

CDPQ Infra

Réseau électrique métropolitain (REM)



Étude sur les gaz à effet de serre

Doc N° : 362496-HA-00-APP-066-EI-008

Date : 2017-02-01

Révisions du document

Date	Rév. N°	Description	Émetteur	Vérifié par	Approuvé par
2016-08-26	00	Information	EH	MCP	JMA
2016-11-30	01	Information	BK	MCP	JMA
2017-02-01	02	Information	BK	MCP	JMA

Préparé par :

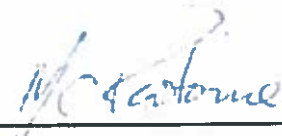


B. Khy

2017-02-01

Date

Vérifié par :



M-C. Patoine

2017-02-01

Date

Approuvé par :



J-M. Arbaud

2017-02-03

Date

Table des matières

1. Introduction.....	5
2. Présentation du projet	5
3. Méthodologie	7
3.1 Taux d'émissions	8
3.2 Base de calcul pour la réduction des trajets par véhicules et autobus.....	10
3.2.1 Antenne Rive-Sud.....	10
3.2.2 Antennes Sainte-Anne-de-Bellevue et Deux-Montagnes.....	11
3.2.3 Antenne Aéroport.....	12
3.3 Base de calculs pour le changement d'affectation des sols	13
3.4 Base de calculs pour les activités de construction	14
4. Calcul des GES	15
5. Scénarios de réduction des GES.....	17
6. Conclusion	18
7. Bibliographie.....	20

Liste des figures

Figure 2-1 : Tracé prévu pour le projet du REM	6
Figure 3-1 : Variation des taux d'émission de GES (g/km) selon l'année de référence	9
Figure 4-1 : Résultats de réduction des GES pour le projet du REM	16
Figure 6-1 : Bilan GES des émissions et réductions durant les phases de construction et d'exploitation .	19

Liste des tableaux

Tableau 3-1 : Données simulées avec le modèle MOVES 2014a par le MTMDET pour le projet (année 2016).....	8
Tableau 3-2 : Taux d'émission de GES pour les autobus en période de pointe du matin	9
Tableau 3-3 : Bases de calcul pour les réductions de GES d'autobus – Antenne Rive-Sud/A10.....	10
Tableau 3-4 : Bases de calcul pour les réductions de GES de voitures – Antenne Rive-Sud/A10.....	10
Tableau 3-5 : Bases de calculs pour les réductions de GES d'autobus – Antenne Sainte-Anne-de-Bellevue.....	11
Tableau 3-6 : Bases de calcul pour les voitures enlevées.....	12
Tableau 3-7 : Bases de calcul pour l'aéroport	12
Tableau 3-8 : Bases de calcul pour utilisation des sols	13
Tableau 3-9 : Bases de calcul pour superficie de déboisement	13
Tableau 3-10 : Base de calculs des GES pour le transport des matériaux	14
Tableau 3-11 : Base de calcul de GES lié à la consommation de carburant	14
Tableau 4-1 : Réduction des débits annuels de passage (véhicule – km)	15
Tableau 4-2 : Estimation de la réduction des GES associée à l'exploitation du REM	15
Tableau 4-3 : Estimation de l'augmentation des émissions de GES liées au changement d'utilisation des sols	17
Tableau 4-4 : Estimation des émissions totales résultantes des activités de construction du REM	17
Tableau 5-1 : Scénarios de réduction potentiels par rapport à la distance en transport émetteur de GES évités par jour (T CO ₂ eq/j)	18
Tableau 7-1 : Données pour les calculs d'émissions des gaz à effet de serre liées à la construction du tunnel de l'aéroport	22

Tableau 7-2 : Données pour les calculs d'émissions des gaz à effet de serre liées à la construction du tunnel de Pointe-Saint-Charles	26
Tableau 7-3 : Facteurs d'émissions de gaz à effet de serre	30
Tableau 7-4 : Kilométrage parcouru par les camions de transport (km)	31
Tableau 7-5 : Consommation de diesel par les équipements hors-route (L).....	31
Tableau 7-6 : Émissions de GES en t CO ₂ eq en phase de construction des deux tunnels	31

Liste des annexes

Annexe A : Inventaire des émissions de gaz à effet de serre pour la construction des tunnels de l'aéroport et Pointe-Saint-Charles

1. Introduction

En soutien à l'étude d'impact sur l'environnement réalisée pour le projet du REM, Hatch a été mandatée par CDPQ Infra pour estimer de façon préliminaire l'ordre de grandeur des émissions de gaz à effet de serre (GES) associées à la réalisation du projet de Réseau électrique métropolitain (REM). Ce document présente une mise à jour des calculs effectués en août 2016, pour tenir compte d'une nouvelle étude d'achalandage déposée en novembre de la même année.

La quantification des GES permet d'évaluer l'ordre de grandeur des opportunités de réduction d'émissions associées à l'implantation d'un train électrique à émissions nulles. Un bilan global des GES est présenté sur un horizon de dix années d'opération du REM. La quantification est réalisée pour les étapes de construction et d'exploitation du projet. De plus, la quantification actuelle présente seulement les effets directs du projet et ne considère pas les réductions indirectes d'émissions de GES.

Ce document présente les bases de calcul et la méthodologie de quantification utilisée à ce jour pour tout le tracé du REM en incluant la portion Rive-Sud.

2. Présentation du projet

Le projet du REM a comme objectif l'implantation d'un système léger sur rail sur le territoire du Grand Montréal alimenté par l'électricité. La mise en service d'un tel projet affectera les habitudes de transport et déplacement de la population de la région de Montréal. Selon les données de conception, plus de 150 000 déplacements seraient effectués par jour. Le tracé prévu pour le projet est présenté à la Figure 2-1.



