

RAPPORT FINAL

Émissions de gaz à effet de serre du REM, phase exploitation



Référence du client : 01-886BCAAF14-SYSTRARAPP-ENV-00001

Référence de SYSTRA Canada : 20550-GERT-0002_A

CDPQ Infra

Préparé pour :

Projet REM s.e.c

Rapport soumis le :

2022-12-16

Information générale

Révision	03
Date	2022-12-16
Préparé par	LA
Révisé par	DR
Approuvé par	JO
Commentaires	Rapport final

- | | | |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Préliminaire/Vérification interne | <input type="checkbox"/> Soumis pour information | <input type="checkbox"/> Émis pour révision et commentaires |
| <input checked="" type="checkbox"/> Soumis pour approbation | <input type="checkbox"/> Diffusé pour offre | <input type="checkbox"/> Soumis pour achat |
| <input type="checkbox"/> Soumis pour construction/implémentation | <input type="checkbox"/> Annulé | <input type="checkbox"/> Tel que construit |

Préparé par :



Louis Alligier

Expert environnemental



Quentin Chasserieu

Expert modélisation



Avec la participation de :

Simon Fortin

Modélisateur de la demande de transport

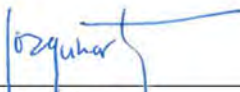
Révisé par :



Didier Rancourt

Expert environnemental

Approuvé par :



Joaquin Ortiz

Chef de projet



Identification

DU DOCUMENT

RAPPORT FINAL

Émissions de gaz à effet de serre du REM, phase exploitation

Référence Client :
01-886BCAAF14-SYSTRARAPP-ENV-00001

Référence SYSTRACanada :
20550-GERT-0002_A

Table *des* matières

ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES	1
1 INTRODUCTION	2
2 MÉTHODOLOGIE	3
2.1 GES ET PARTICULES EN SUSPENSIONS CONSIDÉRÉS	3
2.2 SOURCES D'ÉMISSIONS PRISES EN COMPTE	4
3 MÉTHODES DE QUANTIFICATION DES GES	4
3.1 TRANSPORT DE PERSONNE ET DE MARCHANDISES	5
3.2 MODES TRANSPORTS EN COMMUN	7
3.3 CLIMATISATION DES RAMES	8
3.4 ENTRETIEN DE LA PLATEFORME	8
3.5 CHAUFFAGE DES STATIONS ET DES AIGUILLAGES	8
3.6 FACTEURS D'ÉMISSION CONSIDÉRÉS	9
4 BILAN DES ÉMISSIONS DE GES ÉVITÉES EN PHASE EXPLOITATION	10
5 CONCLUSION	10

Liste des Tableaux

Tableau 1 -GES considérés en phase exploitation	3
Tableau 2 – Sources d’émissions prises en compte	4
Tableau 3 – Émissions de GES (CO2 eq) des véhicules en circulation (journée type en 2036)	6
Tableau 4 – Hypothèses de trafic transport en commun (TC)	7
Tableau 5 – Nombre de stations et d’aiguillages	8
Tableau 6 – Facteurs d’émissions considérés.....	9
Tableau 7 – Bilan des émissions de GES évitées par mode et par année grâce à l'arrivée du REM.....	10
Tableau 8 – Définition des niveaux de service NS1 pour la mise en service du REM entre 2022 et 2032 et du niveau de service NS2 après 2033	12
Tableau 9 – Identification du report modal en nombre de véhicules.kilomètres de chaque étude	16
Tableau 10 – Différences principales entre les études de HATCH (2017) et SYSTRA Canada (2022).....	17

Liste des Figures

Figure 1 - Tracé du REM et échéancier de mise en œuvre par tronçon.....	2
Figure 2 – Report modal en PPAM du REM à l’horizon 2036 selon le modèle multimodal du Grand Montréal	17

Liste des Annexes

Annexe A : Définition des niveaux de service NS1 et NS2 du REM

Annexe B : Note technique de comparaison des études d’analyse des émissions GES du REM, Hatch 2017 et SYSTRA Canada 2022

Appendix 1 : Résultats des variations des veh.km du modèle MOTREM-MOVES d’après le report modal de la modélisation QUETZAL

Appendix 2 : Distribution journalière des déplacements évités des usagers de véhicules légers

ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

CDPQ Infra	Caisse de dépôt et placement du Québec Infrastructure
CH ₄	Méthane
CLO	Camion lourd
CN	Carbone noir
CO ₂	Dioxyde de carbone
CO ₂ eq	Dioxyde de carbone équivalent
CRG	Camion régulier
ECCC	Environnement et changement climatique Canada
GES	Gaz à effet de serre
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MOTREM	Modèle de Transport urbain de la Région de Montréal
MOVES3	<i>Motor Vehicle Emission Simulator</i>
MTQ	Ministère des Transports du Québec
N ₂ O	Oxyde nitreux
NS	Niveaux de service : intervalles entre deux rames
PM _{2.5}	Particules en suspension de moins de 2,5 microns
QUETZAL	Outil de simulation des déplacements de transports
REM	Réseau express métropolitain
VLP	Véhicule léger particulier
VLC	Véhicule léger commercial
TC	Transport en commun

1 INTRODUCTION

Dans le cadre du développement du projet REM, CDPQ Infra son propriétaire, a voulu quantifier les impacts et gains qu'un tel projet aura sur l'environnement du Grand Montréal une fois il sera mis en service de manière progressive.

Il est à noter que CDPQ Infra avait réalisé une étude des GES dans le cadre de l'Étude d'impact réalisée pour le REM en 2016-17 (Hatch, 2017). L'étude d'Hatch incluait un volet des GES émis en phase de Construction. La présente étude ne comprend que les GES en phase Exploitation.

Ce rapport présente par conséquent le bilan des émissions de gaz à effet de serre (GES) lié à la phase d'exploitation du Projet du REM. Ce projet consiste en la réalisation sur le territoire du Grand Montréal, d'un métro léger électrique à conduite automatisée. Le REM se déploiera par phase avec la mise en place d'un premier tronçon entre Brossard et la Gare Centrale, puis la constitution d'un tronc commun entre Brossard et Bois-Franc à partir duquel trois branches se déploieront respectivement vers Deux-Montagnes, Anse-à-l'Orme et YUL-Aéroport-Montréal-Trudeau. Il comptera à terme 26 stations pour une longueur de plateforme de l'ordre de 65 km à laquelle viennent s'ajouter les raccordements aux ateliers-dépôts d'Anse-à-l'Orme et de Mascouche, portant la longueur totale de plateforme à 67 km.

