

Ville de Lac-Mégantic

Réalisation d'une voie ferroviaire contournant le centre-ville de la Ville de Lac-Mégantic sur le territoire des municipalités de Nantes, Lac-Mégantic et Frontenac

Étude d'impact sur l'environnement

Réponses aux questions et commentaires du MELCC

Complément n°1 : Réponse à la question QC-127 et Bilan GES

Dossier 3211-08-013

Préparé par :

AECOM

85, rue Sainte-Catherine Ouest 514-287-8500 Tél.
Montréal (Québec) Canada H2X 3P4 514-287-8600 Fax
www.aecom.com

Numéro de projet :

60344414

Date :

Le 8 février 2019

Avis de non responsabilité

© 2019 AECOM Consultants Inc. TOUS DROITS RÉSERVÉS. LE PRÉSENT DOCUMENT EST PROTÉGÉ PAR LES LOIS SUR LES DROITS D'AUTEUR ET IL EST INTERDIT DE LE REPRODUIRE DE QUELQUE MANIÈRE OU À QUELQUE FIN QUE CE SOIT, SAUF AVEC L'AUTORISATION ÉCRITE D'AECOM Consultants Inc.

Le Rapport ci-joint (le « Rapport ») a été rédigé par AECOM Consultants Inc. (« Consultant ») pour le bénéfice de la Ville de Lac-Mégantic (« le Client ») conformément aux modalités de l'entente conclue entre le Consultant et le Client (l'« Entente »).

Les renseignements, les données, les recommandations et les conclusions fournis dans le présent rapport :

- Sont assujettis aux contraintes budgétaires, aux contraintes de temps et aux autres contraintes et restrictions énoncées dans l'Entente (les « Restrictions »);
- Représentent le meilleur jugement professionnel du Consultant à la lumière des Restrictions ainsi que des normes de l'industrie en vigueur pour la préparation de tels rapports;
- Peuvent être fondés sur des renseignements fournis au Consultant qui n'ont pas été vérifiés par une source indépendante;
- N'ont pas été mis à jour depuis la date d'émission du Rapport et de ce fait, leur précision se limite à l'époque et aux circonstances pour lesquelles ils ont été recueillis, traités, créés ou émis;
- Doivent être considérés globalement dans leur contexte et non hors contexte;
- Ont été préparés exclusivement pour les fins décrites dans le Rapport et dans l'Entente, et ne doivent pas être utilisés à quelque autre fin que ce soit.
- En sol sous-terrain, les conditions environnementales ou géotechniques pourraient avoir été établies en fonction de tests limités et sur l'hypothèse que de telles conditions sont uniformes et ne varieront pas selon l'emplacement géographique ou le temps.

Sauf si le contraire est expressément stipulé dans le Rapport ou l'Entente, le Consultant :

- Ne peut être tenu responsable de quelque situation ou événement survenu depuis la date de préparation du présent Rapport, ou de toute inexactitude dans l'information fournie au Consultant;
- Ne présente aucune garantie, quelle qu'elle soit, expresse ou tacite, à l'égard du Rapport ou de quelque partie de celui-ci, à l'exception du fait que le Rapport représente le meilleur jugement professionnel du Consultant tel que mentionné ci-dessus;
- Ne sera pas réputé avoir déclaré que le Rapport ou quelque partie de celui-ci est exhaustif ou peut être utilisé à quelque autre fin que ce soit que celles énoncées dans le Rapport et dans l'Entente;
- Sauf dans la mesure exigée par la loi, ou à moins que le Consultant et le Client n'en conviennent autrement, le Rapport :
 - doit être traité de manière confidentielle;
 - ne peut être utilisé ou mis à profit par de tierces parties.

Toute utilisation de ce Rapport est assujettie à cet Énoncé de critères de mérite. La responsabilité de tout dommage découlant de l'utilisation inappropriée de ce Rapport ou de quelque partie de celui-ci reviendra au tiers qui en sera à l'origine.