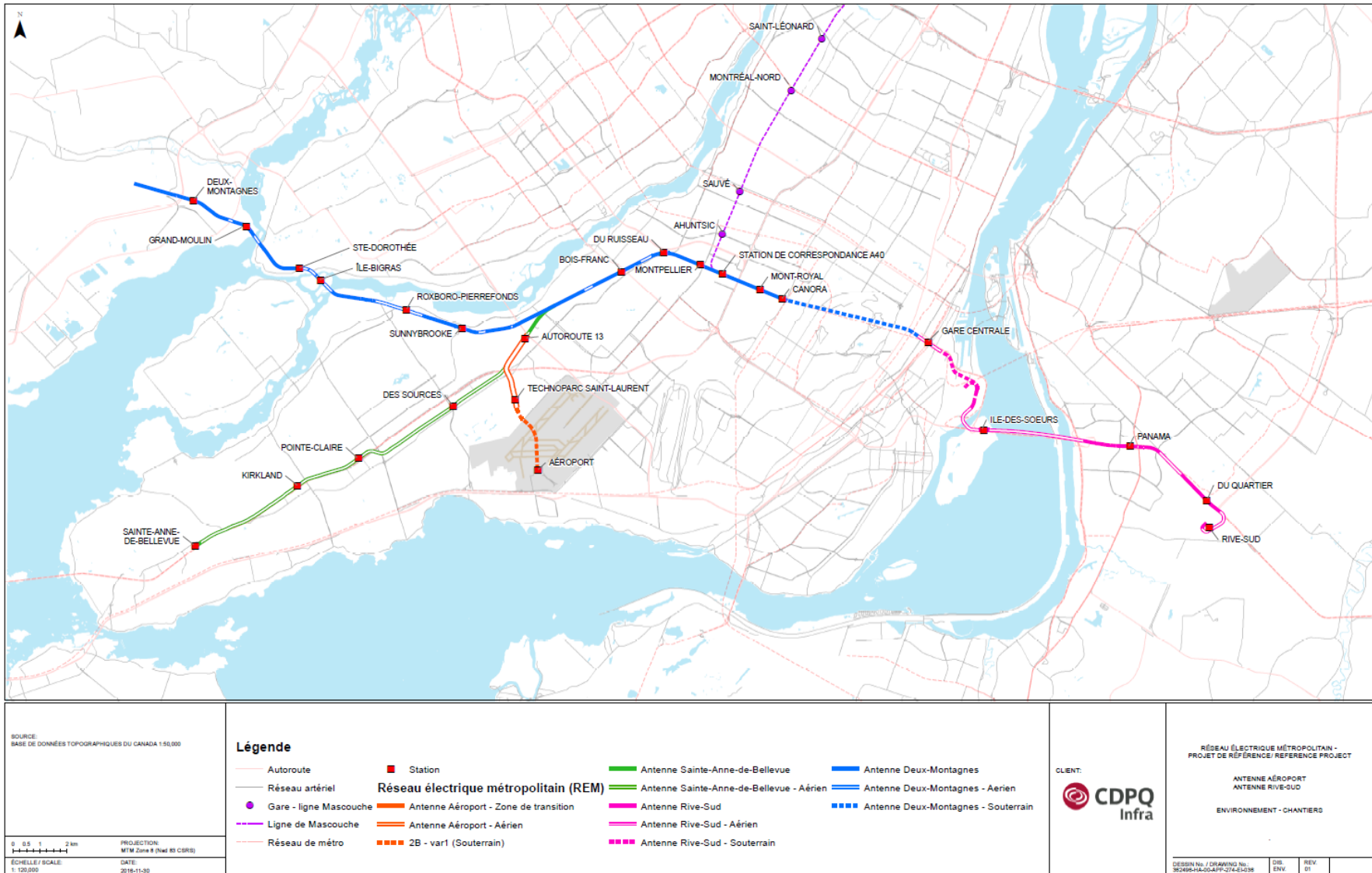


Figure 2-1 : Tracé prévu pour le projet du REM

3. Méthodologie

L'estimation du bilan de GES pour le projet du REM a été réalisée, d'une part, en tenant compte des hypothèses de réduction de l'achalandage routier disponibles à ce jour et des données fournies par le rapport d'étude d'achalandage de Steer Davis Gleave (rapport no 22951101, 2016). Comme certaines données sur l'achalandage et les statistiques spécifiques d'origine-destination n'ont pas été précisées à date, des hypothèses ont été posées afin d'estimer un total de réduction des GES.



L'étude des GES est basée sur la quantification d'un potentiel de réduction par rapport à la situation actuelle. La quantification est donc basée seulement sur la différence entre la situation actuelle, où une portion des futurs usagers utilise le train de banlieue de Deux-Montagnes, une partie voyage en voiture et l'autre utilise les réseaux de transport en commun existants (bus et métro), et la situation prévue après mise en exploitation du REM. L'estimation ne comprend pas, pour le moment, une quantification totale des émissions sur le réseau routier actuel du Grand Montréal.

De plus, selon les données disponibles, il est également impossible de déterminer les effets indirects qu'aura l'exploitation du REM tel qu'une diminution du trafic routier qui pourrait mener à des taux d'émissions de GES inférieurs sur les grands axes en périphérie du tracé.

L'étude est basée sur les deux bases de calcul suivantes pour quantifier la réduction :

- La réduction de voitures-km ou de bus-km selon les hypothèses émises à ce jour;
- Les taux d'émissions de véhicules proposés par le ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports (MTMDET) selon une modélisation MOVES pour le contexte routier actuel et futur de la grande région de Montréal.

D'autre part, l'estimation du bilan de GES tient également compte du changement d'affectation du territoire prévu pour le projet. Certains terrains subiront des modifications, dont une perte potentielle de couvert arborescent lors de la construction. L'augmentation des émissions de GES associée à ce changement d'affectation a donc été quantifiée selon les bases de calcul suivantes :



- La superficie des pertes de végétation (forêt) identifiées à date pour l'aire de construction prévue;
- Le potentiel de contenu carbone des zones forestières affectées.

Cette dernière méthode est directement basée sur les directives du GIECC quant à la quantification des GES pour le changement d'utilisation du sol (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use).

Finalement, l'estimation du bilan de GES prend aussi en compte l'ordre de grandeur des émissions attribuées aux activités de construction des infrastructures du REM, notamment pour le transport des matériaux et la consommation de carburant aux différents chantiers. Les bases de calcul suivantes ont été utilisées pour l'estimation des GES :



- La quantité de matériaux de construction actuellement estimée par l'étude APP pour la construction du REM;
- La quantité de camions-km effectuée pour le transport;
- Les taux d'émissions de véhicules lourds à vocation commerciale proposés par Environnement Canada (National Inventory Report : Greenhouse Gas Sources and Sinks in Canada, 2008).

3.1 Taux d'émissions

Une rencontre avec l'équipe de la modélisation des systèmes de transport du MTMDET a permis d'identifier les intrants nécessaires aux calculs. Les spécialistes du MTMDET ont été en mesure de compléter une simulation avec le modèle MOVES 2014a adapté à la région de Montréal. Les taux d'émissions fournis par le MTMDET sont présentés au Tableau 3-1. Ces données sont basées sur plusieurs statistiques et hypothèses du MTMDET. Afin d'adapter les taux d'émission de GES pour les années futures, un graphique indiciel a également été produit par le MTMDET pour évaluer la variation des taux selon les années. Ce graphique est présenté à la Figure 3-1 et tient compte de l'électrification des transports prévue par le gouvernement du Québec, qui vont réduire les taux d'émissions liés au type de transport au fil des ans.

Tableau 3-1 : Données simulées avec le modèle MOVES 2014a par le MTMDET pour le projet (année 2016)

Moves2014a-MOTREM08r	0h à 5h	5h à 9h	9h à 15h	15h à 19h	19h à 24h	24 HEURES
GES (kg) - Auto particulier	524 015	6 114 317	4 863 756	7 890 119	2 450 784	21 842 991
GES (kg) - Auto commerciale	47 893	980 751	3 503 229	1 271 774	157 498	5 961 143
GES (kg) - Camion régulier	89 568	724 281	1 227 361	677 635	179 424	2 898 269
GES (kg) - Camion lourd	454 066	1 385 514	2 160 543	1 077 186	728 629	5 805 938
Veh-km (tout) - Auto particulier	2 392 943	21 473 244	19 940 838	27 004 942	10 873 081	81 685 048
Veh-km (tout) - Auto commerciale	181 228	2 698 959	12 103 497	3 684 583	597 597	19 265 863
Veh-km (tout) - Camion régulier	156 750	953 870	1 823 875	848 921	312 216	4 095 632
Veh-km (tout) - Camion lourd	360 809	854 830	1 896 599	857 332	616 454	4 586 025
GES (g/km) - Auto particulier	219	285	244	292	225	267
GES (g/km) - Auto commerciale	264	363	289	345	264	309
GES (g/km) - Camion régulier	571	759	673	798	575	708
GES (g/km) - Camion lourd	1 258	1 621	1 139	1 256	1 182	1 266

