

Test climat : Réseau express métropolitain (REM)

Étude réalisée pour le :

Syndicat canadien de la fonction publique
et
Coalition climat Montréal

par :

Luc Gagnon *PhD*, expert en analyses énergétiques et changement climatique

et

Jean-François Lefebvre *PhD*, Département d'études urbaines et touristiques, UQAM

mai 2018

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ EXÉCUTIF	3
FAITS SAILLANTS.....	4
Une technologie énergivore qui produit énormément de gaz à effet de serre.....	4
Plutôt qu’agir comme complément, le REM cannibalise le réseau public	4
Coûts d’exploitation exorbitants et hausse des tarifs.....	4
Mauvais mode, au mauvais endroit	4
Le REM doit être annulé	5
DIFFÉRENCES IMPORTANTES ENTRE NOS CONSTATS ET CEUX DE CDPQ INFRA.....	6
Pourquoi cette mauvaise performance du REM?	6
Pourquoi un projet alternatif permet-il de réduire beaucoup les émissions de GES?	7
Annexe A : Capacité des modes, dans une approche de <i>Bon mode au bon endroit</i>	8
Annexe B : Facteurs d’émissions des modes de transport	11
Annexe C : Émissions de GES dues à la construction du REM.....	14
Annexe D : Les leçons des analyses internationales	21
Annexe E : Résultats détaillés et comparaison du REM avec une alternative.....	22
Annexe F : Notes biographiques des deux auteurs	23

RÉSUMÉ EXÉCUTIF

On considère souvent que le Québec est un leader national, voire même international, en ce qui a trait à la protection de l'environnement. Fondé en 1978, le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) est l'achèvement de décennies de luttes pour faire valoir l'importance de protéger l'environnement et la santé publique dans tout projet de développement. Depuis, le BAPE se penche aussi sur les impacts économiques et sociaux.

Il y a un an, à la suite d'un processus écourté, le BAPE a conclu que CDPQ Infra n'avait pas fourni les documents requis afin d'obtenir son aval. Plusieurs autres instances, incluant la direction régionale de la protection de la santé publique à Montréal, le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et le ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification ont émis des avis similaires soulignant que l'étude d'impact du promoteur était soit incomplète, irrecevable ou insatisfaisante. Dans la majorité, sinon la totalité des cas, les questions sont restées sans réponse. Malgré cela, le gouvernement fonce à toute vitesse avec un projet qui transformera à jamais le réseau de transport en commun de la région métropolitaine.

Dans cette optique, le SCFP et la Coalition climat Montréal ont financé une analyse détaillée qui permet de répondre à une grande partie des questions demandées par les instances susmentionnées. Cette analyse ressemble au «test climat», comme il est prescrit par la nouvelle Loi sur la qualité de l'environnement, adopté en mars 2018. Le REM est un premier grand projet d'infrastructure où le gouvernement aurait pu mettre en oeuvre sa « loi phare ». Mais puisque le gouvernement ne le fera pas, le SCFP et la Coalition climat Montréal ont décidé de le faire.

Cette étude rigoureuse des émissions des gaz à effet de serre, du transfert modal, de l'impact sur le réseau public actuel, de la tarification, parmi d'autres considérations, nous conduit à une évidence claire : pour la santé de l'environnement, du public et du réseau de transport en commun, le REM doit être annulé.

FAITS SAILLANTS

Une technologie énergivore qui produit énormément de gaz à effet de serre

La construction du Réseau express métropolitain (REM), surtout à cause des grandes quantités de béton requis, sera responsable de 800 000 tonnes de CO₂ (voir annexe D pour détails des calculs). Pour être rigoureux, nous devons répartir ces émissions sur plusieurs années; en les répartissant sur la vie utile des équipements, le REM émettra, par passager-km, 2 fois plus d'émissions qu'un train de banlieue électrique, comme celui de Deux-Montagnes, et 4 fois plus qu'un tramway urbain comme celui de Côte-des-Neiges (voir annexe C sur les facteurs d'émission).

De plus, le REM ne permet pas d'éliminer un grand nombre d'automobiles sur la route. Nos études et celles de la CDPQ et du BAPE le confirment.

Le seul mérite du REM est de remplacer des autobus diesel; sans tenir compte des hausses liées à l'étalement urbain et aux tarifs, le remplacement des autobus permet une baisse des émissions de GES d'environ 48 000 t par an en 2031.