Cet Énoncé de critères de mérite est joint au présent Rapport et en fait partie.

Table des matières

INTRODUCTION	1
QC-127 Critères tronçons dangereux	3
Bilan des gaz à effet de serre (GES)	9

Introduction

Le présent document constitue le complément n°1 au document de réponses aux questions et commentaires adressés à la Ville de Lac-Mégantic dans le cadre de l'analyse de recevabilité de l'étude d'impact sur l'environnement (EIE) pour le projet de Réalisation d'une voie ferroviaire de contournement du centre-ville de la ville de Lac-Mégantic.

Ces questions et commentaires découlent de l'analyse réalisée par la Direction de l'évaluation environnementale des projets terrestres en collaboration avec les unités administratives concernées du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) ainsi que de certains autres ministères et organismes. Cette analyse a permis de vérifier si les exigences de la directive de la ministre et du Règlement relatif à l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement de certains projets (chapitre Q-2, r. 23.1), ont été traitées de façon satisfaisante par l'initiateur de projet.

Ce document comprend la réponse à la question QC-127, ainsi que le bilan des gaz à effet de serre (GES) du projet. Bien que ce bilan constitue un volet de l'EIE et ne fasse pas partie des questions relatives à l'EIE, il a en effet été inclus dans ce document pour des raisons pratiques.

Les informations comprises dans ce document sont fournies au MELCC afin qu'il puisse juger de la recevabilité de l'étude d'impact.

Réponse aux questions et commentaires

5. Risques technologiques

QC-127 *L'étude d'impact met en évidence la présence, actuellement, de tronçons dangereux en raison, notamment des pentes et des courbes. Quels seraient les tronçons du nouveau tracé pour lesquels la probabilité d'occurrence d'accidents est la plus élevée? Sur quel(s) critère(s) l'initiateur s'est-il appuyé pour le choix de l'emplacement des scénarios d'accidents (figures 5.2 à 5.14)?*

Réponse :

En utilisant l'étude de NURail (Saat, M. R., & Lin, C. Y. 2014) en tant que ligne directrice, des scores de risque sont attribués aux différentes sections transversales de la nouvelle voie ferrée afin d'évaluer les risques associés à chaque section et de mesurer l'efficacité des mesures d'atténuation. Les scores de risque associés à diverses conditions de la voie sont présentés au tableau QC127-A.

Tableau QC127-A Scores de risque associés aux catégories de voie, alignement de la voie, pente, différentiel d'élévation du terrain environnant, système d'avertissement automatique, dérailleur, garde-corps, confinement et matières dangereuses

	6 ou plus	1
	5	2
FRA Track Class – Catégorie de voie (AFS)	4	4
	3	6
	2	8
	X, 1	16
Track Alignment – Alignement de voie (IFS)	Tangente, à niveau	1
	Tangente, en pente	1,1
	Courbe, à niveau	1,5
	Courbe, en pente	1,7
Gradient – Pente (IFS)	Inférieure à 0.5%	1
	Entre 0.5% et 1%	1,2
	Supérieure à 1%	1,3
Surrounding Grade Elevation Differential – Différentiel d'élévation du terrain environnant (IFS)	Élévation de la voie	0,8
	Voie 10 pi. moins élevée	0,6
	Voie 10 pi. plus élevée	1,2
Advance Warning Device – Système d'avertissement automatique (IFS)		0,6
Derailer – Dérailleur (IFS)		0,8
Guard Rail – Garde-Corps (IFS)		0,9
Consequence Factor Score (CFS)	Confinement présent	1
	Confinement absent	2
	Absence de matières dangereuses	1
	Présence de matières dangereuses	2

Les facteurs de risque de la voie ont été classés dans les catégories suivantes :

- Accident Factor Score (AFS), qui tient compte du score de risque associé à la catégorie de voie;
- Intrusion Factor Score (IFS), qui tient compte de la multiplication des scores de l'alignement de la voie, de la pente, du différentiel d'élévation du terrain environnant, du garde-corps, du dérailleur et du système d'avertissement automatique;
- Consequence Factor System (CFS), qui tient compte du confinement et du transport des matières dangereuses.

