement du roulement des camions de chantier sur des surfaces granulaires et des activités de manutention du remblai à partir du quai de déchargement des wagons jusqu'à son déchargement et sa manipulation au site du nouveau terminal. Dans l'étude de dispersion, la déplétion du panache de poussières par des phénomènes de déposition sèche (par gravité par exemple) ou humide (captation des particules par les précipitations) n'avait pas été considérée dans la modélisation, produisant des résultats de « pire cas » dont le degré de surestimation augmente rapidement avec la distance de la source d'émission de poussière. Autrement dit, plus un récepteur est éloigné du chantier, plus les concentrations de particules totales (PM_T) calculées pour le scénario de l'EIE sans déplétion sont élevées par rapport aux concentrations calculées pour le nouveau scénario avec déplétion présenté dans les prochains paragraphes.

La déplétion d'un panache de matières particulaires est un phénomène physique important et non négligeable dans la dispersion des particules en suspension plus grossières typiques des émissions fugitives des chantiers de construction. Afin d'obtenir des estimations plus réalistes des concentrations de PM_T dans l'air ambiant durant la phase de construction, des simulations supplémentaires considérant la déplétion du panache ont été réalisées. L'impact de l'inclusion de la déplétion des panaches de poussières par la déposition dans les simulations de la dispersion atmosphérique est discuté dans les sections suivantes en comparant les résultats des concentrations calculées de PM_T pour les quatre (4) simulations suivantes. *

- › **Scénario (A) :** Simulation **sans déplétion du panache** du scénario d'émissions de PM_T **sans mesures d'atténuation** spécifiques (identifié en tant que Cas A dans l'étude de dispersion). Ce scénario représente le pire cas par rapport aux quantités de PM_T émises et aux phénomènes de dispersion existants;
- › **Scénario (B) :** Simulation **sans déplétion du panache** du scénario d'émission de PM_T **avec les mesures d'atténuation** décrites ci-dessous (identifié en tant que Cas B dans l'étude de dispersion);
- › **Scénario (C) :** Simulation **avec déplétion du panache** par déposition sèche et humide du scénario d'émission de PM_T **sans mesure d'atténuation**; **
- › **Scénario (D) :** Simulation **avec déplétion du panache** par déposition sèche et humide du scénario d'émission de PM_T avec **les mesures d'atténuation**. Ce scénario représente un cas plus réaliste par rapport aux quantités de PM_T émises et aux phénomènes de dispersion existants. **

* Cette analyse concerne seulement les PM_T et non les PM_{10} et $PM_{2.5}$ étant donné que les phénomènes de déposition pour les particules fines sont beaucoup moins importants.

** Pour la modélisation avec déplétion du panache, le seul changement par rapport à la modélisation sans déplétion du panache implique l'activation des options DRYDPLT et WETDPLT dans le modèle AERMOD.



Mesures d'atténuation des émissions de poussières

- › L'arrosage, l'épandage d'abat-poussière conforme aux normes du BNQ et le pavage partiel des surfaces de roulement des camions s'occupant du transport interchantier du remblai et des sédiments non contaminés décantés. Ces surfaces de roulement ont été modélisées comme des surfaces non pavées. L'efficacité d'atténuation considérée est de 80 % (plus de détails sont disponibles sur ce sujet à la section 2.2).
- › L'arrosage suffisant du remblai dans les wagons (celui-ci arrivant par voie ferrée) permettant d'atténuer les soulèvements de poussières lors des étapes de chargement du remblai, déchargement du remblai et sa manutention sur le chantier par les boteurs. L'efficacité d'atténuation considérée est de 70 %. L'APQ demandera aussi au fournisseur de produire un remblai ne contenant aucune granule de moins de 10 mm afin d'éviter la mise en suspension de matières particulaires dans l'eau lors du remblayage de l'arrière-quai. Ainsi, avec un remblai tamisé, le risque d'émission de matières particulaires demeurant en suspension (< 30 µm) dans l'air lors de la manutention du remblai sera amenuisé comparativement au scénario d'émission avec mesures d'atténuation (identifié comme Cas B dans l'étude de dispersion) qui ne considérerait pas cet état de fait.

La contribution maximale du projet de construction sur les concentrations journalières de PM_{10} dans le domaine de modélisation pour chacun des quatre (4) scénarios est présentée au [tableau 1](#). Comme présenté dans l'étude de dispersion, des dépassements importants de la norme du RAA pour les PM_{10} ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sont calculés sur une zone qui englobe Limoilou ainsi qu'une partie des secteurs de Beauport, Lévis et Québec dans le cas où aucune mesure d'atténuation des émissions de PM_{10} et aucune déplétion du panache n'est considérée (**Scénario A**, [figure 1](#)). Dans ces conditions, à la limite de démarcation entre le port et la zone récréotouristique de la Baie de Beauport où le maximum est observé, la concentration de PM_{10} pourrait atteindre 807 % de la norme. Ceci inclut la contribution de la concentration initiale ($104 \mu\text{g}/\text{m}^3$) qui correspond à 87 % de la norme.

En tenant compte des mesures d'atténuation, toujours sans déplétion du panache (**scénario B**), la zone de dépassement potentiel de la norme est considérablement réduite par rapport au cas sans atténuation, s'étendant toujours sur une partie de Limoilou, mais sans dépasser $152 \mu\text{g}/\text{m}^3$ incluant la concentration initiale de $104 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans ce secteur ([figure 1](#)). La contribution maximale du projet à la limite de démarcation entre le port et la zone récréotouristique de la Baie de Beauport diminue également de près de 79 % ($(864 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 184 \mu\text{g}/\text{m}^3) / 864 \mu\text{g}/\text{m}^3$) avec les mesures d'atténuation.

En tenant compte de la déplétion du panache de poussières ainsi que des mesures d'atténuation (**scénario D**), la contribution maximale du projet, à un récepteur situé dans la zone récréotouristique de la Baie de Beauport, passe à $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (sans tenir compte de la concentration initiale), soit une réduction de 46 % par rapport au cas précédent sans déplétion de panache (**scénario B**). Un dépassement de norme (maximum de $204 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est toujours calculé bien que la zone de dépassement se soit réduite considérablement, se limitant à une partie du fleuve, à la zone récréotouristique de la Baie de Beauport et la partie extrême sud du Domaine de Maizerets. Autrement, pour ce scénario plus réaliste par rapport aux phénomènes existants, aucun dépassement n'a été calculé pour le milieu habité de Limoilou et ailleurs.