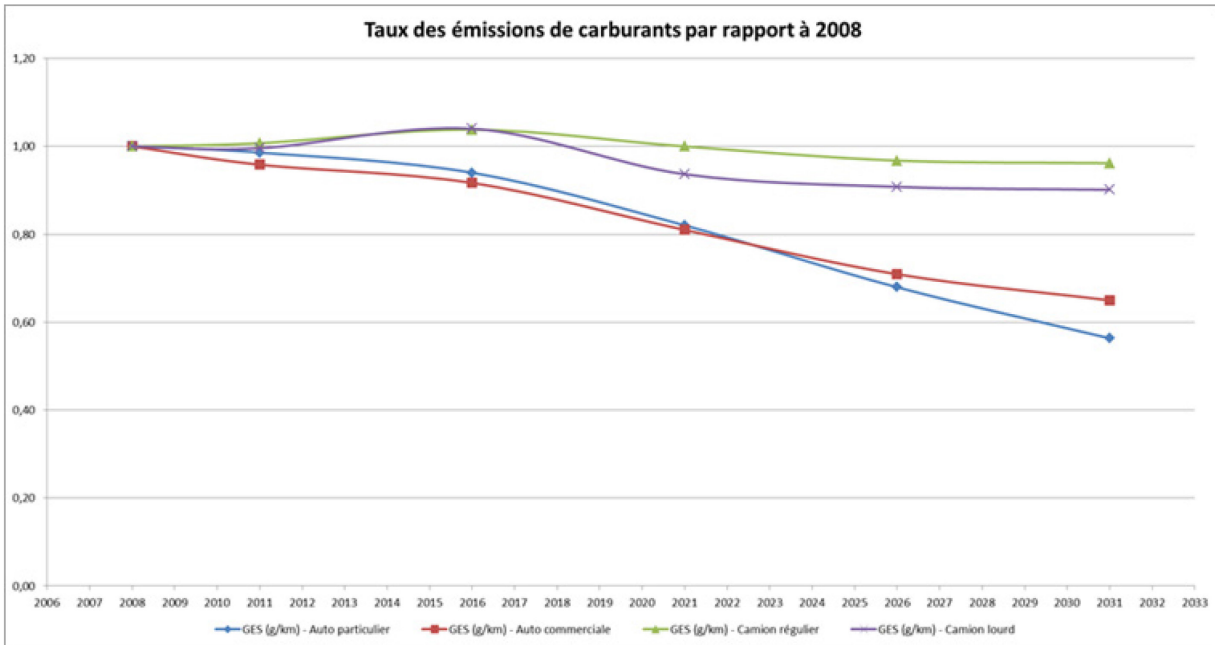


Figure 3-1 : Variation des taux d'émission de GES (g/km) selon l'année de référence

Avec l'antenne Rive-Sud du REM, il est prévu de retirer la voie réservée sur le pont Champlain pour les autobus qui effectuent le trajet entre Brossard et le Terminus Centre-Ville (TCV)). L'antenne de l'aéroport permettrait également d'éliminer les trajets d'autobus effectués par la 747. Certaines lignes d'autobus existantes entre l'Ouest de l'île et le réseau de métro pourront également être remplacées par le REM. Il y aura donc une réduction importante des trajets d'autobus vers le centre-ville, ou vers les stations de métro périphériques, dont la station Côte-Vertu. Des taux d'émissions de GES pour les autobus ont donc été obtenus d'une étude publiée par le MTMDET en 2013 qui présente des données d'émission de GES pour les autobus sur une certaine distance parcourue sur l'autoroute selon la vitesse pour la période de pointe du matin (MTMDET, 2013). Les taux sont présentés dans le Tableau 3-2 en incluant la variation selon la vitesse.

Tableau 3-2 : Taux d'émission de GES pour les autobus en période de pointe du matin

Période	Vitesse (km/h)					
	25	30	35	40	45	50
Pointe (matin)	617,55	593,57	599,57	587,58	545,61	539,61

3.2 Base de calcul pour la réduction des trajets par véhicules et autobus

Plusieurs hypothèses ont été posées quant au potentiel de réduction du nombre de véhicules et d'autobus sur le réseau routier suite à la mise en service du REM. Les sections qui suivent permettent d'identifier toutes les hypothèses utilisées pour chaque antenne, ainsi que les données utilisées. Les résultats obtenus sont rapportés en termes de véhicule-km, autobus-km ou camion-km.

3.2.1 Antenne Rive-Sud

Suite à la publication de l'étude détaillée d'achalandage par SDG (Steer Davis Gleave, Rapport #22951101, novembre 2016), les réductions principales qui sont prévues pour l'antenne Rive-Sud peuvent désormais considérer à la fois une réduction du nombre de passages d'autobus et de voiture en une journée. Les données qui ont été utilisées pour les calculs associés à la réduction des autobus, tirées du rapport d'étude d'impact sur l'environnement de CIMA+, sont présentées au Tableau 3-3.

Tableau 3-3 : Bases de calcul pour les réductions de GES d'autobus – Antenne Rive-Sud/A10

Période	Direction	Nombre de passages de bus de moins	Vitesse moyenne (km/h)	GES (g/km)
Pointe (matin)	TCV	403	35	599,57
	Rive-Sud	403	50	539,61
Pointe (PM)	Rive-Sud	416	25	617,55
	TCV	416	50	539,61
Jour (semaine)	Aller et retour	464	50	539,61
Fin de semaine	Aller et retour	315	70	521,62

Le Tableau 3-4 présente les données servant aux calculs des réductions de GES associés aux passages des usagers automobiles vers le REM, qui proviennent du rapport de SDG. Il s'agit du nombre de véhicules enlevés du réseau routier pour une année et distribués à chaque station selon l'achalandage prévu lors de l'implantation du REM et déterminé par SDG.

Tableau 3-4 : Bases de calcul pour les réductions de GES de voitures – Antenne Rive-Sud/A10

Gare	Achalandage (%) ¹	Nombre de véhicules retiré		Distance à la Gare Centrale
		2021	2031	
Rive-Sud	91,1 %	1 332 206	1 344 196	15,80
Du Quartier	1,7 %	25 541	25 088	14,00
Panama	6,9 %	100 465	101 706	11,60
Île-des-Soeurs	0,3 %	3 990	3 966	5,40
Total	100 %	1 462 202	1 474 956	--

¹ L'achalandage a été déterminé selon l'analyse des données du rapport SDG au paragraphe 7.29, les embarquements annuels et les taux de croissance provenant aussi du rapport SDG.

3.2.2 **Antennes Sainte-Anne-de-Bellevue et Deux-Montagnes**

Les réductions qui sont prévues pour les antennes Sainte-Anne-de-Bellevue et Deux-Montagnes sont une diminution du nombre de véhicules et d'autobus sur la route. Les réductions calculées sont basées sur le nombre de lignes d'autobus que la STM pourrait supprimer et les données des usagers qui prenaient auparavant leur véhicule pour se rendre au centre-ville, tous deux disponibles dans le rapport de SDG. Il est considéré que ces derniers se rendront désormais à la gare la plus près de leur point d'origine. La distance de parcours en véhicule réduite est donc évaluée de cette gare au centre-ville, considérant que la majorité des usagers vont débarquer à cette station, comme l'indique la figure 7.1 du rapport SDG. Il est aussi considéré que les trajets ajoutés et modifiés par la STM, pour rabattre les usagers vers les stations du REM, auront une incidence négligeable sur l'ensemble des réductions de trajets puisque leurs tracés futurs ne sont pas encore déterminés.

Le Tableau 3-5 présente les données nécessaires pour déterminer la réduction des GES associée à la réduction des passages en autobus de l'antenne Sainte-Anne-de-Bellevue. Ces données ont été obtenues via les horaires et trajets disponibles de la STM, ainsi que l'étude de réorganisation du réseau d'autobus fourni par la STM à SDG.

Tableau 3-5 : Bases de calculs pour les réductions de GES d'autobus – Antenne Sainte-Anne-de-Bellevue

Ligne d'autobus	Nombre de départs enlevés	Distance effectuée vers sa destination finale (KM)
401	3 640	10,25
405	11 180	36,40
409	5 200	21,78
411	4 160	34,66
425	4 420	34,43
468	8 580	22,56
475	3 380	13,46
485	2 080	35,19
110	16 900	18,59
115	4 160	4,64
180	20 644	7,66
191	17 784	18,10
201	3 276	22,5 (trajet en boucle)
211	21 372	36,80
212	21 112	2,66
213	4 160	16,20
219	3 120	14,65

Le calcul sur la réduction des automobiles associée à l'implantation du REM sur les antennes Sainte-Anne-de-Bellevue et Deux-Montagnes est basé sur les données de capture automobile prévue par SDG et la distance de chaque gare vers le terminus du centre-ville. Les voitures enlevées ont aussi été distribuées selon l'achalandage additionnel prévu après l'implantation du REM.

Il a été considéré que les stations Bois-Franc, Du Ruisseau, Montpellier, Mont-Royal, Correspondance A40 et Canora n'affectaient pas la réduction des automobiles, mais plutôt les trajets d'autobus, de trains et de métros déjà existants. De plus, peu de modifications ont été apportées à leurs parcs de stationnements incitatifs et SDG spécifie que les captures automobiles sont notamment causées par la construction de nouveaux parcs de stationnement pour l'antenne Sainte-Anne-de-Bellevue. Avec l'augmentation de la fréquence de passage, il est aussi possible de considérer qu'une partie de l'achalandage additionnel sur la ligne Deux-Montagnes proviendra d'usagers ayant décidé de passer de la voiture au REM. Le Tableau 3-6 présente le nombre de voitures prévu qui devrait faire le changement vers l'utilisation du REM et les distances des stations à la Gare Centrale distribuées selon l'achalandage prévu des stations après l'implantation du REM.