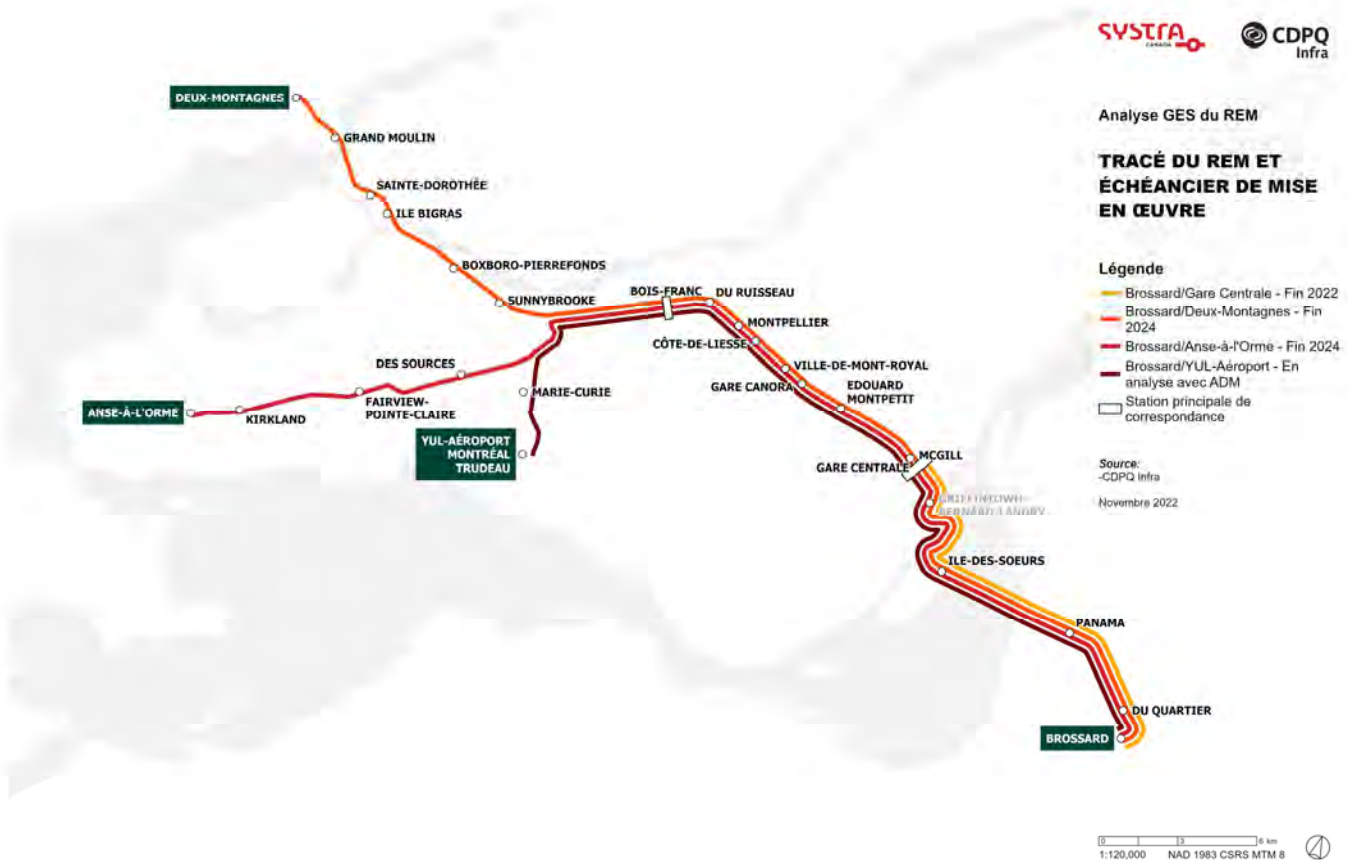


Figure 1 - Tracé du REM et échéancier de mise en œuvre par tronçon

Pour cela, CDPQ Infra a eu l'appui et la contribution de la Direction de la modélisation des systèmes de transport du MTQ et du Département de modélisations de transport de SYSTRA Canada. Le MTQ a fourni les estimations des émissions de CO₂ évitées dans la circulation des véhicules légers et des camions par le biais de simulations

réalisées avec le logiciel MOVES de l'impact du report modal des déplacements qui se produira à la suite de la mise en service du projet REM.

2 MÉTHODOLOGIE

L'évaluation des émissions de GES générées par le Projet a été réalisée pour répondre aux éléments présentés dans le document « Les changements climatiques et l'évaluation environnementale – Guide à l'intention de l'initiateur de projet » publié en 2021 par le MELCC. Ce guide fournit des préconisations sur les méthodes et les paramètres à prendre en compte pour l'évaluation, tels que les GES à considérer, le périmètre d'analyse, les sources d'émissions, les méthodes de quantification et les mesures d'évitement et de réduction.

2.1 GES ET PARTICULES EN SUSPENSIONS CONSIDÉRÉS

Les potentiels de réchauffement planétaire (PRP) des GES considérés dans cette évaluation et celui du carbone noir sont présentés dans le tableau ci-après et issus du Guide à l'intention de l'initiateur de projet.

Tableau 1 -GES considérés en phase exploitation

GES	Potentiel de réchauffement planétaire (PRP)
Dioxyde de carbone (CO ₂)	1
Méthane (CH ₄)	25
Oxyde nitreux (N ₂ O)	298
Hexafluorure de soufre (SF ₆)	22 800
Hydrofluorocarbures (HFC) – type R407-C ¹	1 624
Carbone noir	900

Les potentiels considérés sont ceux du rapport AR4 du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Ces potentiels permettent de convertir les émissions de chaque GES en tonne de CO₂-équivalent.

Les émissions de carbone noir ne sont pas comptabilisées dans cette évaluation.