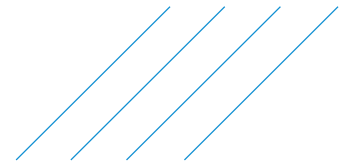


Tableau 1 Concentrations journalières de PM_T maximales calculées dans l'air ambiant pour le domaine de modélisation applicable lors de la phase de construction

Scénario	Contribution maximale du projet (A) ⁽¹⁾		Concentration totale (C = A + B) ⁽²⁾	
	µg/m ³	% norme (N) ⁽³⁾	µg/m ³	% norme (N) ⁽³⁾
Scénario A Sans mesure d'atténuation Sans déplétion du panache	864	720 %	968	807 %
Scénario B Avec mesures d'atténuation Sans déplétion du panache	184	153 %	288	240 %
Scénario C Sans mesure d'atténuation Avec déplétion du panache	457	381 %	561	468 %
Scénario D Avec mesures d'atténuation Avec déplétion du panache	100	83 %	204	170 %

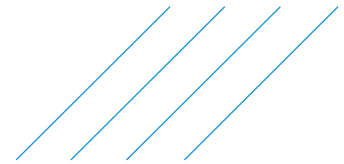
(1) Concentrations maximales calculées à l'extérieur de la zone industrielle, à l'extérieur de la zone tampon de 300 m au-delà du terminal maritime sur le fleuve et à l'intérieur de la zone récréative de la Baie de Beauport sur la période de modélisation (2008 – 2012). La localisation du point d'impact maximum est identifiée à la [figure 1](#) selon le scénario.

(2) Contribution maximale du projet (A) + concentration initiale (B) de 104 µg/m³, comme établi dans le rapport de dispersion.

(3) Norme du RAA : 120 µg/m³.

Le [tableau 2](#) présente les concentrations journalières maximales de PM_T calculées pour quelques récepteurs d'intérêts, soit la plage de la Baie de Beauport adjacente au chantier de construction (PBB), l'école Dominique-Savio qui représente un endroit habité le plus rapproché par rapport au chantier de construction (EDS), l'hôpital Enfant-Jésus considéré comme un site critique en lien à la qualité de l'air (HEJ), et l'école Saint-Albert-Le-Grand située à un endroit plus éloigné et central de Limoilou (EALG). On peut y constater :

- › Des dépassements de la norme à ces récepteurs (et autres situés dans le même quartier) dans le cas où aucune mesure d'atténuation des émissions de poussière n'est considérée, même en modélisant avec la déplétion de panache (**scénarios A et C**).
- › La persistance des dépassements de la norme dans la zone récréotouristique de la Baie de Beauport, la situation la plus réaliste, bien que la contribution maximale du projet calculée avec la déplétion du panache (**scénario D**) ne représente que 33 % de la norme (à un point au niveau de la plage).
- › Aucun dépassement de la norme pour les milieux habités de Limoilou (voir [figure 1](#)) pour le scénario d'émissions avec mesures d'atténuation et simulation avec déplétion du panache (**scénario D**). En fait, pour les trois récepteurs, autre que la plage de la Baie de Beauport, présentés au [tableau 2](#), la contribution maximale du projet représente de 4 à 8 % de la norme, à laquelle il faut ajouter 87 % pour tenir compte de l'état de référence (concentration initiale).
- › Un impact significatif du phénomène de déplétion du panache sur les résultats avec une réduction de l'ordre de 60 % de la contribution maximale potentielle du projet pour la plage de la Baie de Beauport, l'école Dominique-Savio; et de 80 % pour l'école St-Albert-Le-Grand, et ce, autant pour les scénarios d'émission avec et sans mesures d'atténuation. Pour le récepteur où la concentration



maximale est simulée (à la limite entre le port et la zone récréotouristique de la Baie de Beauport), la réduction n'est que de l'ordre de 45 %, comparativement à 60 % et plus aux autres récepteurs analysés, démontrant ainsi l'importance de l'effet de la déplétion du panache, soit un phénomène naturel, plus le récepteur est éloigné des sources d'émissions.

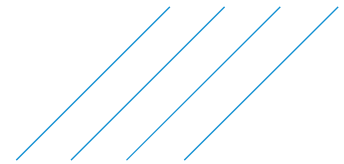
Tableau 2 Concentrations journalières de PM_T maximales calculées dans l'air ambiant pour certains récepteurs d'intérêts

Contribution du projet seulement (A)								
Scénario	Plage de la Baie de Beauport		École Dominique-Savio		Hôpital Enfant-Jésus		École St-Albert-Le-Grand	
	0,35 km ⁽¹⁾		1,9 km ⁽¹⁾		2,9 km ⁽¹⁾		3,6 km ⁽¹⁾	
	µg/m ³	% N ⁽²⁾	µg/m ³	% N ⁽²⁾	µg/m ³	% N ⁽²⁾	µg/m ³	% N ⁽²⁾
Scénario A Sans mesure d'atténuation Sans déplétion du panache	458	382 %	101	84 %	88	73 %	82	68 %
Scénario B Avec mesures d'atténuation Sans déplétion du panache	96	80 %	23	19 %	19	16 %	20	16 %
Scénario C Sans mesure d'atténuation Avec déplétion du panache	181	151 %	41	34 %	28	23 %	17	14 %
Scénario D Avec mesures d'atténuation Avec déplétion du panache	39	33 %	10	8 %	7	6 %	4	4 %
Concentration totale (C = A + B) ⁽³⁾								
Scénario A Sans mesure d'atténuation Sans déplétion du panache	562	468 %	205	171 %	192	160 %	186	155 %
Scénario B Avec mesures d'atténuation Sans déplétion du panache	200	167 %	127	105 %	123	102 %	124	103 %
Scénario C Sans mesure d'atténuation Avec déplétion du panache	285	238 %	145	120 %	132	110 %	121	101 %
Scénario D Avec mesures d'atténuation Avec déplétion du panache	143	119 %	114	95 %	111	92 %	108	90 %

(1) Correspondant à la distance approximative à vol d'oiseau du récepteur par rapport à un point central du chantier de construction (pointe terrestre de la Baie de Beauport).

(2) Norme du RAA : 120 µg/m³.

(3) Contribution maximale du projet (A) + concentration initiale (B) de 104 µg/m³, comme établi dans le rapport de dispersion.