Tableau 3-6 : Bases de calcul pour les voitures enlevées

Gare	Achalandage additionnel	Nombre de véhicules réduit		Distance à la Gare Centrale (km)
		2021	2031	
Autoroute 13	5,2 %	67 063	67 533	20
Des Sources	12,4 %	161 449	162 579	22
Pointe-Claire	29,3 %	380 647	383 311	25
Kirkland	19,4 %	251 695	253 456	28
Sainte-Anne-De-Bellevue	16,1 %	208 849	210 310	35
Deux-Montagnes	2,4 %	31 255	31 474	41
Grand-Moulin	0,2 %	3 105	3 127	39
Sainte-Dorothée	1,8 %	22 975	23 136	32
Île-Bigras	2,8 %	35 809	36 059	33
Roxboro-Pierrefonds	10,5 %	136 197	137 150	24
Sunnybrooke	0,1 %	828	834	22
Total	100 %	1 299 870	1 308 969	--

3.2.3 Antenne Aéroport

Le calcul de réduction pour l'antenne Aéroport est basé sur l'élimination des trajets d'autobus de la ligne 747 et une diminution des trajets en voiture et en taxi pour les employés de l'aéroport et les différents usagers de l'aéroport. L'enlèvement du service par autobus de la ligne 747 permettrait de réduire de 43 212 le nombre de trajets d'autobus par année selon les données fournies. À partir des données du rapport de SDG sur la transition des usagers utilisant auparavant un véhicule vers le REM, il est possible de déterminer la diminution annuelle de voitures pour l'antenne Aéroport. Le total des autobus et véhicules enlevés est présenté dans le Tableau 3-7.

Tableau 3-7 : Bases de calcul pour l'aéroport

Période	Diminution des trajets annuels		Distance (YUL – Gare Centrale) (km)
	2021	2031	
Véhicules	787 156	946 038	18,6
Autobus	43 212	43 212	20

3.3 Base de calculs pour le changement d'affectation des sols

La perte de superficie d'aires forestières se traduit par une augmentation des émissions de GES en lien avec la perte d'un contenu de carbone dans la biomasse qui sera soit disposée, recyclée ou réutilisée comme énergie. En ne sachant pas quelle utilisation sera préconisée pour la perte de végétation, la perte des arbres est présentement considérée comme une perte totale de carbone qui sera éventuellement émis à l'atmosphère sous forme de CO₂. Le total a été estimé en considérant l'hypothèse que pour une tonne de carbone enlevé, 3,67 tonnes de CO₂ seront émises selon le rapport de masse entre les éléments. Ces calculs ne tiennent pas compte des projets de compensation de perte de boisés qui seront mis de l'avant par CDPQ pour compenser à long terme ces pertes de carbone.

Pour déterminer les quantités de carbone perdues, les superficies des zones forestières prévues être détruites par le projet ont été évaluées en utilisant les cartes écoforestières pour l'aire du tracé et des travaux prévus, ainsi que le rapport d'Inventaires biologiques. Les données pour le contenu en carbone des espèces d'arbres ont été déterminées selon les données du volume 4 du GIECC pour les inventaires de gaz à effet de serre (GIECC, 2006) en considérant la principale hypothèse que les zones forestières sont dans la catégorie de forêt continentale tempérée en Amérique du Nord. Les données retenues pour les calculs sont présentées dans le Tableau 3-8.

Tableau 3-8 : Bases de calcul pour utilisation des sols

Paramètre	Unité	Valeur	Référence volume 4 GIECC
Forêt continentale tempérée	tonnes sèches/ha	50	Tableau 4-7 (arbres > 20 ans), bas de l'intervalle pour forêt en milieu urbain
Contenu en carbone	tonnes C/tonnes sèches	0,47	Contenu par défaut du volume 4
Facteur de perturbation	-	1	Équation 2.14, toute la biomasse est retirée.
Ratio souterrain/surface	-	0,24	Tableau 4-4

Tableau 3-9 : Bases de calcul pour superficie de déboisement

Tracé	Superficie forêt à déboiser (ha)
Antenne Deux-Montagnes	5,1
Antenne Sainte-Anne-de-Bellevue	9,6
Antenne Aéroport	0,9
Antenne Rive-Sud	5,5

3.4 Base de calcul pour les activités de construction

Les activités de construction des infrastructures servant à l'exploitation du REM généreront des émissions de GES, et celles-ci ont été évaluées à l'aide des estimations préliminaires de quantités de matériaux requises pour la conception du REM disponibles à ce jour. Le potentiel de hausse des émissions a été évalué à l'aide de certaines hypothèses afin d'obtenir un résultat basé sur des camions-km. Les hypothèses considérées sont :

- Le béton est considéré comme transporté par des camions ayant une capacité moyenne de 15 m³.
- L'acier et l'asphalte sont considérés comme transportés par des camions ayant une capacité de charge moyenne de 25 tonnes.
- Le carburant pour le site est transporté dans des citernes d'une capacité moyenne de 18 000 litres.
- Le type de carburant utilisé est le diesel.
- Il est considéré que les matériaux sont fournis dans un rayon de 25 km des chantiers.

Les facteurs d'émissions liés aux activités de construction et au transport des matériaux sont tirés d'Environnement Canada (2008, données de 2006) pour un véhicule lourd à vocation commerciale consommant du diesel. Une moyenne des consommations en ville et sur l'autoroute est considérée puisqu'il est fort probable que le transport s'effectue dans les deux situations. Le Tableau 3-10 présente les bases de calcul de GES pour le transport des matériaux de construction du REM.

Tableau 3-10 : Base de calculs des GES pour le transport des matériaux

Matériaux	Camion-km	Facteur d'émission (g CO ₂ eq/km)
Béton	3 242 333	955,8
Acier	34 280	
Asphalte	3 137 414	
Carburant	83 333	
Total	6 497 361	

Ayant l'estimation de la quantité de carburant consommée sur les chantiers de construction par les camions et les équipements mobiles, une estimation des GES a pu être faite pour les émissions associées à l'utilisation d'équipement mobile sur les chantiers. Le Tableau 3-11 présente la base de calcul nécessaire.

Tableau 3-11 : Base de calcul de GES lié à la consommation de carburant

Matériaux	Quantité (L)	Facteur d'émission (g CO ₂ eq/L)
Carburant	30 000 000	2 691

4. Calcul des GES

Selon les bases de calcul précédentes, une estimation des quantités de GES a été réalisée pour chaque antenne du REM. Bien que l'achalandage pour le REM aille en augmentant avec les années, les estimations de réduction de GES vont diminuer en considérant de plus faibles taux d'émissions pour les années futures, résultants de la politique d'électrification des transports mise de l'avant par le gouvernement du Québec. Ces plus faibles taux sont basés sur l'amélioration de la performance environnementale des moteurs et la plus grande proportion de voitures hybrides et électriques sur les routes, anticipées par le MDMDDET. Le tableau suivant présente les données calculées pour la quantité de véhicules et la distance parcourue qui seront épargnées par le projet.

Tableau 4-1 : Réduction des débits annuels de passage (véhicule – km)

Antenne du REM	Réduction annuelle des voitures-km		Réduction annuelle des bus-km	
	2021	2031	2021	2031
Antenne Deux-Montagnes	9 206 723	9 271 170	-	-
Antenne Sainte-Anne-de-Bellevue	42 788 077	43 087 594	5 944 477	5 944 477
Antenne Aéroport	14 641 110	17 596 309	864 240	864 240
Antenne Rive-Sud	45 186 729	45 581 468	7 344 480	7 344 480

À partir des données compilées, il est possible de calculer le total de GES en multipliant les facteurs d'émissions par les réductions des débits annuels des véhicules et autobus selon la distance parcourue. Le Tableau 4-2 présente le total des GES épargnés par l'exploitation du REM selon les hypothèses considérées et la Figure 4-1 présente les résultats sous forme d'un graphique qui permet de voir la contribution de chaque antenne sur le total de réduction.