La catégorie de la voie ferrée a été élevée de 2 à 3, réduisant le score AFS de 16 à 6 pour l'ensemble de la voie et entraînant une réduction du risque d'environ 60%. Le score de risque IFS est calculé en fonction des conditions de chaque section transversale pour tenir compte de la variabilité des différents segments de la voie. Veuillez noter que le SFI maximum (score de risque le plus élevé/scénario le plus défavorable) est de 2,65 et que tout nombre inférieur à ce score de risque est considéré comme un scénario atténué. Une mesure pondérée de la longueur est également mise au point pour évaluer les segments de voie en fonction de leur longueur correspondante et comparer à travers tout le corridor (en divisant le score de risque d'un segment par la longueur totale de la nouvelle voie) :

$$\frac{L \times \text{AFS} \times \text{IFS} \times \text{CFS}}{12.8}$$

Les risques identifiés, les mesures d'atténuation et les scores de risque correspondants selon le chaînage sont les suivants :

Tableau QC127-B Mesures proposées pour l'atténuation des risques liés à la voie

Risque	Chaînage	Mesure d'atténuation	IFS
Courbe	31+300, 30+700, 29+600, 29+200, 27+900, 27+400, 26+400, 25+400, 24+100, 23+200, 21+700, 20+700	Voie en dessous du terrain adjacent, contrôler le mouvement latéral des véhicules suite à un déraillement	À partir de 1,63 (pour des courbes, avec une pente de 0,5% à 1%, au même niveau que le terrain adjacent)
Tangente	31+500 à 31+000, 30+500 à 29+300, 29+000 à 28+000, 27+300 à 26+500, 25+200 à 24+300, 24+200 à 23+500, 23+100 à 22+000, 21+500 à 21+000, 20+100 à 19+400,	Utilisation de catégorie de voie plus élevée. La voie proposée est conçue selon les critères de catégorie 3, alors que la catégorie 2 serait suffisante étant donné les vitesses d'opération. (l'élévation de la catégorie de voie peut être une mesure associée à toutes les conditions de voie)	1,06 (voie tangente, avec une pente de 0,5% à 1%, au même niveau que le terrain adjacent)
Aiguillage	19+300, 22+100, 26+450	Aiguillage ajusté aux critères de catégorie 3 au lieu du minimum requis, soit catégorie 2.	0,9 (pour voie tangente, avec une pente supérieure à 1%, et moins élevée que le terrain environnant)
Pont	25+900	Mise en place de garde-corps pour empêcher un mouvement latéral suite à un déraillement qui pourrait projeter véhicule en bas du pont	1,55 (pour voie tangente, avec une pente supérieure à 1%, et garde-corps)
Passage à niveau	26+050, 27+800, 29+950, et 31+520	Amélioration des systèmes d'avertissement automatiques pour les véhicules routiers s'approchant du passage à niveau.	0,50 (pour voie tangente, à la même élévation que le terrain adjacent, et système d'avertissement automatique amélioré)
Voie sur une pente	32+000 à 26+100, et 25+500 à 19+500	Installation d'un dérailleur pour empêcher qu'un wagon se déplace en aval dû à la pente.	0,91 (pour voie tangente, avec une pente supérieure à 1%, et dérailleur)