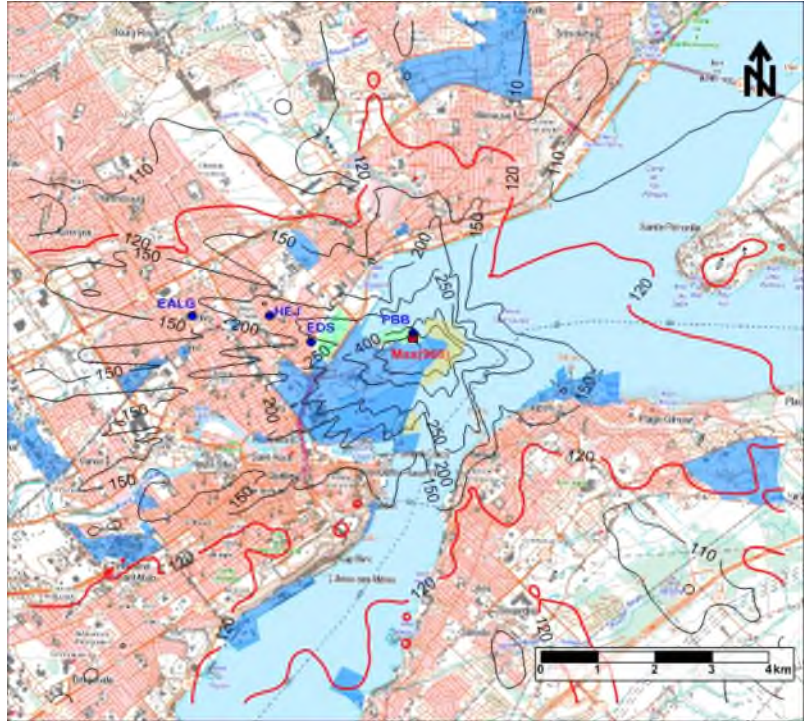
Scénario A

SANS mesure d'atténuation SANS déplétion du panache

Dépassement potentiel de la norme du RAA englobant une majorité de Limoilou et s'étendant sur une grande distance jusqu'à Beauport, Lévis et Québec

- Zonage industriel
- Zones récréatives à proximité
- Zone tampon d'exclusion de la norme
- Isoplèthe de concentration
- Isoplèthe du niveau de la norme

Équivalent à la carte 3.7 de l'étude de dispersion.



Scénario B

AVEC mesures d'atténuation SANS déplétion du panache

Dépassement potentiel de la norme du RAA s'étendant au-delà de la zone industrielle du Port sur une partie de la zone habitée de Limoilou et atteignant la partie sud de Beauport et nord du Vieux-Québec

Max : Point où la concentration maximale est calculée
 PBB : Plage de la Baie de Beauport
 EDS : École Dominique-Savio
 HEJ : Hôpital Enfant-Jésus
 EALG : École St-Albert-Le-Grand

Équivalent à la carte 3.8 de l'étude de dispersion.

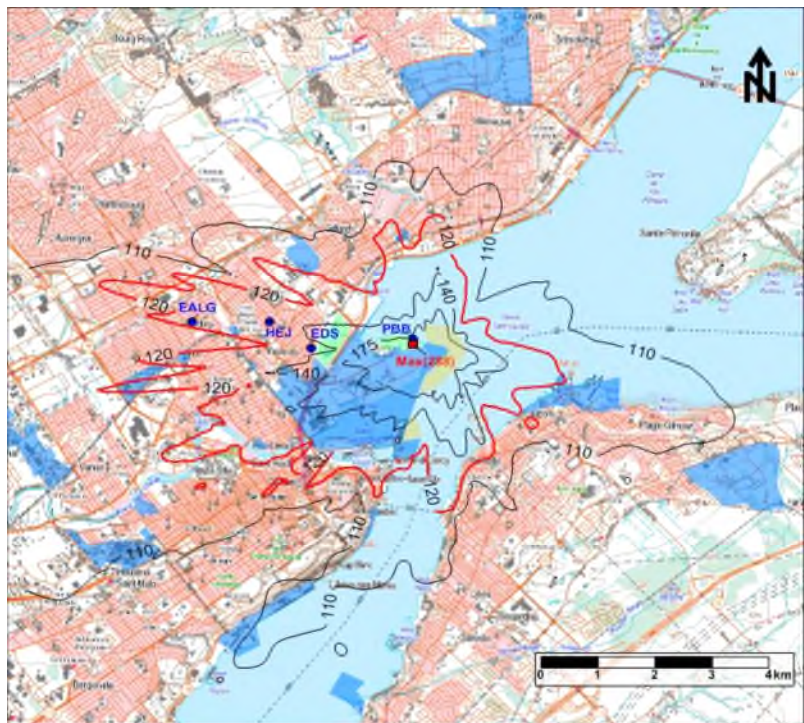


Figure 1 Concentrations maximales journalières de PM₁₀ calculées dans l'air ambiant (µg/m³), incluant la concentration initiale de 104 µg/m³

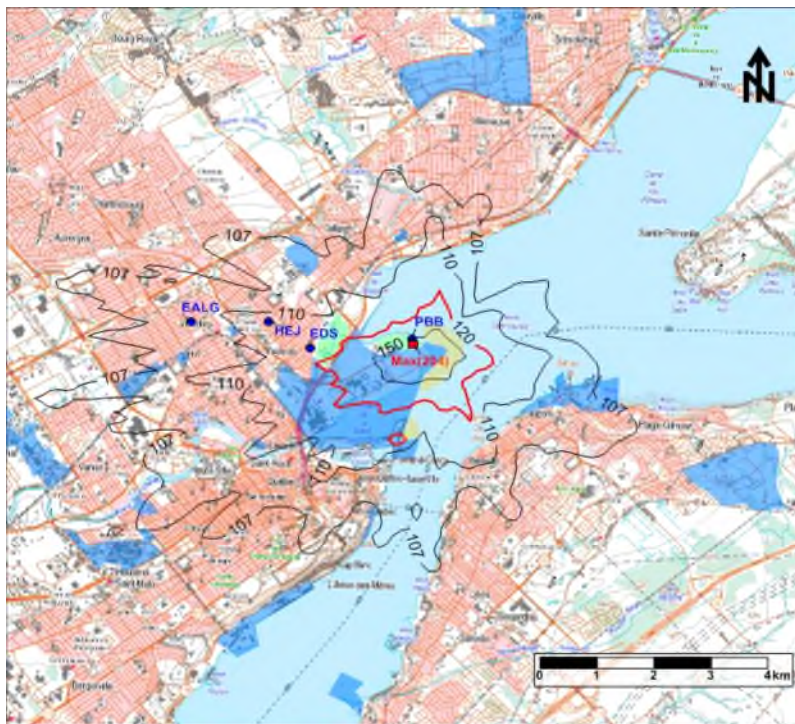


Scénario D

AVEC mesures d'atténuation AVEC déplétion du panache

Dépassement potentiel de la norme du RAA s'étendant sur une partie du fleuve, la zone récréotouristique de la Baie de Beauport et une petite partie du Domaine de Maizerets. Aucun dépassement n'est calculé sur les secteurs habités.