- Le carbone noir est un aérosol généré par les systèmes de combustion fixes et mobiles. Les méthodes de quantification sont basées sur une estimation des émissions de particules fines (PM2.5) qui sont ensuite converties au moyen d'un facteur de spéciation des émissions de carbone noir.

¹ Le réfrigérant R407c est un mélange d'hydrofluorocarbures R134a (52%), R125 (25%) et R32 (23%)

- La nature des éléments fournis par le MTQ dans le cadre de l'utilisation conjointe du modèle MOTREM (prévisions de trafic) et du logiciel MOVES (simulation des émissions du parc de véhicules), décrit dans la suite du document, ne permet pas de quantifier les émissions de carbone noir attribuables aux systèmes de combustion mobiles en phase exploitation.
- Seule l'estimation en termes de CO₂-eq a été produite.

2.2 SOURCES D'ÉMISSIONS PRISES EN COMPTE

La liste des sources d'émissions de GES considérées dans cette évaluation est présentée dans le tableau ci-après.

Tableau 2 – Sources d'émissions prises en compte

Activité	Source	GES considéré						
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SF ₆	NF ₃	HFC	PFC
Transport de personne	Émissions de GES attribuables à la consommation d'énergie électrique	✓	✓	✓				
	Émissions de GES liées au report modal	✓	✓	✓				
	Émissions de GES liées aux effets de la décongestion sur les véhicules en circulation	✓	✓	✓				
Transport de marchandises	Émissions de GES liées aux effets de la décongestion sur les véhicules en circulation	✓	✓	✓				
Climatisation des voitures de métro	Émissions fugitives des systèmes de climatisation embarquées du matériel roulant						✓	
Déneigement du réseau REM	Émissions de GES attribuables aux systèmes de combustion mobile	✓	✓	✓				
Consommation d'énergie par les stations, aiguillages	Émissions de GES attribuables à l'utilisation d'énergie électrique	✓	✓	✓	✓			

3 MÉTHODES DE QUANTIFICATION DES GES

Cette section détaille pour chaque source d'émissions listée dans le Tableau 2 la méthode de quantification des émissions de GES en s'appuyant sur le document « Guide de quantification des émissions de GES » publié en 2019 par le MELCC.

Les émissions de GES sont quantifiées pour chacune de ces sources de manière différentielle, en calculant les variations de trafic (véhicules*kilomètres) ou d'émissions de CO₂-eq entre la situation de référence (sans le REM) et la situation de projet (avec le REM).

3.1 TRANSPORT DE PERSONNE ET DE MARCHANDISES

3.1.1 Fiche scénario

Pour la phase d'exploitation, la quantification des émissions de GES repose d'abord sur la combinaison des données de trafic modélisées et d'une exploitation de ces données réalisée par le MTQ en utilisant le modèle MOTREM couplé au logiciel MOVES.

Ce processus permet de calculer conjointement à l'horizon 2036 :

- L'effet du report modal sur les GES : le transfert d'une partie de l'achalandage de la voiture vers le REM va entraîner une diminution des déplacements réalisés en véhicules légers;
- L'effet de la décongestion de la voirie sur les GES : la diminution du trafic routier générée par le report modal permet de fluidifier le trafic et de diminuer les consommations des véhicules en circulation (véhicules légers particuliers et commerciaux, camions réguliers et lourds).

Les deux scénarios simulés sont les suivants :

- Scénario de 2036 de référence « sans REM » ni aucune restructuration du réseau bus associée.
- Scénario de 2036 « avec REM » et la restructuration des bus et trains associée.

3.1.1.1 Codification du scénario 2036 sans REM

Le scénario 2036 sans REM inclut les évolutions des réseaux routiers et de transports en commun tels que :

- Le prolongement de la ligne bleue;
- L'implémentation du SRB Pie IX;
- L'électrification progressive du parc d'autobus sur la base de l'objectif du Plan climat Montréal 2030 qui prévoit à cette date une électrification totale du parc (100% de bus électriques).

3.1.1.2 Différences entre le scénario 2036 de référence et 2036 sans REM

Le scénario 2036 de référence utilisé dans les simulations comprend les évolutions additionnelles suivantes :

- Mise en service du REM.
- Modification du réseau de trains de banlieue d'EXO :
 - Mise hors service (suppression) de la ligne Deux-Montagnes;
 - Coupure de la ligne Mascouche à la station Côte-de-Liesse pour une correspondance avec le REM.
- Restructuration des bus notamment au niveau du pont Samuel-de-Champlain.

En conséquence, le scénario 2036 sans REM présente une offre de transport intermédiaire entre la situation de référence 2018 et la situation de référence 2036 avec le REM.

3.1.1.3 Calcul des émissions sur la période 2023-2036

Les gains d'émissions liées au report modal et à la décongestion de la voirie sont reconstitués entre 2023 et 2035 :

- À partir des tonnes de CO₂-eq estimées pour 2036 : ces valeurs quotidiennes sont annualisées en appliquant un coefficient de 260 jours d'exploitation par an ;
- Au prorata de l'évolution (v*km) des circulations commerciales du REM sur la période 2023-2035 : ces valeurs quotidiennes sont converties en circulations appliquant un coefficient de haut le pied (marches effectuées à

vide, c'est-à-dire sans passagers, pour le positionnement des rames sur le réseau à partir de ces ateliers dépôts en début de service, le retour des rames aux ateliers-dépôts en fin de service et les opérations de maintenance sur les rames) de 3 %, puis annualisées en appliquant un coefficient de 260 jours d'exploitation par an.

Le tableau ci-après détaille ces émissions sur une journée type en 2036 : il détaille heure par heure les émissions de GES générées par les véhicules légers particuliers (VLP) et commerciaux (VLC) et les camions réguliers (CRG) et lourds (CLO). La différence entre le scénario « sans REM » et « avec REM » correspond au gain lié au report modal des usagers de la voiture vers le REM ainsi qu'à l'effet de ce report sur la décongestion (diminution des consommations).