Tableau QC127-C Scores de risques non-atténués et atténués

Du Ch.	Au Ch.	Caractéristique	Score de Risque × Conséquence × Longueur Relative non-atténué					Atténuation	Score de Risque × Conséquence × Longueur Relative atténué					Delta Total
			AFS	IFS	CFS	Total	Total Pondéré par longueur		AFS	IFS	CFS	Total	Total Pondéré par longueur	
			19+730	20+120	Tangente, à niveau, élévation supérieure	16	1,2		2	38,4	1,17	Catégorie de voie	6	
20+120	20+840	Courbe, à niveau, élévation supérieure	16	2,2	2	69,12	3,9	Catégorie de voie	6	2,2	2	25,9	1,4	2,4
20+840	21+500	Tangente, en pente, élévation supérieure	16,0	1,6	2,0	50,7	2,6	Catégorie de voie	6,0	1,6	2,0	19,0	1,0	1,6
21+500	21+980	Courbe, en pente, élévation inférieure	16,0	1,3	2,0	42,4	1,6	Catégorie de voie	6,0	1,3	2,0	15,9	0,6	1,0
21+980	22+980	Tangente, en pente, élévation inférieure	16	0,9	2,0	27,5	2,1	Catégorie de voie, dérailleur	6,0	0,7	2,0	8,2	0,6	1,5
22+980	23+450	Courbe, en pente, élévation supérieure	16,0	2,7	2,0	84,9	3,1	Catégorie de voie	6,0	2,7	2,0	31,8	1,2	1,9
23+450	23+810	Tangente, en pente, élévation inférieure	16,0	0,9	2,0	27,5	0,8	Catégorie de voie	6,0	0,9	2,0	10,3	0,3	0,5
23+810	24+250	Courbe, en pente, élévation inférieure	16,0	1,3	2,0	42,4	1,5	Catégorie de voie	6,0	1,3	2,0	15,9	0,5	0,9
24+250	25+170	Tangente, en pente, élévation inférieure	16,0	0,9	2,0	27,5	2,0	Catégorie de voie	6,0	0,9	2,0	10,3	0,7	1,2
25+170	25+540	Courbe, en pente, élévation supérieure	16,0	2,7	2,0	84,9	2,5	Catégorie de voie	6,0	2,7	2,0	31,8	0,9	1,5
25+540	26+170	Tangente, à niveau, segments de même élévation et élévation supérieure (pont et P.A.N.)	16,0	0,7	1,0	11,5	0,6	Catégorie de voie, système d'avertissement automatique amélioré, garde-corps	6,0	0,7	1,0	4,3	0,2	0,3
26+170	26+460	Courbe, à niveau, même élévation	16	1,4	2	46,1	1,0	Catégorie de voie	6	1,4	2,0	17,3	0,4	0,65
26+460	27+270	Tangente, en pente, élévation inférieure	16,0	0,9	2,0	27,5	1,7	Catégorie de voie, berme	6,0	0,9	2,0	10,3	0,7	1,1
27+270	27+420	Courbe, en pente, même élévation	16,0	1,8	2,0	56,6	0,7	Catégorie de voie	6,0	1,8	2,0	21,2	0,2	0,4

Du Ch.	Au Ch.	Caractéristique	Score de Risque × Conséquence × Longueur Relative non-atténué					Atténuation	Score de Risque × Conséquence × Longueur Relative atténué					Delta Total
			AFS	IFS	CFS	Total	Total Pondéré par longueur		AFS	IFS	CFS	Total	Total Pondéré par longueur	
27+420	27+690	Tangente, en pente, même élévation	16,0	1,1	2,0	36,6	0,6	Catégorie de voie	6,0	1,1	2,0	13,7	0,3	0,5
27+690	27+970	Courbe, en pente, même élévation	16,0	1,1	2,0	33,9	0,7	Catégorie de voie, système d'avertissement automatique amélioré	6,0	1,1	2,0	12,7	0,3	0,5
27+970	29+50	Tangente, en pente, élévation supérieure	16,0	1,7	2,0	54,9	1,5	Catégorie de voie	6,0	1,7	2,0	20,6	20,6	0,9
29+050	29+200	Courbe, en pente, élévation supérieure	16,0	2,7	2,0	84,9	1,0	Catégorie de voie	6,0	2,7	2,0	31,8	0,4	0,6
29+200	29+550	Tangente, en pente, élévation supérieure	16,0	1,7	2,0	54,9	1,5	Catégorie de voie	6,0	1,7	2,0	20,6	0,6	0,9
29+550	29+700	Courbe, en pente, élévation supérieure	16,0	2,7	2,0	84,9	1,0	Catégorie de voie	6,0	2,7	2,0	31,8	0,4	0,6
29+700	30+590	Tangente, en pente, même élévation	16,0	0,5	2,0	16,5	1,1	Catégorie de voie, système d'avertissement automatique amélioré, berme	6,0	0,5	2,0	6,2	0,4	0,7
30+590	30+910	Courbe, en pente, même élévation	16,0	1,6	2,0	52,2	1,3	Catégorie de voie	6,0	1,6	2,0	19,6	0,5	0,8
30+910	31+550	Tangente, en pente, même élévation	16,0	0,6	2,0	20,3	1,0	Catégorie de voie, système d'avertissement automatique amélioré	6,0	0,6	2,0	7,6	0,4	0,6
31+550	31+750	Courbe, en pente, même élévation	16,0	1,6	2,0	52,2	0,8	Catégorie de voie	6,0	1,6	2,0	19,6	0,3	0,5
31+750	32+000	Tangente, en pente, même élévation	16,0	1,1	2,0	33,8	0,7	Catégorie de voie	6,0	1,1	2,0	12,7	0,2	0,4