- Zonage industriel
- Zones récréatives à proximité
- Zone tampon d'exclusion de la norme
- Isoplèthe de concentration
- Isoplèthe du niveau de la norme



Comparaison des courbes du niveau de dépassement de la norme du RAA (120 µg/m³)

- Sans atténuation, sans déplétion
- Avec atténuation, sans déplétion
- Avec atténuation, avec déplétion

Max : Point où la concentration maximale est calculée
 PBB : Plage de la Baie de Beauport
 EDS : École Dominique-Savio
 HEJ : Hôpital Enfant-Jésus
 EALG : École St-Albert-Le-Grand

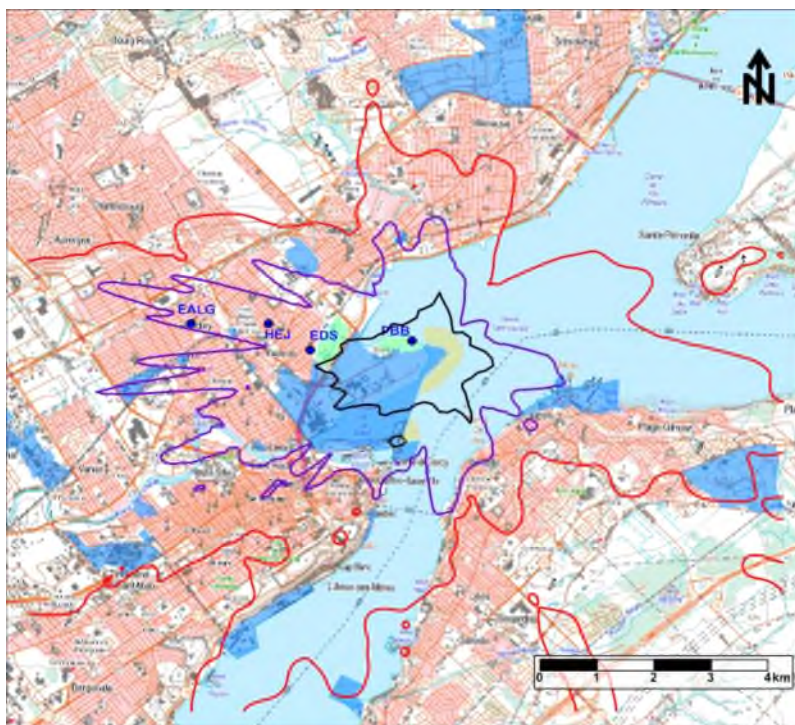
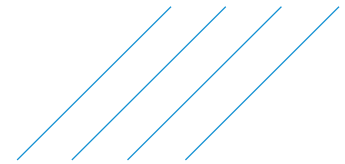


Figure 1 Concentrations maximales journalières de PM₁₀ calculées dans l'air ambiant (µg/m³), incluant la concentration initiale de 104 µg/m³ (suite)

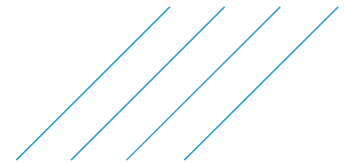


La figure 2 présente à titre comparatif le profil de dépassements potentiels de la norme du RAA pour le scénario d'émission avec mesures d'atténuation en excluant (**scénario B**) puis en incluant le phénomène de déplétion (**scénario D**) du panache dans les simulations. On constate une fréquence de dépassement de 1 ou 2 jours par année pour le cas sans déplétion du panache pour une grande majorité des points de calculs situés dans le secteur de Limoilou où un dépassement est calculé. Une fréquence de dépassement un peu plus élevée (3 à 5 jours par année) est notée particulièrement au niveau du fleuve, du Domaine de Maizerets (et le quartier avoisinant) et d'une partie du quartier Vieux-Limoilou.

Comme mentionné dans l'étude de dispersion, cette fréquence de dépassement (< 5 jours par année; ou < 1,3 % du temps) est faible sachant qu'il est peu probable que la concentration initiale survienne simultanément avec les concentrations maximales de PM_{10} provenant des activités de construction. De plus, la concentration initiale de PM_{10} ($104 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été dérivée à partir des mesures à la station Vieux-Limoilou de 2014 à 2016 (RSQAQ 03006) en utilisant la moyenne du 98^e centile annuel des concentrations quotidiennes moyennes sur ces 3 années. Selon cette approche, la concentration initiale doit être considérée comme une valeur prudente pouvant survenir dans la région de Limoilou, mais dont la probabilité reste faible étant donné qu'en 2014 à 2016, elle a été atteinte ou dépassée que sur 2 % des jours de l'année en moyenne.

Ainsi, les résultats obtenus pour le scénario d'émissions de PM_{10} développé dans l'étude de dispersion (avec mesures d'atténuation) en tenant compte du phénomène naturel de déplétion du panache démontrent que la zone de dépassement de la norme est réduite considérablement ainsi que la fréquence de dépassement, représentant une situation toujours prudente (avec la concentration initiale plutôt élevée), mais plus réaliste comparativement aux résultats sans déplétion présentés dans l'étude de dispersion.

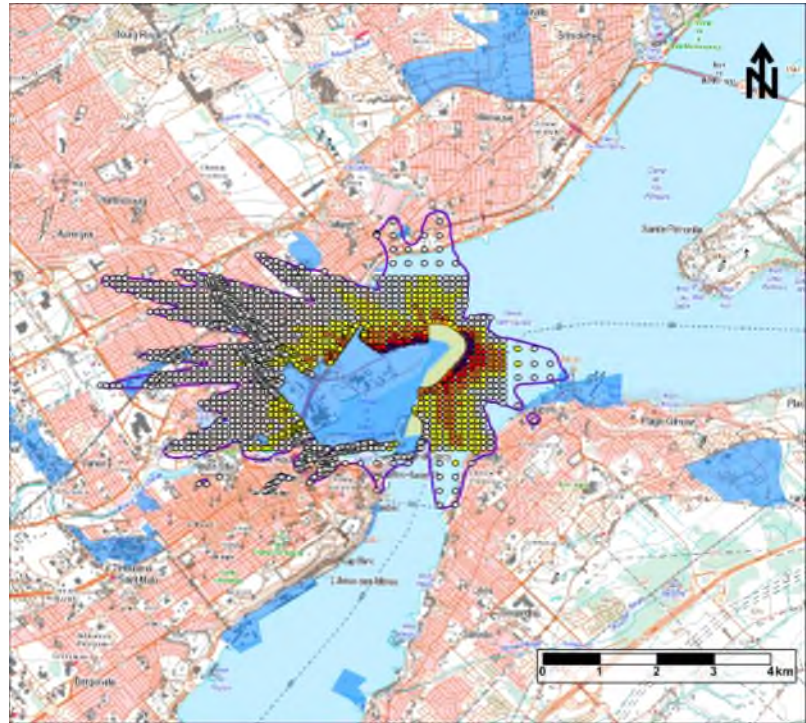
De plus, la réduction (atténuation naturelle) des émissions fugitives de poussières lors des journées de précipitations n'est pas considérée dans les simulations, ce phénomène ayant également un impact sur les taux d'émissions des sources fugitives de poussières. Ainsi, la fréquence des dépassements potentiels calculés par le modèle de dispersion est donc surestimée de l'ordre de 23 % (7 jours avec pluie quotidienne supérieure à 5 mm par mois en moyenne) à 45 % (13,5 jours avec pluie quotidienne supérieure à 0,2 mm par mois en moyenne).