Tableau 4-2 : Estimation de la réduction des GES associée à l'exploitation du REM

Antenne du REM	Réduction des GES (tonnes CO ₂ éq./an)	
	2021	2031
Antenne Deux-Montagnes	2 048	1 496
Antenne Sainte-Anne-de-Bellevue	13 958	10 172
Antenne Aéroport	4 054	3 454
Antenne Rive-Sud	14 989	12 070
Total	35 049	27 191

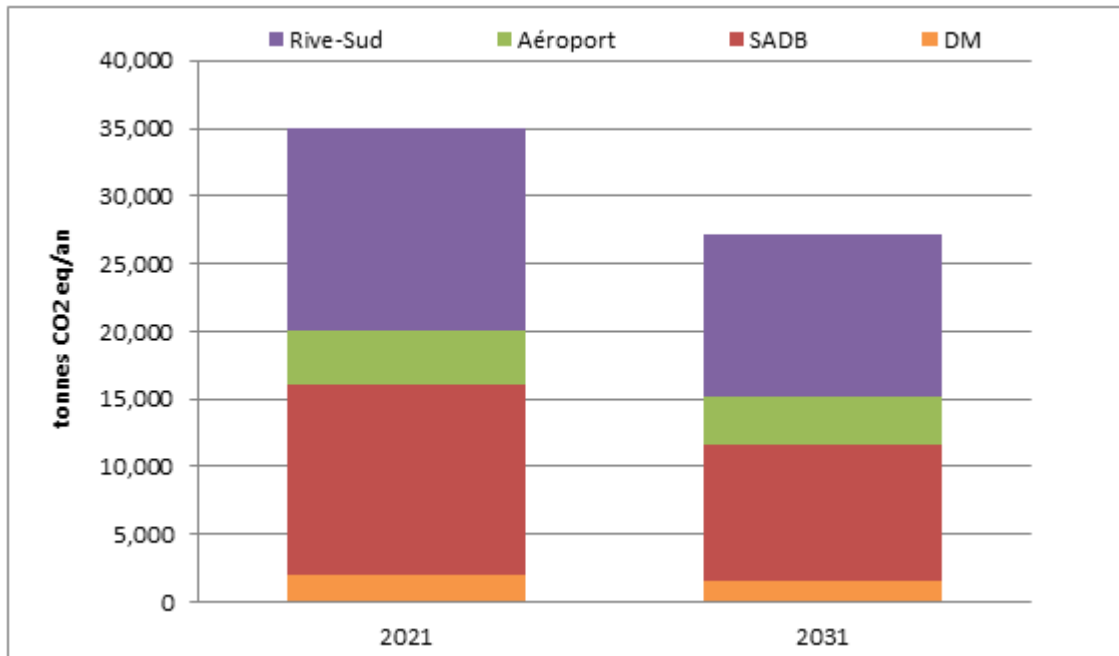


Figure 4-1 : Résultats de réduction des GES pour le projet du REM

En supposant que la politique d'électrification des transports ne soit pas mise de l'avant, et ainsi, que les taux d'émissions soient les mêmes pour 2021 et 2031, l'estimation de réduction de GES serait plus élevée de 32 % pour 2031.

Les résultats obtenus pour la réduction des gaz à effet de serre confirment que le projet devrait avoir pour résultat une réduction associée au changement du mode de transport. En considérant le potentiel de réduction calculé pour l'année 2031, qui est le plus faible calculé selon les hypothèses, en 25 ans, le projet pourrait entraîner une réduction de plus de 680 kilotonnes de CO₂ équivalents durant sa vie. Il est cependant important de considérer les limites de cette quantification puisqu'une partie de la réorganisation des circuits de transport en commun servant au rabattement des usagers vers les stations du REM a été négligée dans l'estimation présentée ci-dessus. En effet, les services d'autobus de la STM qui vont être modifiés ou ajoutés n'ont pu être quantifiés. Aussi, les distances sont évaluées en considérant que la destination finale des usagers est la Gare Centrale : comme certains usagers débarqueront du REM avant l'arrivée au centre-ville, il est possible que le bilan final change un peu avec les données origine-destination, qui ne sont pas encore disponibles.

Le projet comporte également un changement d'affectation des sols qui mènera à une légère hausse des émissions de gaz à effet de serre. Les résultats pour les émissions associées à ce changement sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 4-3 : Estimation de l'augmentation des émissions de GES liées au changement d'utilisation des sols

Antenne du REM	Superficie défrichée (ha)	Tonnes carbone enlevées	tonnes de CO ₂ eq.
Antenne Deux-Montagnes	5,1	150	549
Antenne Sainte-Anne-de-Bellevue	9,6	280	1 028
Antenne Aéroport	0,9	27	98
Antenne Rive-Sud	5,5	160	586
Total	21	617	2 261

La hausse des émissions calculée pour le changement d'utilisation des sols est peu significative par rapport au potentiel de réduction des GES du projet.

À ces émissions de GES associées au projet s'ajoutent les émissions résultant des activités de construction des infrastructures du REM. Le Tableau 4-4 présente tant les estimations d'émissions associées au transport des matériaux que celles associées à la consommation de carburant par les équipements mobiles sur les chantiers.



Tableau 4-4 : Estimation des émissions totales résultantes des activités de construction du REM

Matériaux	Tonnes de CO ₂ eq
Béton	3 100
Acier	30
Asphalte	3 000
Carburant	80 800
Total	86 930



L'estimation des émissions de GES associées à la construction du REM ne tient pas compte du cycle de vie complet des matériaux de construction, notamment des émissions associées à la production de l'acier et du béton. Cette approche est cohérente avec le fait de négliger également les économies de production de GES associées à la production de voitures ou autobus qui seront retirés des routes grâce au projet, comme celles associées à la production de matériaux pour la construction ou l'entretien des routes, possiblement moins sollicitées grâce à la présence du REM.



5. Scénarios de réduction des GES

Les calculs et les résultats présentés à la section 4 représentent le scénario de réduction minimale escompté selon les données disponibles à cette étape du projet. Une analyse de sensibilité basée sur différents scénarios possibles a par ailleurs été effectuée en considérant le cas de base du projet pour l'achalandage du train et plusieurs scénarios de réduction pour les véhicules – kilomètres. Le calcul a été effectué en considérant que 150 000 déplacements seront impactés par le train tous les jours (en semaine) et que les déplacements affectés pourraient être de 5 à 35 km par trajet, en véhicule ou en autobus. Les scénarios de réduction calculés pour une utilisation du lundi au vendredi sont présentés dans le Tableau 5-1.

Tableau 5-1 : Scénarios de réduction potentiels par rapport à la distance en transport émetteur de GES évités par jour (T CO₂eq/j)

Scénarios de réduction		Voitures seulement		Bus seulement		20 % voiture - 80 % bus	
km/jour évités	Unités	2021	2031	2021	2031	2021	2031
5 km/pers/jour	tCO ₂ eq./an	46 881	33 989	2 408	1 746	11 303	8 195
10 km/pers/jour	tCO ₂ eq./an	93 763	67 978	4 817	3 492	22 606	16 389
15 km/pers/jour	tCO ₂ eq./an	140 644	101 967	7 225	5 238	33 909	24 584
20 km/pers/jour	tCO ₂ eq./an	187 525	135 956	9 634	6 984	45 212	32 779
25 km/pers/jour	tCO ₂ eq./an	234 406	169 945	12 042	8 731	56 515	40 973
30 km/pers/jour	tCO ₂ eq./an	281 288	203 933	14 451	10 477	67 818	49 168
35 km/pers/jour	tCO ₂ eq./an	328 169	237 922	16 859	12 223	79 121	57 363



Selon les scénarios représentés à titre informatif, il serait peu probable que les scénarios ayant 100 % des déplacements en voiture ou 100 % en autobus soient réalistes, mais cette analyse donne l'ordre de grandeur des différents potentiels de réduction qui pourraient être attribuables au projet. Selon cette évaluation, le scénario qui se rapproche davantage de l'estimation réalisée avec les hypothèses actuelles du projet serait celui avec 20 % de contribution provenant des voitures et 80 % des autobus (moyenne estimée dans le présent exercice) et une réduction de la distance par jour par personne de 15 km : correspondant à des économies de 27 000 à 35 000 t CO₂eq/an. Cette distance de réduction par personne est assez représentative de la distance moyenne effectuée par passager sur le réseau du REM estimée par SDG (novembre 2016) à 15,1 km.