D'après l'analyse des risques effectuée, qui est un prolongement de l'étude NURail, on peut constater que le score de risque total relié aux segments de longueurs différentes a diminué d'environ 60 à 300 % (par rapport au score de risque non-atténué de chaque segment). Cette réduction des risques justifie l'efficacité des mesures d'atténuation des risques proposées et ce, pour les diverses conditions de la voie.

Compte tenu des nombreuses preuves de l'incidence de la catégorie de voie sur le risque de déraillement, pour le tracé proposé, une voie de catégorie 3 doit être intégrée à l'entente d'exploitation du CMQ. La mise à jour de la catégorie de la voie, combinée aux diverses mesures d'atténuation des risques proposées, comme la construction de bermes et l'amélioration du système d'avertissement automatique aux passages à niveau, permettra de réduire considérablement l'Accident Factor Score, Intrusion Factor Score, et Consequence Factor Score.

Source documentaire :

- Saat, M. R., & Lin, C. Y. (2014). Shared Rail Corridor Adjacent Track Accident Risk Analysis (No. NURail2013-UIUC-R08).

Bilan des gaz à effet de serre

Faisant suite à la demande du MELCC de préparer un bilan simplifié, semi-qualitatif, des gaz à effet de serre (GES) du projet de réalisation d'une voie ferroviaire contournant le centre-ville de la ville de Lac-Mégantic, cette analyse a pour but d'estimer de façon préliminaire les émissions durant la phase de construction et d'exploitation dudit projet. Les pages suivantes comprennent ainsi des notes générales concernant les changements climatiques et les émissions de GES dans le transport ferroviaire, ainsi que les estimations d'émissions dans les phases d'opération et de construction de ce projet.

Notes générales

À première vue, il est possible de constater que le rendement du carburant du transport par train est environ 4 fois supérieur à celui par camion selon le rapport de la RAC (2016).

Puisque les gouvernements fédéral et provincial sont engagés dans la réduction d'émission de GES et de lutte contre les changements climatiques, la Ville de Lac Mégantic pourrait contribuer à ce mouvement en encourageant la transition vers le mode de transport ferroviaire dans son parc industriel.

Dans le cadre du projet en objet, une somme d'approximativement 7 millions de dollars a été allouée à l'utilisation de biocarburants pour atténuer l'impact autrement causé par les émissions des carburants. Il est estimé que la transition du diesel pétrolier au biodiesel d'huile de palme aurait le potentiel de réduire les émissions de GES d'approximativement 25% à 65% (EPA, 2009). Ainsi, en considérant que la quantité de CO₂ issu des combustibles fossiles qui est émis est inversement proportionnelle au pourcentage de biodiesel dans un mélange de carburant, il serait donc possible de réduire les émissions CO₂ jusqu'à 16% en utilisant un mélange de seulement 20% de biodiesel.