Scénario B

**AVEC mesures d'atténuation
SANS déplétion du panache**

- Zonage industriel
- Zones récréatives à proximité
- Zone tampon d'exclusion de la norme



Scénario D

**AVEC mesures d'atténuation
AVEC déplétion du panache**

Dépassements potentiels calculés par année

- 1 à 2
- 3 à 5
- 6 à 10
- 11 à 20
- plus de 21



Figure 2 Nombre maximum de jours de dépassement de la norme journalière de PM_{10} par année lors de la phase de construction



2.2 Discussion sur les mesures d'atténuation des émissions fugitives de poussières

Les résultats de modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions de poussières (PM_T , PM_{10} , $PM_{2.5}$) lors de la phase de construction présentés dans l'étude de dispersion et à la sous-section précédente intègrent certaines mesures d'atténuation décrites ainsi dans l'étude de dispersion (p. 3.45) :

« [...] des mesures d'atténuation seront appliquées par l'APQ lors de la phase de construction dans le cadre de la gestion adaptative des émissions de poussières. Les mesures suivantes sont considérées :

L'arrosage et/ou l'épandage d'abat-poussière sur les surfaces de roulement des camions s'occupant du transport interchantier du remblai et des sédiments non contaminés décaantés (sources J1-P et J2-P). Un facteur d'atténuation de 80 % est considéré puisqu'en plus de l'arrosage, la surface de roulement sera partiellement et graduellement pavée au cours du déroulement des travaux alors que le scénario de modélisation de base (identifié comme Cas A dans l'étude de dispersion) considère une surface de roulement pleinement non pavée sans mesures d'atténuation.

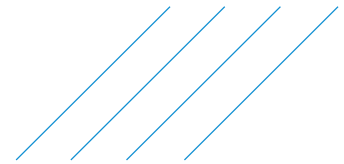
L'arrosage du remblai dans les wagons permettra de réduire les soulèvements de poussières lors des étapes de chargement (source I3-P), déchargement (sources L1-P et M1-P) et manutention sur le site par les bouteurs (sources L2-P et M2-P). L'APQ prévoit arroser le remblai afin d'atteindre une humidité d'au moins 5 %, alors que le scénario de modélisation de base considère une humidité du remblai à 2,1 %. Cette augmentation de l'humidité résulte à un facteur d'atténuation d'environ 70 % par rapport au cas de base (identifié comme Cas A dans l'étude de dispersion). » L'APQ demandera aussi au fournisseur de produire un remblai ne contenant aucune granule de moins de 10 mm afin d'éviter la mise en suspension de matières particulaires dans l'eau lors du remblayage de l'arrière-quai. Ainsi, avec un remblai tamisé, le risque d'émissions de particules en suspension dans l'air ($< 30 \mu m$) lors de la manutention du remblai sera amenuisé comparativement au scénario d'émission avec mesures d'atténuation (identifié comme Cas B dans l'étude de dispersion) qui ne considérait pas cet état de fait. »

Dans son avis final pour le projet Laurentia⁸, Environnement et Changement climatique Canada (p. 18) juge que le facteur d'atténuation de 80 % appliqué sur les émissions fugitives des surfaces de roulement des camions du chantier est trop élevé qui résulte selon eux à la sous-estimation des concentrations de matières particulaires (PM_T , PM_{10} et $PM_{2.5}$) et des taux de déposition de poussières. La présente section vise à réfuter cette allégation en établissant le raisonnement derrière le choix du facteur d'atténuation de 80 % et le fait qu'il demeure représentatif par rapport aux conditions attendues au chantier.

Les émissions fugitives de poussières sur surface non pavée au chantier ont été estimées selon la méthode proposée dans le compendium AP-42 de l'US EPA (2006)⁹ (voir tableau 3) pour les deux sources d'émission concernées (J1-P – transport des remblais sur le site et J2-P – transport des sédiments sur le site, représentés par les lignes en violet à la figure 3). Ainsi, une partie du tracé J1-P sera située sur la terre ferme existante (à partir du point de déchargement du remblai) se dirigeant vers l'arrière-quai en construction tout en contournant le bassin de décaantation des sédiments non contaminés (non représenté sur la figure 3). Le tracé J2-P, pour le transfert des sédiments décaantés vers l'arrière-quai, a été modélisé vers le même point de chute à un endroit plutôt central de l'arrière-quai lors de la deuxième année de construction.

⁸ Direction des activités de protection de l'environnement – Québec, Avis-final d'Environnement et Changement climatique Canada pour le projet Laurentia – Quai en eau profonde dans le port de Québec – Secteur Beauport, 3 novembre 2020.

⁹ US EPA, Compilation of Air Pollutant Emission Factors: AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources, Chapter 13: Miscellaneous Sources, Section 13.2.2: Unpaved Roads, 2006.



Les camions transporteront les remblais et sédiments vers l'arrière-quai en circulant sur une surface granulaire, du moins en partie, étant donné que la pose des enrobés bitumineux au terminal débiteront à l'année 2 pour se poursuivre à l'année 3. Il est toutefois impossible d'établir si des sections des tracés J1-P et J2-P seront pavées à l'année 2, n'ayant pas les détails concernant cette activité. Ceci explique le choix de la méthode de calculs des émissions fugitives de poussières associées à des routes (surfaces) non pavées pour l'intégralité des tracés J1-P et J2-P, ce qui s'avère encore une hypothèse prudente puisque le pavage sera probablement réalisé par section au fur et à mesure de la progression des travaux. Cependant, cette séquence fine de progression des travaux n'est pas encore connue.