Tableau 3 – Émissions de GES (CO₂ eq) des véhicules en circulation (journée type en 2036)

Source : Simulations MOVES du MTQ 24/08/2022 sur la base des résultats de modélisation de l'intégration du REM au réseau TC du Grand Montréal

VLP : véhicule léger particulier, VLC : véhicule léger commercial, CRG : camion régulier, CLO : camion lourd

Heure	Référence « sans REM » 2036					Transfert modal « avec REM » 2036				
	VLP	VLC	CRG	CLO	Total	VLP	VLC	CRG	CLO	Total
0	69	29	16	53	168	69	29	16	53	168
1	27	21	13	43	105	27	21	13	43	105
2	25	16	12	39	91	25	16	12	39	91
3	26	17	14	50	108	26	17	14	50	108
4	108	20	31	97	256	107	20	31	97	256
5	443	39	75	118	675	441	39	75	118	672
6	808	97	160	206	1270	784	96	159	204	1243
7	1347	102	211	271	1931	1299	102	207	268	1876
8	882	210	211	276	1579	853	208	207	273	1542
9	526	227	227	314	1295	517	225	225	312	1279
10	485	482	246	383	1596	480	481	245	382	1588
11	453	509	242	377	1581	449	508	241	376	1574
12	456	481	211	340	1488	453	480	211	340	1483
13	469	540	248	369	1626	467	539	247	369	1623
14	642	498	260	373	1773	637	497	260	373	1768
15	1066	272	234	316	1888	1035	271	231	313	1850
16	1596	137	227	302	2262	1542	136	223	298	2198
17	1242	320	157	229	1949	1189	316	153	225	1883
18	633	428	97	165	1323	611	423	95	164	1293
19	358	401	63	124	946	353	398	62	124	937
20	285	194	53	158	691	282	194	53	158	686

Référence « sans REM » 2036						Transfert modal « avec REM » 2036				
21	278	172	38	126	614	276	171	38	125	611
22	186	123	27	88	424	184	123	27	88	422
23	120	83	18	58	280	119	83	18	58	278
TOTAL	12 532	5420	3092	4875	25 920	12225	5394	3065	4851	25 535

3.2 MODES TRANSPORTS EN COMMUN

Les émissions générées par les services de transport en commun sont également considérées. Le tableau ci-après présente les hypothèses retenues dans le cadre de cette étude en détaillant le phasage. L'évolution des niveaux de service (NS) est prise en compte. Le niveau de service est caractérisé par l'intervalle de temps entre deux rames et il définit donc la fréquence de passage aux arrêts en période de pointe comme en période creuse varient sur les différentes sections et selon le créneau horaire.

- Les niveaux de service 1 (NS1) s'appliquent entre 2022 et 2032;
- Les niveaux de service 2 (NS2) s'appliquent à partir de 2033 avec un renforcement de l'offre de transport proposée par le REM.

Tableau 4 – Hypothèses de trafic transport en commun (TC)

Tronçons en exploitation	Brossard-Gare-Centrale	Brossard-Deux-Montagnes-Anse-à-l'Orme		Brossard-YUL
		Brossard Deux-Montagnes	Brossard-Anse-à-l'Orme	
Année de mise en service	Fin 2022	Fin 2024		Début 2027 ²
Longueur de plateforme exploitée (km additionnels construits totalisant 67 km)	16.13	45.93	47.44	38.06
		93.37		
V*km/j commerciaux REM* (NS1) ³	3 694	10 753	7 727	6 152
V*km/j commerciaux REM* (NS2) ⁴	S.O.	12 560	8 845	7 041
Delta V*km/j train	- 1 350			
Delta V*km/j métro	0 (pas de variation de l'offre)			
Delta V*km/j bus	+ 798 (non pris en compte, car non dimensionnant)			

² Hypothèse de SYSTRA Canada

³ Définition de NS1 et NS2 : niveaux de service 1 et 2 selon l'offre du REM établie par des intervalles de service pour chaque période de la journée et pour les horizons 2023-2032 (NS1) et 2033 et plus (NS2), voir les détails dans l'Annexe A : « Définition des niveaux de service NS1 et NS2 du REM »

⁴ Idem

3.3 CLIMATISATION DES RAMES

Les émissions fugitives des systèmes de climatisation embarquées dans les voitures du REM sont comptabilisées à partir des préconisations du guide de quantification et sur la base des hypothèses suivantes :

- Chacune des voitures du parc est équipée de deux climatiseurs d'une puissance de 30 kW. Le fluide frigorigène utilisé est un mélange d'hydrofluorocarbures (HFC);
- Pour les fins de l'évaluation des GES, il est supposé qu'il s'agisse du R407-C (0.56 kg/kW), composé d'hydrofluorocarbures R134a (52 %), R125 (25 %) et R32 (23 %);
- Il est supposé que les équipements aient été remplis par le manufacturier (aucune perte initiale). L'hypothèse de consommation annuelle de fonctionnement est établie à 10 % de la charge initiale.

3.4 ENTRETIEN DE LA PLATEFORME

L'entretien de la plate-forme en exploitation est réalisé en comptabilisant les consommations liées à la circulation d'un locotracteur pour le déneigement de la plate-forme en période hivernale. Le calcul consiste à reconstituer le nombre de kilomètres parcourus à partir des activités de déneigement prévues dans l'exploitation du REM.

3.5 CHAUFFAGE DES STATIONS ET DES AIGUILLAGES

La consommation d'énergie liée au chauffage des stations de surface et des aiguillages en période hivernale est réalisée sur la base du nombre de stations et d'aiguillages et activités de déneigement prévues dans l'exploitation du REM.

Le tableau ci-après détaille le nombre d'aiguillages et de stations pour les différentes phases du projet.

Tableau 5 – Nombre de stations et d'aiguillages

Tronçons en exploitation	Brossard-Gare-Centrale	Brossard-Deux-Montagnes-Anse-à-l'Orme		Brossard-YUL
		Brossard-Deux-Montagnes	Brossard-Anse-à-l'Orme	
Année de mise en service	Fin 2022	Fin 2024		Début 2027 ⁵
Nombre de stations supplémentaires	6	14	4	2
Nombre d'aiguilles supplémentaires	8	20		3

⁵ Hypothèse de SYSTRA Canada

3.6 FACTEURS D'ÉMISSION CONSIDÉRÉS

Par souci de cohérence, compte tenu du fait que les sorties de MOTREM+MOVES sont quantifiées uniquement en CO₂-eq, les émissions de carbone noir liées aux sources de combustion mobiles ne sont pas comptabilisées. Le tableau ci-dessous présente les hypothèses de consommation et les facteurs d'émissions utilisés pour le calcul des émissions liées à la consommation d'énergie électrique et aux systèmes de combustion.