D'un point de vue économique, il est pertinent de noter que la route du CMQ est plus courte d'environ 180 miles comparé à la route du CN lors du transport de marchandises entre Montréal et le Port de Saint Jean; conséquemment, ceci pourra constituer un avantage stratégique, une clientèle plus ample et des réductions des émissions des GES.

Émissions de GES reliées aux opérations régulières

L'Association des chemins de fer du Canada a émis en 2016 un rapport de suivi des émissions de GES engendrées par des trains. Selon leur dernière étude titrée « Locomotive Emissions Monitoring Program », la consommation de CO₂ par tonnes-kilomètres a diminué d'approximativement 8,4% de 2010 à 2017.

Le tableau suivant permet de visualiser la consommation de carburant et le trafic ferroviaire, ainsi que le ratio représentant la proportion moyenne qui relie le volume total de carburant consommé au trafic ferroviaire.

Année	1990	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Trafic ferroviaire (BGTK) ¹	433	671	676	657	580	653	690	722	743	812	794	763
Consommation de carburant (M L)	1961	2109	2135	2079	1763	1942	1977	2039	2010	2101	2022	1889
Proportion de carburant vs trafic (10 ⁻³ L/GTK)	4,5	3,1	3,2	3,2	3,0	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,5

¹Où BGTK signifie milliards de tonnes-kilomètres brutes (Billion Gross Tonne-Kilometers)

Nous pouvons constater que de 1990 à 2016, l'efficacité énergétique des locomotives s'est grandement améliorée, de sorte qu'en 36 ans on consomme presque deux fois moins de carburant pour un trafic ferroviaire presque 2 fois plus important.

Il est raisonnable de considérer que la consommation de carburant continuera à diminuer. Cependant, pour une estimation conservatrice des GES dans le cadre du projet de contournement ferroviaire de la ville de Lac-Mégantic, nous assumerons que l'efficacité énergétique restera la même que celle en 2016, soit d'approximativement 2,5 litres de carburant par mille tonnes-kilomètres brutes.

Tel que mentionné dans l'étude d'opportunité de 2016, le trafic ferroviaire en tonnes estimé pour l'année 2020 est de 1,5 million de tonnes brutes par an (MTPA) dans la zone du projet. Donc, considérant que la longueur de la voie de contournement est de 12,8 km, il est possible d'obtenir un trafic ferroviaire de 19,2 millions GTK.

Pour obtenir la consommation de carburant projetée à l'année 2020, il s'agit de multiplier le trafic ferroviaire par le facteur de proportion; tel qu'on peut le constater sur le tableau ci-dessous, le total est d'approximativement 47 500 litres.

Année	2020
Trafic ferroviaire (GTK)	19 200 000
Proportion de carburant vs trafic (L/GTK)	0,0025
Consommation de carburant (L)	47 500

À partir du volume de carburant consommé, il est possible d'obtenir les émissions de GES qui y sont reliées. Le RDOCECA recommande, pour un train alimenté au diesel, de considérer que, pour chaque litre de carburant utilisé, 2,663 kg de dioxyde de carbone (CO₂) sont émis. En ce qui concerne le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O), 0,15 g et 1,1 g sont émis respectivement. De plus, les proportions d'équivalents de CO₂ pour le méthane et le protoxyde d'azote sont respectivement de 1:21 et 1:310. Le tableau ci-dessous résume les quantités totales de polluants émises par le transport ferroviaire dans le tronçon de 12,8 km du projet :

Année	2020
Trafic ferroviaire (GTK)	19 200 000
Proportion de carburant vs trafic (L/GTK)	0,0025
Consommation de carburant (L/an)	47 500
Émissions CO ₂ (kg/an)	125 000
Émissions CH ₄ (kg/an)	7
Émissions N ₂ O (kg/an)	52
Émissions CO ₂ éq. (kg/an)	140 000

La phase d'opération requiert des travaux réguliers de maintenance qui émettent également des GES. Une approche ascendante (*bottom-up*) a été adoptée en utilisant les hypothèses suivantes :

- Un voyage de maintenance à chaque jour par un employé en camion rail-route léger;
- Un voyage de maintenance hebdomadaire par un camion rail-route lourd;
- Pour le nivellement des voies et la correction du ballast, prévoir une semaine de travaux avec l'aide de deux bourreuses et une régaleuse à ballast, qui réaliseront des mises à niveau de la voie sur un tronçon d'approximativement 4 kilomètres.