Par contre, cette évaluation ne tient aucunement compte des impacts indirects de l'opération du REM sur la situation du trafic et de la congestion routière dans la région de Montréal. Par exemple, la diminution du trafic aura peut-être un effet inverse et incitera des usagers à prendre leur véhicule. D'un autre côté, une diminution du trafic pourrait avoir un impact positif sur le taux de GES émis par distance parcourue en régulant la vitesse de circulation.

6. Conclusion

En conclusion, le projet du REM permettra une réduction annuelle des GES émis par le transport dans la région de Montréal. Cette réduction devrait totaliser environ 35 000 tonnes de CO₂ équivalent pour la première année d'exploitation du REM. Cependant, ce calcul est basé sur des hypothèses qui ne permettent pas d'évaluer avec précision la réduction totale des GES attribuable au REM. En effet, certaines informations liées aux destinations finales des usagers ne sont pas encore connues. De plus, les trajets d'autobus de la STM qui seront modifiés ou ajoutés au réseau d'autobus n'ont pas été pris en compte puisqu'ils sont actuellement inconnus.

Selon l'estimation actuelle, sur 25 ans d'exploitation, un total d'émission de près de 680 kilotonnes de CO₂ équivalents pourrait être évité. Ces réductions sur une année correspondent à moins de 5 % des émissions totales de GES liées au transport dans la région de la CMM.

En contrepartie, la phase de construction engendrera environ 87 kilotonnes de CO₂ équivalentes qui devront être comptabilisées par le fournisseur IAC.



L'estimation réalisée et les différents scénarios étudiés permettent de conclure que le projet du REM aura un impact faible, mais positif sur les changements climatiques. Le projet offre une alternative de transport verte aux modes de transport existants dans la région de la CMM et permet de faire un pas dans la bonne direction pour atteindre les cibles de réductions de GES pour le Québec. Selon les estimations réalisées dans le présent rapport, un bilan positif, devrait être atteint après seulement deux ans d'exploitation, comme le montre la Figure 6-1 ci-dessous.

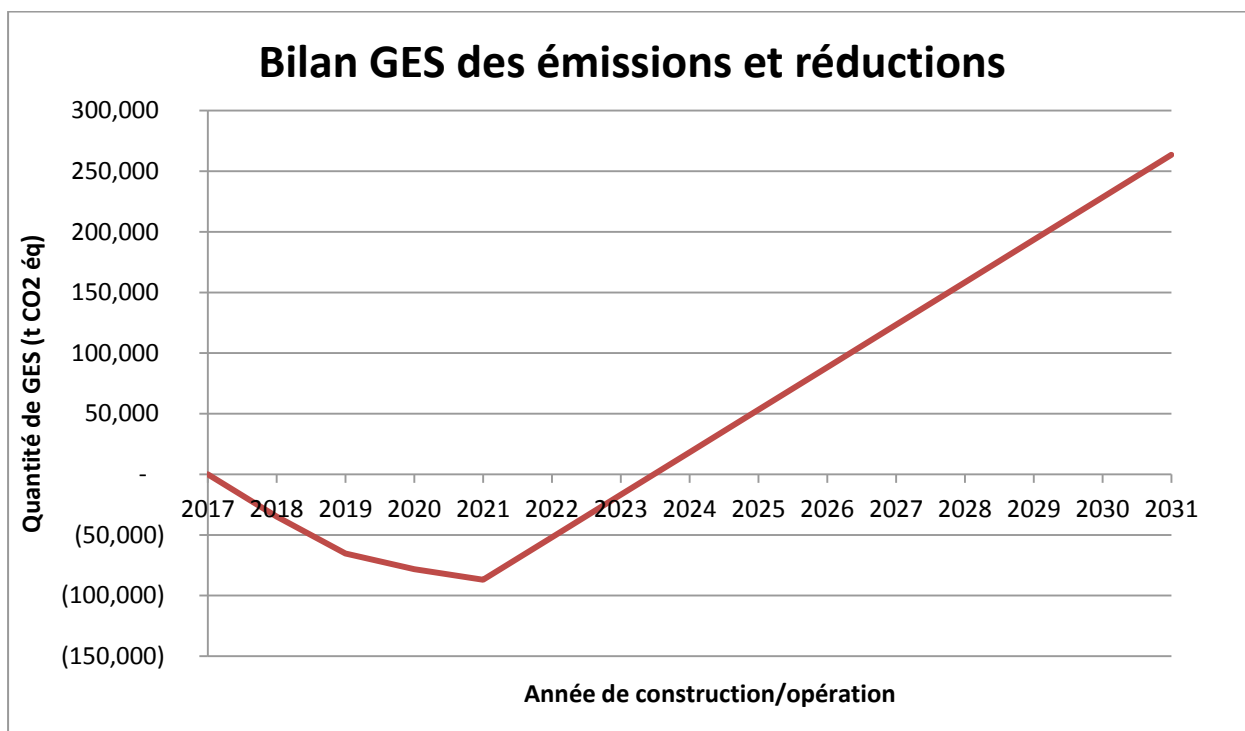


Figure 6-1 : Bilan GES des émissions et réductions durant les phases de construction et d'exploitation



7. Bibliographie

- Boisjoly, L. (2009). *Émissions de gaz à effet de serre (GES) : estimation préliminaire et approche de compensation*. Montréal: Transports Québec, Bureau de projet du complexe Turcot.
- CIMA+. (2016). *Inventaires Biologiques - Rapport final*. Montréal: Pour CDPQ Infra.
- Environnement Canada. (2008). *National inventory report : Greenhouse Gas Sources and Sinks in Canada, 1990-2007*. Gatineau.
- IPCC (GIECC). (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Retrieved 08 24, 2016, from Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use : <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>
- MTMDET. (2013). *Guide de l'analyse avantage-coûts des projets publics en transport. Partie 3 : Paramètres (Valeurs de 2011)*. Retrieved 08 16, 2016, from Données provenant du modèle Mobile6C-MOTREM, version 4b, du SMST: http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/0994556/03_Volume_3.pdf
- MTMDET. (2016, 8 12). RE: Compte-rendu de la rencontre sur les GES pour le REM. *Courriel de Pierre Tremblay du MTMDET*. Montréal.
- Steer Davies Gleave. (2016). *REM Forecasting Report. #22951101*: Pour CDPQ Infra.

Annexe A

Inventaire des émissions de gaz à effet de serre pour la construction des tunnels de l'aéroport et Pointe- Saint-Charles



Tableau 7-1 : Données pour les calculs d'émissions des gaz à effet de serre liées à la construction du tunnel de l'aéroport

<u>Paramètres</u>	<u>Unités</u>	<u>Valeur</u>	<u>Référence</u>
Jours de construction par semaine	jours/sem	7	Hypothèse
Heures par jour tunnel aéroport	h/jour	6	Selon autorisation d'ADM
Heures par jour Technoparc	h/jour	20	Hypothèse
Heures par jour camions	h/jour	20	Hypothèse
Total des journées de travaux	jours	536	Calcul
Vitesse creusage roc	m/jour	20	Vitesse fournie par J. Habimana (Hatch)
Vitesse creusage sol	m/jour	10	Vitesse fournie par J. Habimana (Hatch)
Distance à creuser roc aéroport	m	2 076	Mesurée approximativement par le kmz du tracé
Durée roc aéroport	jours	415	
Distance à creuser roc Technoparc	m	200	Mesurée approximativement par le kmz du tracé
Durée roc Technoparc	jours	12	
Distance à creuser sol Technoparc	m	700	Mesurée approximativement par le kmz du tracé
Durée sol Technoparc	jours	84	
Distance tranchée	m	500	Mesurée approximativement par le kmz du tracé
Durée tranchée	jours	25	Hypothèse
Distance tunnel total	m	2 976	
Distance tunnel total	km	2,98	
Diamètre tunnel interne	m	7,25	Dessins fournis par S. Azammam
Diamètre tunnel externe	m	7,85	Dessins fournis par S. Azammam
Distance linéaire béton préfabriqué	m.l.	2 825	Données fournies par I. Manzo
Volume béton tunnel	m ³	20 102	Calculé par les rayons internet et externe prévus
Distance linéaire tracé	m	155 000	Données fournies par I. Manzo
Masse acier tracé	kg	15 390 000	Données fournies par I. Manzo
Acier/km de tracé	kg/m	99,3	
Liste des équipements mobiles			Liste établie lors d'une réunion d'ingénierie
Boueur D6	Qté	1	
Excavatrice CAT6030	Qté	1	
Chargeuse CAT 990H	Qté	2	
Équipements mobiles - puissance			
Boueur D6	kW	97	CATD6
Excavatrice CAT211	kW	70	CAT211