Tableau 6 – Facteurs d'émissions considérés

Mode/véhicule	Consommation	Facteur d'émission	Source consommation/facteur d'émission
Véhicules légers particuliers	=	176 gCO ₂ eq/V*km	MOTREM + MOVES, horizon2036. MTQ (2021)
Véhicules légers commerciaux	=	222 gCO ₂ eq/V*km	MOTREM + MOVES horizon 2036. MTQ (2021)
Camions réguliers	=	746 gCO ₂ eq/V*km	MOTREM + MOVES, horizon 2036. MTQ (2021).
Camions lourds	-	1110 gCO ₂ eq/V*km	MOTREM + MOVES, horizon 2036. MTQ (2021).
REM	10 kWh/km ⁶	34.5 gCO ₂ eq/kWh	Hypothèses SYSTRA pour une rame de 4 voitures Hydro-Québec, émissions ACV (2021) pour la consommation d'électricité
Train diesel	200 l/100 km	2 983 gCO ₂ eq/l	Tableau A13-6 du Rapport d'Inventaire National (1990-2019) publié en 2021 par ECCC
Climatisation des voitures de métro	10% de la charge initiale/an	13,44 kg R407c/an par rame (4 voitures/rame et 2 unités par voiture)	« Guide de quantification des émissions de GES », MELCC (2019) : intervalle supérieur des émissions annuelles de fonctionnement pour la climatisation commerciale.
Loco tracteur (déneigement)	30 l/100km	2 730 gCO ₂ eq/l	Tramway de Québec, étude de faisabilité technique (2016) Coûts d'immobilisation et d'exploitation
Chauffage aiguillage	6 kWh	1.5 gCO ₂ eq/kWh	SYSTRA, Tramway de Göteborg Tableau A13-6 du Rapport d'Inventaire National (1990-2019) publié en 2021 par ECCC
Chauffage station	78 kWh	1.5 gCO ₂ eq/kWh	ASHEA / Tableau A13-6 du Rapport d'Inventaire National (1990-2019) publié en 2021 par ECCC

La quantification des émissions du REM inclut la distinction entre période de pointe (rame de 4 voitures) et période hors pointe (rame de 2 voitures). Une hypothèse de consommation électrique de l'ordre de 50% des rames hors pointe par rapport aux rames en pointe est émise : elle semble réaliste à ce stade.

⁶ Valeur utilisée pour une voiture de métro léger similaire à ceux du REM. Source : Groupe SYSTRA

4 BILAN DES ÉMISSIONS DE GES ÉVITÉES EN PHASE EXPLOITATION

Sur la base des données de trafic et des hypothèses précédentes, le tableau ci-après présente, à la suite de la l'arrivée du REM, les émissions de GES évitées pour chaque source d'émission considérée pour une année pleine. Elles intègrent les effets cumulés du report modal, de la décongestion et de la consommation d'énergie électrique ainsi que des processus en exploitation liés au déneigement de la plateforme, au chauffage des aiguillages et aux fuites de fluides frigorigènes.

Tableau 7 – Bilan des émissions de GES évitées par mode et par année grâce à l'arrivée du REM

Mode de transport/processus	Émissions de GES annuelles associées et cumulées (tonnes de CO2eq)
Automobile	+ 86 580
Camion	+ 13 260
REM	- 2 015
Train voyageurs (Exo)	+ 2 094
Climatisation des voitures du REM	- 1 283
Chauffage des stations	- 17
Chauffage des aiguillages	- 1.5
Déneigement de la plate-forme	- 4
Total	+ 98 613

5 CONCLUSION

À la lumière de cet exercice, il est estimé que chaque année d'exploitation du REM permettra d'éviter 98 613 tonnes de GES. Tel que montré au tableau 7, la part principale de réduction des GES provient du report modal de l'auto vers le REM (86 %)⁷.

⁷ Une note technique de comparaison des résultats des études d'analyse des émissions GES du REM entre cette étude de SYSTRA Canada (2022) et cela qui a été développée par la société HATCH (2017) est fournie en Annexe B du rapport, pour mieux comprendre d'où viennent les résultats et gains environnementaux que le Grand Montréal expérimentera à la suite de la mise en place du REM, notamment en termes du report modal de la voiture vers le système de transport collectif.

A

Annexe

Définition des niveaux de service
NS1 et NS2 du REM



Tableau 8 – Définition des niveaux de service NS1 pour la mise en service du REM entre 2022 et 2032 et du niveau de service NS2 après 2033

Services / lignes	Intervalles de service selon NS1 (2022-2032)					Intervalles de service selon NS2 (2033 et +)				
	Brossard/ Gare centrale (NS1)	Brossard-Deux Montagnes (NS1)	Brossard/ Anse-à-l'Orme (NS1)	Brossard/ YUL (NS1)	Tronc commun (Brossard /Bois-Franc)	Brossard/ Gare centrale (NS1)	Brossard/ Deux-Montagnes (NS2)	Brossard/ Anse-à-l'Orme (NS2)	Brossard/ YUL (NS2)	Tronc commun (Brossard/Bois-Franc)
- 5h30-6h29	15'00"	15'00"	15'00"	15'00"	5'00"	15'00"	15'00"	15'00"	15'00"	5'00"
- 6h30-9h29	5'00"	5'00"	10'00"	10'00"	2'30"	4'26"	4'26"	8'52"	8'52"	2'13"
- 9h30-15h29	15'00"	15'00"	15'00"	15'00"	5'00"	15'00"	15'00"	15'00"	15'00"	5'00"
- 15h30-18h29	5'00"	5'00"	10'00"	10'00"	2'30"	4'26"	4'26"	8'52"	8'52"	2'13"
- 18h30-1h00	15'00"	15'00"	15'00"	15'00"	5'00"	15'00"	15'00"	15'00"	15'00"	5'00"