La consommation moyenne de carburant des camions et équipements de voie a été déterminée à partir d'informations de fournisseurs, et aussi de l'article « Evaluation of CO₂ emissions from railway resurfacing maintenance activities ».

Le tableau ci-dessous illustre le calcul de la consommation annuelle de carburant des travaux de maintenance. Nous constatons que le carburant total consommé durant des travaux de maintenance représente environ 8% de la consommation due aux opérations.

Type d'équipement	Qté	Consom. de carburant (m/L)	Longueur d'un voyage (m)	Consommation de diesel d'un voyage (L)	Fréquence annuelle (année ⁻¹)	Consom. annuelle (L)
Camion rail-route F-350	1	5 550	12 800	2,3	379	880
Camion lourd rail-route 56000 lb GVW	1	2 650	12 800	4,9	59	290
Bourreuses (tamper)	2	4,25	4 000	1 880	1	1 880
Régaleuse à ballast (balai)	1	6,51	4 000	610	1	610
					Sous-total	3 660

En suivant la même approche utilisée pour la phase d'opération, il est possible de déterminer la quantité de GES émise tel que démontré sur le tableau ci-dessous :

	Consommation de carburant (L)	Consommation de carburant (L)	Émissions CO ₂ (kg)	Émissions CH ₄ (kg)	Émissions N ₂ O (kg)	Émissions CO ₂ équiv. (tonnes)
Travaux de maintenance	3 660	3 650	9 750	0,5	4	11

Émissions de GES reliées aux travaux de construction

Pour satisfaire à la demande d'un bilan simplifié des émissions des GES, nous avons utilisé une approche descendante (*top-down*) pour estimer les émissions reliées à la construction. La méthodologie consiste à utiliser l'estimation de coût détaillée des travaux de construction (APP, 2017, Annexe 13) et des proportions de coûts d'équipements et de carburant connues pour déterminer la quantité de diesel utilisée. À partir du volume total de carburant utilisé, il est possible de calculer les émissions de GES selon les taux de conversion du RDOCECA.

Pour assurer une estimation simplifiée et conservatrice, il est possible de quantifier les émissions de GES pour les activités de déblai-remblai car celles-ci sont les plus consommatrices de carburant. Le tableau ci-dessous présente les coûts totaux d'équipements prévus pour chaque activité majeure de déblai-remblai :

Travaux	Proportion de main d'œuvre	# Item - Estimation détaillée	Total	Coût main-d'œuvre	Coût Équipements
Excavation de roc	30%	B4A, B4B	18 895 905 \$	5 668 772 \$	3 779 181 \$
Excavation de sol	15%	B3A, B3B	2 827 500 \$	424 125 \$	282 750 \$
Remblaiement	55%	B3C, B4C	4 116 825 \$	2 264 254 \$	1 509 503 \$
		Sous-total	25 840 230 \$	8 357 150 \$	5 571 434 \$

La proportion de main d'œuvre de chaque activité a été déterminée dans la réponse à la question QC-36. Ensuite, il est important de noter que puisque ces travaux représentent seulement une fraction totale du projet, nous devons déterminer un facteur d'échelle qui permettra de projeter l'estimation sur tout le projet. Le tableau ci-dessous présente le facteur d'échelle moyen déterminé :

Travaux	Total
Excavation du roc	18 895 905 \$
Excavation du sol	2 827 500 \$
Remblaiement	4 116 825 \$
Sous-total	25 840 230 \$
Total - Construction	108 000 000 \$
Facteur d'échelle	4