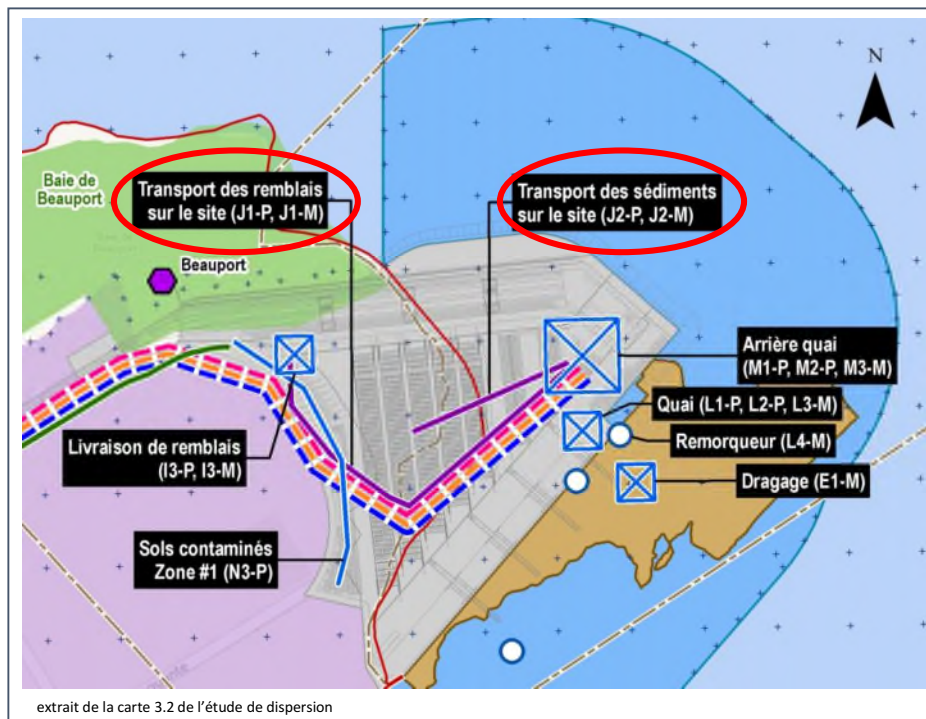


Figure 3 Tracés des routes non pavées modélisées (sources J1-P et J2-P)

Le choix du facteur d'atténuation (80 %) des émissions fugitives de PM_{T} , PM_{10} et $PM_{2.5}$ incontrôlées calculées selon l'équation de l'US EPA (2006) découle d'un ensemble de mesures et conditions prévues au chantier par l'APQ. Celles-ci comprennent en priorité l'arrosage journalier des surfaces granulaires par où les camions de chantier circuleront lors de ladite journée de construction.

Atténuation des émissions par arrosage d'eau

L'efficacité de contrôle des émissions de poussières par arrosage varie bien évidemment selon la fréquence et la quantité d'eau arrosée et les conditions météorologiques du moment (p. ex. non requise lors de journées pluvieuses à quelques fois par jour lors de journées chaudes et sèches). Selon le modèle de l'US EPA (2006), un arrosage permettant de doubler la teneur en eau de la surface ($M = 2$ à la figure 4) permettrait de réduire instantanément les émissions de poussières de 75 %. Un arrosage plus intensif améliorerait l'efficacité de contrôle (sans toutefois dépasser 95 % selon le même modèle).



D'autres documents de référence suggèrent un facteur d'atténuation de 50 % (pour un arrosage à 2 L/m²/h)¹⁰ et 55 % (pour un arrosage deux fois par jour)¹¹ duquel Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) se réfère dans son guide pour la déclaration des émissions de poussières de routes non pavées.¹² Un facteur d'atténuation plus élevé est également suggéré pour des arrosages plus intensifs (ECCC (2017) : 70 % pour une fréquence d'arrosage supérieure à deux fois par jour; NPI australien (2012) : 75 % pour un arrosage de plus de 2 L/m²/h).

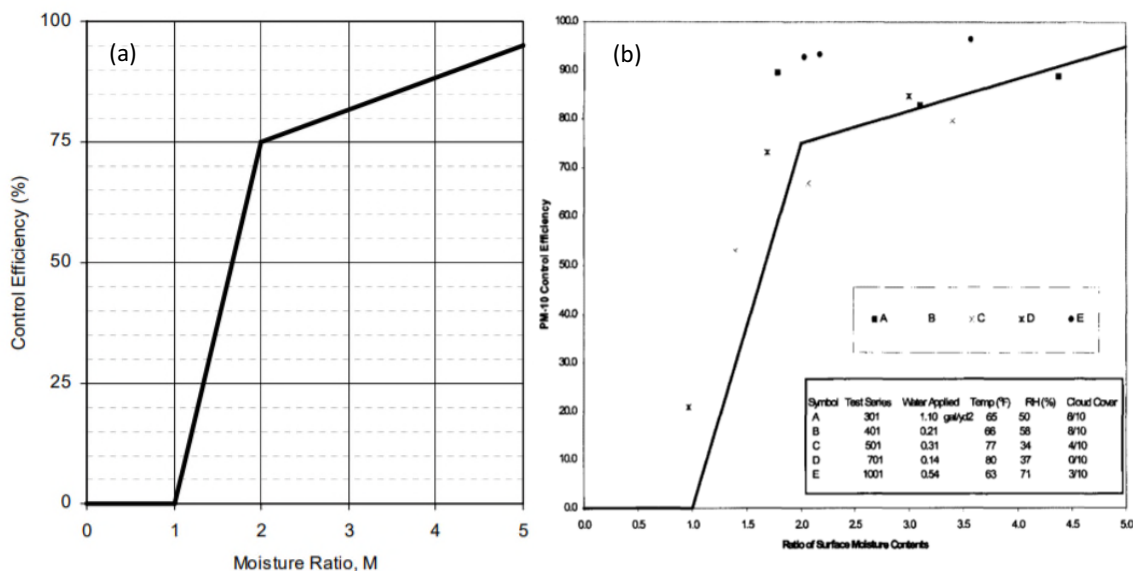
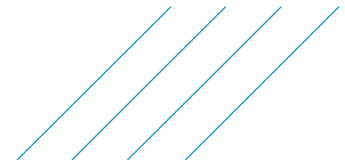


Figure 4 Courbes d'efficacité de contrôle des émissions de poussière en fonction du taux d'humidité ajoutée au sol ((a) figure extraite de l'US EPA (2006) figure 13.2.2-2, (b) figure extraite de MRI (2001) figure 3-7)

Ces facteurs d'atténuation ont été établis à partir de résultats d'études sur ce sujet dont plusieurs sont mis en lumière dans des rapports d'un centre de recherche américain (*Midwest Research Institute*, MRI) à l'intention de l'US EPA.^{13, 14} Certains résultats, en lien à l'arrosage avec de l'eau, peuvent en être extraits dont les suivants :

- › L'atténuation des émissions de PM₁₀ s'approche de 100 % immédiatement suivant l'arrosage, mais décline à un taux de 2,65 à 13,5 % par heure pour un débit de circulation entre 60 à 88 véhicules à l'heure (MRI (2001), p. 53). Ceci équivaut à une décroissance de l'efficacité de contrôle allant de 0,03 à 0,23 % par passage;
- › Des essais ont démontré un taux d'atténuation pour les PM_T et PM₁₀ de l'ordre de 72 à 74 % pendant 3 heures après l'arrosage de 2,1 L d'eau par m² appliqué en deux passes (0,46 gal/yd²) et ce avec un débit de circulation de 35 véhicules par heure (MRI (1998), p. 4-8);

¹⁰ Australia National Pollutant Inventory (NPI), Emission Estimation Technique Manual for Mining, version 3.1, Janvier 2012.
¹¹ Western Regional Air Partnership (WRAP), WRAP Fugitive Dust Handbook, Septembre 2006.
¹² ECCC, Émissions de poussières de routes non revêtues : guide de déclaration, 2017, tableau 4.
¹³ MRI, Particulate Emission Measurements from Controlled Construction Activities, EPA/600/R-01/031, Avril 2001.
¹⁴ MRI, Emission Factor Documentation for AP-42 Section 13.2.2, Unpaved Roads, Septembre 1998.