<u>Paramètres</u>	<u>Unités</u>	<u>Valeur</u>	<u>Référence</u>
Chargeuse CAT 938M	kW	140	CAT938M
Utilisation prévue			
Bouteur D6	h/unité/période	360	(2 mois d'utilisation max. pour l'installation des murs étanches, le défrichage et la construction de la tranchée)
Excavatrice CAT6030	h/unité/période	360	(2 mois d'utilisation max. pour l'installation des murs étanches, le défrichage et la construction de la tranchée)
Chargeuse CAT 990H	h/unité/période	4 911	
<u>Facteurs de puissance</u>			
Bouteur D6	%	59 %	US EPA (2010). Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling NR-005d
Excavatrice CAT6030	%	59 %	US EPA (2010). Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling NR-005d
Chargeuse CAT 990H	%	59 %	US EPA (2010). Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling NR-005d
<u>Quantité d'énergie</u>			
Bouteur D6	kWh	20 603	
Excavatrice CAT6030	kWh	14 868	
Chargeuse CAT 990H	kWh	811 330	
<u>Quantité de carburant nécessaire</u>			
Bouteur D6	L	1 969	
Excavatrice CAT6030	L	1 421	
Chargeuse CAT 990H	L	77 540	
<u>Génératrice pour éclairage</u>			
Appareil d'éclairage (CPLT V15 light tower)	Qté	6	
Puissance	kW	-	
Consommation diesel	gal/h	0,6	http://www.constructionequipment.com/chicago-pneumatic-cplt-v15-light-tower-kubota-tier-4-engine
Conversion gal - L	L/gal	3,8	
Consommation diesel	L/h	2,1	
Consommation totale diésel	L	50 153	Calculé
Heures d'utilisation en moyenne par jour	h/j	12	Hypothèse selon travaux 20 h par jour
Utilisation totale par période	h/période	3 943	Calculé
<u>TRANSPORT DES MATÉRIAUX</u>			
Capacité camion	t	25	Hypothèse

<u>Paramètres</u>	<u>Unités</u>	<u>Valeur</u>	<u>Référence</u>
Capacité d'un camion de transport de béton	m ³	15	Hypothèse
Volume des matériaux			
Quantité de roc (aéroport)	m ³	98 213	B. Choi (HATCH) rév. 1
Quantité de roc (technoparc)	m ³	28 700	B. Choi (HATCH) rév. 1
Quantité de roc (trench)	m ³	11 850	B. Choi (HATCH) rév. 1
Quantité de sol (trench2)	m ³	147 850	B. Choi (HATCH) rév. 1
Quantité de sol (trench1)	m ³	103 835	B. Choi (HATCH) rév. 1
Densité des matériaux			
			Engineering Toolbox
Densité roc	t/m ³	2,7	Granite
Densité sol	t/m ³	1,4	
Densité argile	t/m ³	2,2	
Densité sable	t/m ³	1,95	Sable humide
Densité gravier	t/m ³	2,0	Gravier humide
Densité béton	t/m ³	2,4	http://www.engineeringtoolbox.com/concrete-properties-d_1223.html
Masse des matériaux			
Quantité de roc (aéroport)	t	265 175	
Quantité de roc (Technoparc)	t	77 490	
Quantité de roc (trench)	t	31 995	
Quantité de sol (trench2)	t	206 990	
Quantité de sol (trench1)	t	145 369	
Masse des matériaux de construction requis			
Quantité de béton	m3	11 085	Données fournies par I. Manzo
Quantité d'acier	t	591	
Quantité béton préfabriqué	t	48 244	
Trajet			
Distance camion domaine de modélisation (route pavée)	km	2,8	2,8 km par trajet simple (Google Map)
Distance camion livraison/matériel (route pavée)	km	25,0	Distance moyenne supposée pour un trajet (km)
TRAVAUX HORAIRE AÉROPORT			
Camion de matériel			
Nb de trajets (aller-retour)	trajets	13 789	Calculé avec foisonnement de 30 %
Nb de trajets simple	trajets	27 578	Calculé avec foisonnement de 30 %

<u>Paramètres</u>	<u>Unités</u>	<u>Valeur</u>	<u>Référence</u>
Nb de trajets par jour	trajets/j	66	
Nb trajets par heure	trajets/h	11	
Nb de km total parcouru	km	689 455	
<u>TRAVAUX HORAIRE TECHNOPARC</u>			
Camion de matériel			
Nb de trajets (aller-retour)	trajets	24 016	<i>Calculé avec foisonnement de 30 %</i>
Nb de trajets simple	trajets	48 032	<i>Calculé avec foisonnement de 30 %</i>
Nb de trajets par jour	trajets/j	397	
Nb trajets par heure	trajets/h	20	
Nb de km total parcouru	km	1 200 794	
CAMION DE BÉTON			
Nb de trajets (aller-retour)	trajets	739	
Nb de trajets simple	trajets	1 478	
Nb de km total parcouru	km	36 950	
CAMION D'ACIER			
Nb de trajets (aller-retour)	trajets	24	
Nb de trajets simple	trajets	47	
Nb de km total parcouru	km	1 182	
CAMION DE BÉTON PRÉFABRIQUÉ			
Nb de trajets (aller-retour)	trajets	1 930	
Nb de trajets simple	trajets	3 860	
Nb de km total parcouru	km	96 489	

Tableau 7-2 : Données pour les calculs d'émissions des gaz à effet de serre liées à la construction du tunnel de Pointe-Saint-Charles

<u>Paramètres</u>	<u>Unités</u>	<u>Valeur</u>	<u>Référence</u>
<u>GÉNÉRAL</u>			
Jours de construction par semaine	jours/sem	7	Donnée projet
Heures par jour	h/jour	20	Hypothèse
Distance à creuser par tunnelier	m	2500	Estimée par le plan kmz
Distance à creuser par tunnelier			
Vitesse du tunnelier	m/jour	10	Fournie par J. Habimana pour le sol
Vitesse du tunnelier	m/20 h	8,3	
Période de construction prévue	jours	300	Estimation
Distance linéaire tracé	m	155 000	Données fournies par I. Manzo
Masse acier tracé	kg	15 390 000	Données fournies par I. Manzo
Acier/km de tracé	kg/m	99	
Diamètre tunnel intérieur	m	6,40	Dessins fournis par S. Azammam
Diamètre tunnel extérieur	m	7,00	Dessins fournis par S. Azammam
Distance linéaire béton préfabriqué	m.l.	8 760	Données fournies par I. Manzo
Volume béton tunnel	m ³	55 316	Calculé par les rayons interne et externe prévus
<u>Liste des équipements mobiles</u>			
<u>Chantier Nord</u>			
Chargeuse CAT 990H	Qté	1	
Camion	Qté	1	
<u>Chantier Sud</u>			
Chargeuse CAT 990H	Qté	2	
Camion	Qté	1	
<u>Puissance</u>			
Chargeuse CAT 938M	kW	140	CAT938M
<u>Utilisation prévue</u>			
Chargeuse CAT 990H	h/unité/période	6 000	
<u>Facteur de puissance</u>			
Chargeuse CAT 990H	%	59 %	US EPA (2010). Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling NR-005d
<u>Quantité d'énergie</u>			