Source : Projet REM

B

Annexe

Note technique de comparaison
des études d'analyse des émissions
GES du REM,
Hatch 2017 et SYSTRA Canada 2022



OBJET DE LA NOTE

Cette note compare les émissions de GES liées au projet REM présentées par deux études :

- L'étude HATCH (2017) : 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
- L'étude SYSTRA Canada (2022) : Émissions de gaz à effet de serre du REM – Rapport final préliminaire 2022-09-30

Le différentiel entre les émissions de GES -eq calculées dans chaque étude est de 63,6 Kt CO₂-eq en 2031 :

- L'étude HATCH chiffre 35 Kt CO₂-eq évitées en 2031, dont 27 kt CO₂-eq en phase exploitation
- L'étude SYSTRA Canada chiffre 98,6 Kt CO₂-eq évitées en 2031, seulement en phase exploitation

PHASE EXPLOITATION

Les émissions de GES en phase exploitation pour un mode donné en référence (sans REM) et en projet (avec REM) sont calculés en multipliant des trafics (véhicules.kilomètres) par des facteurs d'émissions. Les méthodes utilisées par l'étude HATCH et l'étude SYSTRA Canada apparaissent différentes et expliquent l'écart observé sur les résultats.

ÉTUDE SYSTRA CANADA

L'étude SYSTRA Canada repose sur un modèle de prévisions de trafic (génération : calcul du nombre de déplacement par zone, distribution : calcul du nombre de déplacement par origine x destination, partage modal : calcul du nombre de déplacement par mode et par origine x destination, affectation : nombre d'usagers par tronçon de réseau et par mode). Pour chaque origine x destination, il permet de calculer des véhicules.kilomètres en référence et en projet, puis le différentiel de trafic lié au projet. Ces données sont ensuite exploitées par le MTQ en utilisant le modèle MOTREM couplé au logiciel MOVES qui simule l'évolution des facteurs d'émission du parc (véhicules légers et camions) pour calculer de manière conjointe :

- L'effet du report modal sur les émissions de GES : le transfert d'une partie de l'achalandage de la voiture vers le REM diminue les déplacements réalisés en véhicules légers
- L'effet de la décongestion sur les émissions de GES : la diminution du trafic routier généré par le report modal permet de fluidifier le trafic et de diminuer les consommations des véhicules en circulation (véhicules légers particuliers et commerciaux, camions réguliers et lourd)

Les gains d'émissions générés par le report modal et la décongestion sont estimés à 99,8 Kt CO₂-eq/km/an en 2031 (voir tableau 7 du corps principal du rapport), produits à 88% sur la circulation des véhicules légers et à 13% sur la circulation des camions.

Il est par ailleurs supposé sur la base des données disponibles :

- que l'évolution de l'offre train REM est faible : - 1 350 véhicules.kilomètres/j,
- que l'évolution de l'offre autobus est marginale : + 800 Véhicules.kilomètres/j,

Les émissions générées par l'offre du REM sont prises en compte ainsi que celles liées au déneigement de la plateforme, au chauffage des stations et des aiguillages et aux émissions fugitives attribuables aux équipements de climatisation équipant les rames.

ÉTUDE HATCH

L'étude HATCH est basée sur l'étude d'achalandage réalisé en 2016 par Steer-Davis-Gleave (SDG) (rapport no 22951101). La méthode mise en place comporte des limites mises en avant dans l'étude (p.7) :

- Les données d'achalandage ne sont pas disponibles par origine x destination : les distances parcourues doivent donc être calculées à partir d'hypothèses pour reconstituer des véhicules.kilomètres sur le réseau routier,
- L'effet de la décongestion sur les émissions de GES n'est pas pris en compte.

La méthode de calcul des reports de trafic vers le REM varie selon les branches :

- Pour l'antenne Rive-Sud :
 - Diminution de l'offre autobus (baisse de la fréquence) + diminution des trajets en voiture (hypothèse 1 pax/voiture) à partir de chaque station (données SDG),
 - Calculs des véhicules.kilomètres à partir des distances des lignes d'autobus et des distances des stations à la Gare Centrale calculées sous google map.
- Pour les antennes Saint-Anne-de-Bellevue et Deux-Montagnes :
 - Suppression de plusieurs lignes d'autobus + diminution des trajets en voiture (hypothèse 1 pax/voiture) vers le centre-ville en fonction des stations (données SDG + hypothèses sur le stationnement : pas de demande captée quand absence d'amélioration de l'offre de stationnement en station),
 - Calcul des véhicules.kilomètres à partir des distances des lignes d'autobus et des distances des stations au centre-ville calculées sous google map,
 - Les trajets de rabattement en transport en commun ne sont pas comptabilisés.
- Pour l'antenne aéroport :
 - Suppression de la ligne 747 + diminution des trajets en voiture et en taxi (hypothèse 1pax/voiture) pour les employés et les usagers de l'aéroport (données SDG),
 - Calcul des véhicules.kilomètres à partir d'une distance forfaitaire autobus et bus calculée sous google map.

Les émissions sont calculées en utilisant de facteurs d'émissions moyens modélisés pour la situation de référence à partir du logiciel MOVES pour les voitures et à partir d'une hypothèse de motorisation hybride des bus à partir de 2031.

Les gains d'émission liés au report modal sont estimés à 27 Kt CO2-eq/km/an en 2031.

Par ailleurs :

- Les émissions générées par l’offre du REM ne sont pas calculées et donc pas prises en compte.
- Les modifications de l’offre autobus n’est pas prise en compte

COMPARAISON DES DONNÉES DE TRAFIC

Le tableau ci-après présente l’écart entre les données de trafic considérées par chacune des études en entrée du calcul des émissions de GES pour l’année 2031. Ces écarts sont expliqués par la différence de méthode (le calcul des véh.km épargnés par mode routier est présenté dans l’Appendix 1).