- › Des essais ont démontré une atténuation de 95 % des émissions de particules (PM_{T} , PM_{10} , $PM_{2.5}$) trente minutes après l'application de 0,6 L d'eau par m^2 (0,13 gal/yd²), mais qui s'est déclinée à 55 % (PM_{T}) et 61 % ($PM_{2.5}$) quatre heures plus tard (MRI (1998), p. 4-10). Ceci équivaut à une décroissance de l'efficacité de contrôle de l'ordre de 10 % par heure;
- › Des essais ont démontré que l'impact de l'arrosage d'eau (débit indéterminé) était observable jusqu'à 560 passages de véhicule après lequel l'atténuation des émissions de PM_{10} devenait nulle (MRI (1998), p. 4-11). Ceci équivaut à une décroissance de l'efficacité de contrôle de l'ordre de 0,2 % par passage, similaire aux résultats obtenus par MRI (2001) (voir puce #1).

L'analyse de ces résultats révèle qu'au moment d'arroser la surface avec une quantité d'eau suffisante, l'efficacité de contrôle des émissions de poussières peut s'approcher de 90–95 %, mais décline rapidement selon les conditions météorologiques et le débit de circulation du moment. Ainsi, comme démontré à la figure 4 ci-dessus, plus l'humidité de surface se rétracte au fil des heures (par ruissellement, pénétration dans le sol, évaporation, etc.), plus l'efficacité de contrôle diminue. Selon l'étude du MRI (2001), la décroissance moyenne du facteur d'atténuation s'établit entre 5–10 %/h ou bien de 0,1–0,2 % par passage d'un véhicule. Les facteurs d'atténuation présentés dans le guide d'ECCC (2017) (55 % pour 2 arrosages par jour et 70 % pour plus de 2 arrosages par jour, en supposant une journée de travail de 12 heures) sont donc plus représentatifs d'une atténuation en bas de la plage réelle (juste avant l'application du prochain arrosage par exemple).

Dans l'optique où l'APQ prévoit installer un système LIDAR pour le suivi des concentrations de particules en périphérie du chantier de construction, il est concevable d'adapter la fréquence d'arrosage en fonction des conditions météorologiques du moment et/ou lorsque des concentrations élevées à la limite du site sont observées. Ainsi, avec un arrosage à tous les 2 heures par exemple sur des tracés qui ne sont pas très longs (< 1 km), un taux d'atténuation supérieur à 75 % en tout temps est envisageable.

Veillez noter que le débit de circulation des camions interchantiers ne dépassera pas 75 passages par heure, selon les données présentées au tableau 3.10 de l'étude de dispersion (tracé J1-P: 432 km/jour au maximum au mois d'août = 36 km/h en moyenne = 63 passages/h; tracé J2-P : 15 km/jour = 1,25 km/h en moyenne = 6 passages/h).

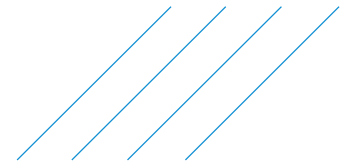
Autres actions permettant de réduire les émissions de poussières

D'autres mesures d'atténuation et conditions de chantier permettront de réduire le soulèvement de poussières des surfaces de roulement non pavées, en soutien à l'arrosage d'eau.

Épandage d'un abat-poussière

Comme mentionné dans l'étude de dispersion, l'APQ compte utiliser lorsque nécessaire un abat-poussière sur les surfaces granulaires par où les camions circuleront sur une période de temps prolongée (p. ex. axe principal de roulement entre la zone de déchargement des remblais jusqu'à l'entrée de la zone en construction). L'abat-poussière devra être certifié conforme à la norme BNQ 2410-300 et appliqué à intervalle régulier selon les recommandations du fournisseur.

Selon le document de référence de l'ECCC (2017), le taux d'atténuation associé aux abat-poussières est de 80 %, ce qui est en ligne avec la suggestion de l'US EPA (2006) qui suggère une atténuation d'environ 80 % lorsque l'abat-poussière est appliqué à un intervalle régulier de 2 semaines à 1 mois. Le document de référence du Western Regional Air Partnership (WRAP (2006)) aux États-Unis suggère un facteur d'atténuation similaire (84 %).



Circulation à vitesse réduite

L'US EPA (2006) suggère qu'une réduction de la vitesse moyenne de déplacement des véhicules peut réduire les émissions fugitives de poussières. Par exemple, pour la circulation sur des routes non pavées publiques, la vitesse de déplacement du véhicule est intégrée au modèle de calculs des taux émissions. Dans ce cas-ci, le facteur d'émission de PM_{10} est plus faible pour des vitesses de déplacement plus faibles. Cela dit, le modèle de l'US EPA pour les routes non pavées de type industriel (utilisé dans l'étude de dispersion) n'intègre pas l'effet de la vitesse de déplacement dans le calcul qui est donc assimilée dans l'incertitude associée au développement d'un modèle empirique comme celui de l'US EPA. Il en demeure qu'un camion circulant à basse vitesse soulève moins de poussières qu'un camion circulant à plus grande vitesse.

Sachant que le déplacement des camions interchantières se fera à une vitesse d'au plus 15 km/h, il convient de croire que les émissions incontrôlées réelles par rapport à celles considérées dans l'étude de dispersion seront possiblement plus faibles, quoiqu'il est impossible d'établir un ordre de grandeur. Tout comme pour l'arrosage qui sera modulé en fonction des conditions météorologiques du jour (p. ex. : par temps chaud et sec) et/ou des mesures de concentrations de particules en périphérie du chantier, l'APQ demandera à l'entrepreneur de réduire davantage la vitesse de circulation des camions lorsque requis comme mesure d'atténuation supplémentaire. De plus, les équipements roulant sur le chantier feront l'objet de nettoyage fréquent.