<u>Paramètres</u>	<u>Unités</u>	<u>Valeur</u>	<u>Référence</u>
Chargeuse CAT 990H	kWh	1 486 800	
<u>Quantité de carburant nécessaire</u>			
Chargeuse CAT 990H	L	142 096	
<u>Génératrice pour éclairage</u>			
Appareil d'éclairage (CPLT V15 light tower)	Qté	6	
Puissance	kW	-	
Consommation diesel	gal/h	0,6	http://www.constructionequipment.com/chicago-pneumatic-cplt-v15-light-tower-kubota-tier-4-engine
Conversion gal - L	L/gal	3,8	
Consommation diesel	L/h	2,1	
Consommation totale diésel	L	45 788	
Heures d'utilisation en moyenne par jour	h/j	12,0	Hypothèse
Utilisation totale par période	h/période	3 600	Calculé
<u>TRANSPORT DES MATÉRIAUX</u>			
Capacité camion	t	25	Hypothèse
Capacité d'un camion de transport de béton	m ³	15	Hypothèse
<u>Volume des matériaux</u>			
Déblais 1 (roc)	m ³	265 317	K. Poitras-Lafrance (CIMA)
Déblais 2 (sols contaminés)	m ³	215 461	K. Poitras-Lafrance (CIMA)
Déblais 3 (sols non contaminés)	m ³	106 575	K. Poitras-Lafrance (CIMA)
Remblais	m ³	32 395	K. Poitras-Lafrance (CIMA)
<u>Densité des matériaux</u>			
			Engineering Toolbox
Densité roc	t/m ³	2,7	Granite
Densité sol	t/m ³	1,4	
Densité argile	t/m ³	2,2	
Densité sable	t/m ³	1,95	Sable humide
Densité gravier	t/m ³	2,0	Gravier humide
Densité béton	t/m ³	2,4	http://www.engineeringtoolbox.com/concrete-properties-d_1223.html
<u>Masse des matériaux</u>			
Déblais 1 (roc)	t	716 356	
Déblais 2 (sols contaminés)	t	301 645	
Déblais 3 (sols non contaminés)	t	149 205	

<u>Paramètres</u>	<u>Unités</u>	<u>Valeur</u>	<u>Référence</u>
Remblais	t	45 353	
Hypothèse de sortie des matériaux			
Quantité de matériaux du chantier nord	%	20,00	G. Lavoie (CIMA)
Quantité de matériaux du chantier sud	%	80,00	G. Lavoie (CIMA)
Masse des matériaux de construction requis			
Quantité de béton	m ³	68 851	<i>Données fournies par I. Manzo</i>
Quantité d'acier	t	496	Calculé
Quantité béton préfab.	t	132 758	Calculé
Trajets camion			
Distance camion livraison/matériel (route pavée)	km	25,0	<i>Distance moyenne supposée pour un trajet (km)</i>
Trajets			
<u>Trajet 1 - Sortie tunnel nord (Dalhousie)</u>			
Contenu en silt moyen du trajet	g/m ²	0,60	Silt route secondaire
Distance camion domaine de modélisation (route pavée)	km	0,38	Trajet inclus dans le domaine de modélisation estimé par Google Map
Nb de trajets (aller-retour)	trajets	12 611	Calculé avec foisonnement 30 %
Nb de trajets simple	trajets	25 221	Calculé
Nb de trajets/h	trajets/h	4,20	
Nb de km total parcouru en construction	km	630 531	
<u>Trajet 2 - Sortie tunnel sud (Fernand-Séguin)</u>			
Contenu en silt moyen du trajet	g/m ²	0,60	Silt route secondaire
Distance camion domaine de modélisation (route pavée)	km	1,80	Trajet inclus dans le domaine de modélisation estimé par Google Map
Nb de trajets (aller-retour)	trajets	50 442	Calculé avec foisonnement 30 %
Nb de trajets simple	trajets	100 885	Calculé
Nb de trajets/h	trajets/h	17	
Nb km total parcouru en construction	km	2 522 123	
CAMION DE BÉTON			
Nb de trajets (aller-retour)	trajets	4 590	
Nb de trajets simple	trajets	9 180	
Nb de km total parcouru	km	229 503	

<u>Paramètres</u>	<u>Unités</u>	<u>Valeur</u>	<u>Référence</u>
CAMION D'ACIER			
Nb de trajets (aller-retour)	trajets	20	
Nb de trajets simple	trajets	40	
Nb de km total parcouru	km	993	
CAMION DE BÉTON PRÉFABRIQUÉ			
Nb de trajets (aller-retour)	trajets	5 310	
Nb de trajets simple	trajets	10 621	
Nb de km total parcouru	km	265 516	

Tableau 7-3 : Facteurs d'émissions de gaz à effet de serre

<u>Paramètres</u>	<u>Unités</u>	<u>Valeur</u>	<u>Référence</u>
Facteurs d'émission pour les équipements mobiles hors route pour les puissances de 130 à 560 kW			Non-road diesel engine emission standards (Tier 4)
CO	g/kWh	3,5	
NO _x	g/kWh	0,4	
SO ₂	g/kWh	0,007	EPA SO ₂ equation p.10 avec norme canadienne du diesel (contenu 0.0015%)
VOC	g/kWh	0,19	
PM	g/kWh	0,02	
Valeur calorifique du diesel	TJ/Gg	43	IPCC Guidance on GHG Reporting Energy Volume Table 1.2
Densité du diesel	g/L	876	<i>Knovel Critical Tables (2nd Edition) Basic Physical Properties of Chemical Compounds</i>
Valeur calorifique volumique	kJ/L	37 668	Calculs basés sur l'IPCC et valeurs de Knovel
Conversion kWh à L de diesel	L/kWh	0,096	Litres de diesel requis pour produire 1 kWh
Potentiel de réchauffement planétaire PRP (MDELCC)			
Facteur de conversion en CO₂ eq.			RDOCECA
CH ₄	-	21	http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/Q-2.%20r.%2015
N ₂ O	-	310	http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/Q-2.%20r.%2015
Facteur d'émission pour camions en mouvement			Courriel du MTMDET (P. Tremblay)
Camion lourd en mouvement	g CO ₂ eq/km	1 195	Taux issus de Moves 2014 adapté par MTMDET
Facteur d'émission pour combustion du diesel			
CO ₂	g/L	2 663	
CH ₄	g/L	0,13	
N ₂ O	g/L	0,4	
Global	g/L	2 790	
Facteurs d'émission pour équipements mobiles (hors route)			
CO ₂	kg/gal	10,2	http://www.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/emission-factors_2014.pdf
CH ₄	g/gal	0,57	http://www.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/emission-factors_2014.pdf
N ₂ O	g/gal	0,26	http://www.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/emission-factors_2014.pdf
Conversion au système métrique	L/gal	3,79	
CO ₂	g/L	2 697	

<u>Paramètres</u>	<u>Unités</u>	<u>Valeur</u>	<u>Référence</u>
CH ₄	g/L	0,15	
N ₂ O	g/L	0,07	
Global	kg/L	2,72	

Tableau 7-4 : Kilométrage parcouru par les camions de transport (km)

	Tunnel de l'Aéroport	Tunnel Pointe-Saint-Charles
Transport de matériel	1 890 250	3 152 654
Transport du béton	36 950	229 503
Transport du béton préfabriqué	96 489	265 516
Transport de l'acier	1 182	993

Tableau 7-5 : Consommation de diesel par les équipements hors-route (L)

	Tunnel de l'aéroport	Tunnel Pointe-Saint-Charles
Consommation bouteurs	1 969	-
Consommation chargeuses	77 540	142 096
Consommation excavatrices	1 421	-
Consommation génératrices	50 153	91 577

Tableau 7-6 : Émissions de GES en t CO₂eq en phase de construction des deux tunnels

	Tunnel de l'aéroport	Tunnel Pointe-Saint-Charles
Sources mobiles	220	387
Sources fixes	140	255
Camionnage (transport)	2 420	4 360
Total	2 780	5 002

HATCH

CDPQ Infra

Réseau électrique métropolitain (REM)

5 Place Ville-Marie, 10^e étage
Montréal (Qc) H3B 2G2