À partir du coût total des activités de déblai-remblai, il est possible d'utiliser les taux horaires des équipements pour déterminer le temps total de travail, et finalement le convertir à un volume de carburant consommé à partir des taux de consommation de carburant. Pour y arriver, les équipements lourds de chantier les plus courants ont été sélectionnés, et le tableau à la page suivante présente leurs taux horaires et la consommation de carburant de chacun :

	Taux Equip. (\$/h)	Consommation de carburant (L/h)
Dozer D8R	165	19
Excavator (90 000 - 100 000 lb)	145	15
Heavy Volvo Dump Truck	95	12

Les taux présentés ci-dessus proviennent d'entrepreneurs de grande échelle à Montréal. Pour maximiser le niveau de précision, nous avons calculé une moyenne pondérée des taux d'équipement et de la consommation de carburant pour chaque activité, de sorte que celles-ci reflètent les proportions courantes de ces trois équipements de base lors de travaux de déblai-remblai majeurs. Par la suite, il est possible d'estimer le temps de travail de chaque activité et la quantité de carburant qui y est associée, tel que le tableau ci-dessous démontre :

Travaux	Coût Équipements	Taux moyen Équipements (\$/h)	Temps de travail estimé (h)	Consommation de carburant (L/h)	Carburant consommé (L)
Excavation du roc	3 779 181 \$	120 00 \$	31 500	13,6	430 000
Excavation du sol	282 750 \$	119 00 \$	2 400	14,1	35 000
Remblaiement	1 509 503 \$	123 00 \$	12 300	14,8	180 000
				Sous-total	645 000

À partir du volume total de diesel consommé, le RDOCECA nous recommande de déterminer les émissions de GES de la même manière utilisée précédemment, lors de la phase d'opération.

Le tableau ci-dessous présente les émissions de GES prévues lors de la phase de construction :

	Consommation de carburant (L)	Émissions CO ₂ (tonnes)	Émissions CH ₄ (kg)	Émissions N ₂ O (kg)	Émissions CO ₂ équiv. (tonnes)
Travaux de déblai-remblai	645 000	1 700	100	700	1 900
Facteur d'échelle	4	4	4	4	4
Total construction (sur 3 ans)	2 580 000	6 900	400	2 800	7 800
Émission annuelle de GES pour la phase de construction		2 300	133	933	2 600

Note : Les potentiels de réchauffement planétaire (PRP) utilisés sont tirés du RDOCECA (Annexe A.1) afin de convertir les émissions de méthane et d'oxyde nitreux en CO₂ équivalent (CO₂ = 1, CH₄ = 21, N₂O = 310).

Sources documentaires :

- AECOM, 2017. *Réalisation d'une voie ferroviaire contournant le centre-ville de Lac-Mégantic. Étude de faisabilité. Phase 1B – Étude d'avant-projet préliminaire.* Annexe 13, Estimation des coûts de la variante retenue (variante 2).
- AECOM, 2016. *Réalisation d'une voie ferroviaire contournant le centre-ville de Lac-Mégantic. Étude de faisabilité – Étude des solutions. Phase 1A – Étude d'opportunité.*
- Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère (RDOCECA) – Loi sur la qualité de l'environnement. Gouvernement du Québec, 2018.
- Locomotive Emissions Monitoring Program. Railway Association of Canada, 2016.
- Comment les chemins de fer peuvent faire partie de la solution du Canada au changement climatique. Association des Chemins de fer du Canada, 2016. : https://sencanada.ca/content/sen/committee/421/ENEV/Briefs/2016-10-25RailwayAssociationofCanada_Brief_f.pdf
- Potential for reducing greenhouse gas emissions in the construction sector. EPA's Sector Strategies Program, février 2009. Washington, DC.
- S. Krezo, O. Mirza, et al. Evaluation of CO₂ Emissions from Railway Resurfacing Maintenance Activities, 2018. Transportation Research – Elsevier.