Tableau 9 – Identification du report modal en nombre de véhicules.kilomètres de chaque étude

Étude	Réduction annuelle Voitures. Kilomètres	Réduction annuelle Autobus. Kilomètres
HATCH	115 536 541	14 153 197
SYSTRA Canada	297 595 586	14 153 197
Écart	182 241 045	0

La figure suivante présente la localisation spatiale de l’effet du report modal lors de la mise en service du REM. En effet, cet impact est plus important le long du tracé des trois braches du REM, notamment sur la branche Anse-à-l’Orme et Deux Montagnes. Ce report modal s’étend vers l’ouest de la couronne nord, sur la rive sud : Longueuil, Brossard allant jusque Chambly, Ste-Catherine, St-Constant et Boucherville.

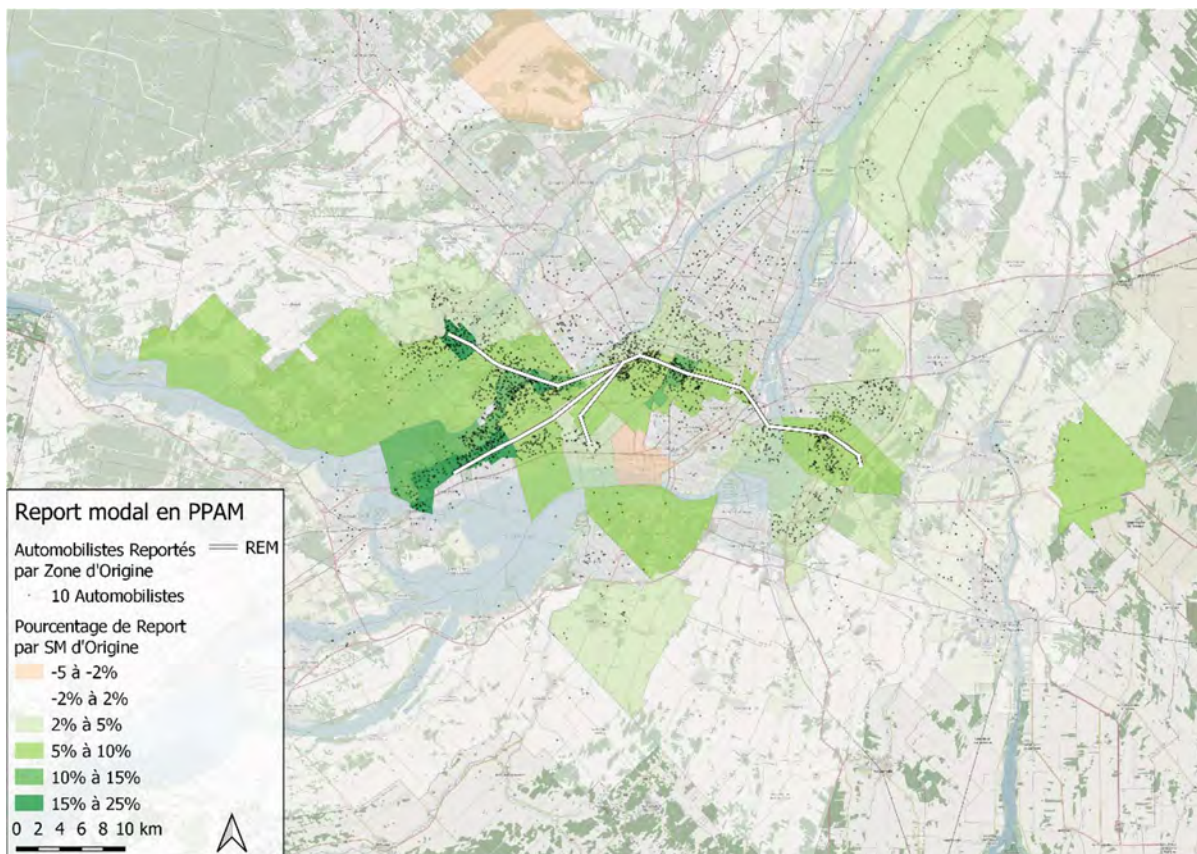


Figure 2 – Report modal en PPAM du REM à l’horizon 2036 selon le modèle multimodal du Grand Montréal

De façon synthétique, voici les différences principales entre les deux études :

Tableau 10 – Différences principales entre les études de HATCH (2017) et SYSTRA Canada (2022)

Étude	Hatch 2017	SYSTRA Canada 2022
Intrants	Étude de Steer 2016 basée sur l’enquête Origine-Destination 2013 – Données d’achalandage ne sont pas disponibles par origine-destination	Enquête Origine-Destination 2018, Données OPUS 018 Matrices OD mode VP du modèle MOTREM
Modèle	Modèle de transport collectif EMME et réseau routier MOTREM-MOVES, mais sans identification du report modal	Modèle multimodal du Grand Montréal de SYSTRA Canada (Quetzal) couplé au modèle MOTREM et MOVES du MTQ, incluant transport collectif et réseau routier régional
Hypothèses de déplacement	Tous les usagers vont au centre-ville (simplification des points d’arrivée) Véhicules.km calculés avec Google Maps pour les déplacements VP évités le long du tracé du REM Tient compte de l’attraction des nouveaux stationnements incitatifs & débarcadères Hypothèse conservatrice de : 1 passager/voiture qui se rend au REM	Résultats du report modal VP vers TC issus des modélisations du Grand Montréal Tient compte de l’attraction des nouveaux stationnements incitatifs & débarcadères Hypothèse conservatrice de 1 passager/voiture qui se rend au REM
Décongestion du réseau routier	Ne tient pas compte de l’effet de la décongestion du réseau routier	Tient compte de la décongestion du réseau routier (dû au transfert modal)
Bilan GES évités / année d’exploitation	27 000 tonnes de CO2 éq (2031) phase exploitation	98 600 tonnes de CO2 éq (2031) phase exploitation

CONCLUSION

Les différences de résultats entre l’étude HATCH et l’étude SYSTRA Canada sont liés à la différence de méthode, l’étude HATCH reposant sur des données d’achalandage préliminaires exploitées à partir d’hypothèses à la différence de l’étude SYSTRA Canada reposant sur un modèle multimodal, tenant compte du transport collectif et du réseau routier.