Circulation sur des tronçons pavés

Comme mentionné en début de section, il est possible que les camions de chantier puissent circuler sur des sections pavées. Dans ce cas de figure, la différence entre des émissions incontrôlées sur une surface non pavée et celles sur une surface pavée résulterait à un facteur d'atténuation effectif d'environ 90 % pour les PM_{10} et $PM_{2.5}$ et 80 % pour les $PM_{2.5}$ (tableau 3). L'équation de calcul des émissions de poussières sur surface pavée du compendium AP-42 de l'US EPA a été utilisée pour cette évaluation¹⁵ en combinaison avec une teneur en silt de 2,4 g/m² qui est 4 fois plus élevée que la teneur en silt suggérée par l'US EPA pour des routes pavées publiques avec faible débit de circulation. Cette teneur en silt plus élevée prend en compte le souillage de la surface avec du sable et/ou de la terre qui survient fréquemment dans un environnement de construction si aucune mesure d'atténuation n'est considérée (p. ex. nettoyage des roues). Hormis cette problématique, la circulation des camions sur des portions pavées des tracés J1-P et J2-P permettrait de réduire globalement les émissions fugitives de poussières étant donné que la totalité de ces tracés ont été modélisés à l'origine comme des surfaces non pavées.

De plus, des segments de route sur le chantier plus achalandés, comme la section du tracé J1-P sur la terre ferme rejoignant le poste de déchargement des remblais, pourront être pavés temporairement afin de limiter autant que possible les soulèvements de poussières.

¹⁵ US EPA, 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*, 2011.

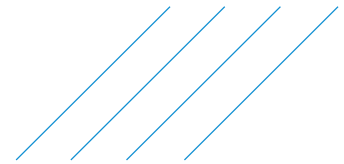


Tableau 3 Calcul des émissions de poussières pour les surfaces de roulement du chantier (sources J1-P et J2-P)

Route non pavée de type industriel (éq. 3-2 de l'étude de dispersion, p. 3-8)	Équivalent pour une route pavée dans un environnement en construction
$FE \left(\frac{g}{km}\right) = 281,9 \times k \times \left(\frac{S}{12}\right)^a \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0,45}$	$FE \left(\frac{g}{km}\right) = k \times s^{0,91} \times W^{1,02}$
<u>Teneur en silt (S)</u> 8,5 % typique pour des sites de construction *	<u>Teneur en silt (s)</u> 4,2 g/m ² **
<u>Masse pondérée des camions (W)</u> 27,6 US tons (assortiment de camions 12-roues et semi-remorques) *	<u>Masse pondérée des camions (W)</u> 27,6 US tons *
Facteurs d'émission (g/km) sans atténuation PM _T = 2 943 g/km; PM ₁₀ = 841 g/km; PM _{2.5} = 84 g/km	Facteurs d'émission (g/km) PM _T = 337 g/km; PM ₁₀ = 67 g/km; PM _{2.5} = 17 g/km
Facteurs d'émission (g/km) avec 80% d'atténuation PM _T = 589 g/km; PM ₁₀ = 168 g/km; PM _{2.5} = 17 g/km	Taux d'atténuation vs cas non pavé sans atténuation PM _T = 89 %; PM ₁₀ = 92 %; PM _{2.5} = 80 %

* Valeurs retenues dans l'étude de dispersion (incluant les constantes granulométriques k et a).

** Valeur représentative pour un environnement en construction avec souillage de la surface pavée d'un mélange de sable et de terre sans mesure d'atténuation particulière pour contrer cette situation (Tableau 3-10 de l'étude MRI (2001)).

Remarques finales

En combinant l'ensemble des mesures d'atténuation et conditions de chantier prévues au niveau de la circulation des camions interchantiers, il est d'avis qu'un taux d'atténuation de 80 % par rapport aux émissions incontrôlées de poussières pour les tracés J1-P et J2-P considérés totalement non pavés dans les simulations est approprié. Les mesures d'atténuation pourront de plus être ajustées en fonction de l'étendue des travaux de construction du moment, des conditions météorologiques du jour, et des mesures du système de suivi en continu des émissions de particules prévues par l'APQ lors de la phase de construction, afin de maximiser le contrôle des poussières autant que possible.

Finalement, il est important de comprendre que les résultats de modélisation pour les PM_T, PM₁₀ et PM_{2.5} sont comparés avec des normes basées sur des moyennes journalières ou annuelles selon le cas. Ainsi, dans l'éventualité où l'arrosage d'eau est effectué fréquemment (p. ex. à tous les 2-3 heures), le facteur d'atténuation moyen sur une journée devrait plutôt se situer dans la plage de 80–90 % sachant qu'après un arrosage, le taux d'atténuation est maximal (90–95 %) selon notre revue et que la perte d'efficacité est de l'ordre de 5–10 % par heure et peut-être moins selon les conditions du chantier.



3. Conclusions

L'analyse de l'état de l'air ambiant démontre que la qualité de l'air ambiant à l'aide des diverses mesures mises en place par les instances gouvernementales et aussi par l'industrie, est en constante amélioration depuis des décennies. Cette tendance à la baisse des concentrations de contaminants se poursuivra dans le contexte de la mise en service de meilleures technologies de moteurs, l'électrification des véhicules et les initiatives de réduction des émissions de GES. Les normes canadiennes de qualité de l'air ambiant du gouvernement fédéral ont comme objectif de guider ces décisions quant aux mesures à mettre en place pour contrôler les émissions de contaminants afin d'assurer leur atteinte à travers le pays. Cette note technique présente quelques hypothèses prudentes utilisées lors de l'étude de dispersion afin de ne pas sous-estimer les impacts potentiels, mais de ce fait viennent également surestimer les émissions atmosphériques, comme démontré par l'analyse de la considération du phénomène naturel de déplétion du panache.

D'ici l'exploitation à capacité maximale du terminal Laurentia, soit vers 2035-2036, on s'attend à ce que l'évolution de l'état de l'air ambiant de la zone d'étude soit à la baisse. Ainsi, les concentrations initiales, qui s'ajoutent aux concentrations simulées de scénarios prudents, seront moindres et donc les dépassements potentiels également.

N'hésitez pas à communiquer avec nous si vous désirez des informations supplémentaires.

SNC-Lavalin GEM Québec inc.

Préparée par :

<Original signé par>

Éric Delisle, B. Sc. A.

Spécialiste en dispersion atmosphérique
Environnement et géosciences

Ingénierie, conception et gestion de projet

Préparée par :

<Original signé par>

Simon Piché, ing., Ph. D.

No de membre de l'OIQ : 5001655
Qualité de l'air

Environnement et géosciences

Ingénierie, conception et gestion de projet

Vérifiée par :

<Original signé par>

Jenny Vieira, ing.

No de membre de l'OIQ : 128818
Chef d'équipe, Qualité de l'air et changements climatiques

Environnement et géosciences

Ingénierie, conception et gestion de projet

ED/SP/dg