APPENDIX 1 : RÉSULTATS DES VARIATIONS DES VEH.KM DU MODÈLE MOTREM-MOVES D'APRÈS LE REPORT MODAL DE LA MODÉLISATION QUETZAL

Référence « sans REM » 2036 (milliers véh.km)						Transfert modal « avec REM » 2036 (milliers véh.km)				
Heure	VLP	VLC	CRG	CLO	Total	VLP	VLC	CRG	CLO	Total
0	536	160	30	58	785	534	160	30	58	782
1	211	113	24	47	395	210	113	24	47	394
2	199	84	22	42	347	198	84	22	42	346
3	209	94	27	55	384	209	94	27	55	384
4	891	115	57	105	1 168	886	115	57	105	1 163
5	3 404	207	134	124	3 869	3 392	207	134	124	3 857
6	5 544	522	264	208	6 539	5 444	522	264	208	6 438
7	8 040	542	312	259	9 153	7 902	542	312	258	9 014
8	5 591	1 032	338	277	7 238	5 500	1 032	338	276	7 146
9	3 634	1 121	391	326	5 471	3 603	1 121	390	326	5 440
10	3 314	2 458	418	398	6 588	3 295	2 458	418	398	6 569
11	3 101	2 607	415	392	6 515	3 083	2 606	414	392	6 496
12	3 168	2 479	367	357	6 371	3 155	2 478	367	356	6 356
13	3 241	2 759	425	386	6 810	3 227	2 760	425	386	6 798
14	4 451	2 505	431	383	7 770	4 429	2 506	431	383	7 749
15	6 883	1 300	362	310	8 855	6 763	1 300	362	310	8 736
16	9 115	664	313	276	10 369	8 963	664	313	275	10 216
17	7 334	1 421	226	215	9 196	7 182	1 422	226	214	9 044
18	4 199	1 952	160	168	6 478	4 113	1 953	160	167	6 393
19	2 481	1 925	111	130	4 647	2 457	1 921	111	130	4 619
20	2 056	1 050	99	169	3 373	2 036	1 047	98	169	3 350
21	2 030	930	71	134	3 165	2 016	928	71	134	3 150
22	1 391	668	51	94	2 204	1 377	668	51	94	2 190
23	914	454	34	61	1 463	905	454	34	61	1 454
TOTAL	81 936	27 162	5 082	4 975	119 155	80 879	27 157	5 080	4 970	118 085

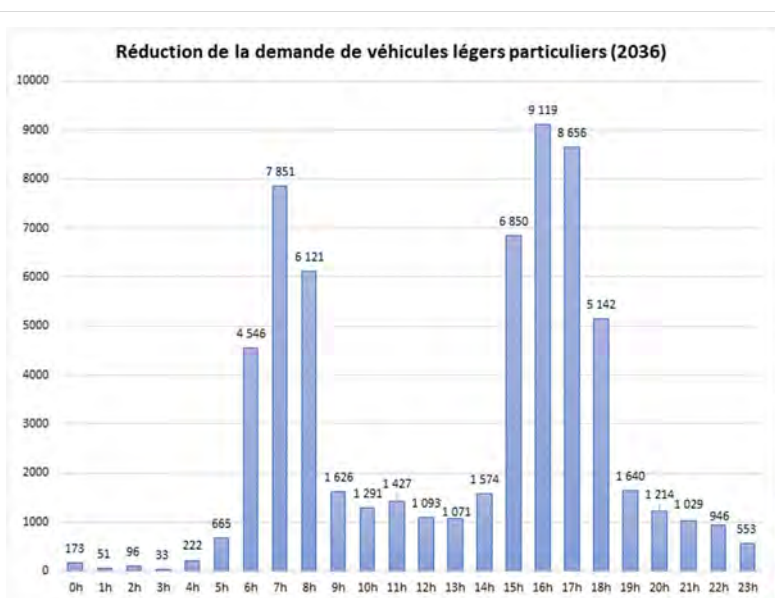
En total, 1 062 000 véh.km/jour de voitures légers sont évités dans la circulation routière du Grand Montréal à la suite de la mise en servie du REM. Ce volume journalier est annualisé selon un facteur de 278,5 jours/an (observations OPUS). Les 7 000 véh/km de camions épargnés sont annualisés selon un facteur de 260 jours/an pour enfin obtenir 297 595 586 véh.km qui sortiront chaque année de la circulation.

APPENDIX 2 : DISTRIBUTION JOURNALIÈRE DES DÉPLACEMENTS ÉVITÉS DES USAGERS DE VÉHICULES LÉGERS

Une réduction d’environ 63 000 déplacements de véhicules légers particuliers est estimée sur 24 heures pour une journée moyenne de semaine en 2036. Il faut préciser que le nombre total de déplacements réduits n’équivaut pas au nombre total de véhicules réduits sur 24 heures.

Sachant qu’une personne moyenne fait environ 2.1 déplacements par jour, 63 000 déplacements réduits signifient une réduction d’environ **30 000 voitures** sur 24h.

Heure	« Sans REM »	« Avec REM »	Variation
0h	31 179	31 006	-173
1h	13 205	13 154	-51
2h	9 728	9 632	-96
3h	9 273	9 239	-33
4h	31 371	31 149	-222
5h	131 065	130 400	-665
6h	288 891	284 345	-4 546
7h	592 163	584 312	-7 851
8h	483 604	477 482	-6 121
9h	314 426	312 800	-1 626
10h	338 651	337 360	-1 291
11h	333 683	332 256	-1 427
12h	322 951	321 857	-1 093
13h	332 226	331 155	-1 071
14h	377 532	375 958	-1 574
15h	534 433	527 582	-6 850
16h	712 373	703 254	-9 119
17h	580 768	572 112	-8 656
18h	348 617	343 474	-5 142
19h	234 245	232 605	-1 640
20h	179 746	178 532	-1 214
21h	167 511	166 482	-1 029
22h	100 101	99 154	-946
23h	59 479	58 927	-553
TOTAL	6 527 220	6 464 228	-62 992



Distribution des déplacements évités des usagers de véhicules légers pendant 24 heures à la suite de la mise en exploitation du REM, horizon 2036. Source : Simulations MOTREM-MOVES du MTQ sur la base de la modélisation du report modal élaboré par SYSTRA (2022)



LA CONFIANCE TRANSPORTE LE MONDE



1100 boul. René-Lévesque Ouest
10^e étage, Montréal QC, H3B 4N4
514 985 0930 | systracanada.com