Plutôt qu'agir comme complément, le REM cannibalise le réseau public

Nos analyses présument que les achalandages prévus par la CDPQ sont réalistes, incluant une hausse de son achalandage à court terme. Par contre, les données de la CDPQ sont trompeuses, car le REM cause des baisses d'achalandage dans d'autres portions du réseau (notamment sur les trains de Vaudreuil et de Mascouche). Et après quelques années, la croissance de l'achalandage du REM sera limitée pour deux motifs: premièrement, tous les stationnements incitatifs seront remplis rapidement chaque matin; deuxièmement, sur les antennes de Deux-Montagnes et de la Rive-Sud, la capacité du REM atteindra sa capacité maximale pendant les périodes de pointe.

Coûts d'exploitation exorbitants et hausse des tarifs

Les coûts d'exploitation du REM (incluant le remboursement du capital à la CDPQ) vont atteindre environ 600\$ millions/an en 2031. Selon les orientations budgétaires du gouvernement, les usagers devront payer 32% de ces coûts, par le biais de leur tarif (soit 200 M\$ en 2031). Dans l'ensemble de la région de Montréal, cela causera une hausse des tarifs de près de 18% (au-dessus de l'inflation). Il en résultera une baisse de l'achalandage global du transport collectif estimée à entre 289 000 et 490 700 déplacements par jour. **En tenant compte de l'impact tarifaire ainsi que des autres incidences du REM sur le reste du réseau, le REM augmentera les émissions de GES entre 95 000 et 192 000 tonnes. Il suffirait que la hausse des tarifs soit de 5% pour que le REM soit responsable d'une hausse nette des émissions de GES.**

Mauvais mode, au mauvais endroit

Une saine planification des transports exige d'appliquer le principe du "Bon mode au bon endroit". Une telle planification justifie l'implantation de plusieurs lignes urbaines de tramway et une amélioration importante des services de trains de banlieue. Avec une telle approche et un budget semblable à celui du REM, il est possible de desservir 3 à 4 fois plus d'usagers que le REM et de réduire les émissions annuelles de GES de plus de 800 000 tonnes.

Le REM doit être annulé

Le REM fait augmenter les émissions de GES, alors que plusieurs alternatives existent pour les faire diminuer sérieusement. De plus, les coûts d'exploitation exorbitants auront un impact négatif sur le réseau public actuel. Selon ces critères, le REM doit être annulé alors que nous pouvons encore sauver les meubles. Plusieurs autres critères d'intérêt public justifient également une telle annulation.

DIFFÉRENCES IMPORTANTES ENTRE NOS CONSTATS ET CEUX DE CDPQ INFRA

Enjeux dans l'évaluation des GES	Faiblesses et négligences de la CDPQ dans l'évaluation du REM
Un "test-climat" rigoureux exige de tenir compte du cycle de vie des options	<p>La CDPQ prétend avoir évalué les émissions de la construction du REM, avec une évaluation de 86 930 tonnes. Cette affirmation est fautive, selon une note de son propre rapport: <i>"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 les émissions associées à la production de l'acier et du béton."</i> (Hatch, tableau 4-4)</p> <p>La fabrication du ciment et de l'acier sont les principales sources d'émissions.</p>
Viser à électrifier pour réduire les émissions	<p>Sur la deuxième antenne la plus achalandée (Deux-Montagnes), le REM remplace un train électrique (30 g CO₂ par passager-km) par un train électrique moins efficace (60 g CO₂ par passager-km). Il en résulte une hausse annuelle des émissions d'environ 3500 tonnes de CO₂.</p>
Tenir compte de l'effet du projet sur les tarifs	<p>Les prévisions d'achalandage de la CDPQ présument qu'il n'y a aucune hausse des tarifs du transport collectif. Cette présomption est irréaliste, considérant que le REM sera responsable de nouveaux coûts d'exploitation de 600\$ millions par année, en 2031. En contraste, des réseaux de tramway contribueraient à réduire les coûts d'exploitation, en remplaçant de nombreux autobus diesel.</p>

Pourquoi cette mauvaise performance du REM?

Le REM causera une hausse des émissions de GES au Québec. Une aussi mauvaise performance d'un train électrique peut sembler surprenante. L'explication est simple: la CDPQ, en tant que promoteur privé, a négligé de nombreux principes de planification des transports:

- Le principe du "Bon mode au bon endroit" qui permet d'optimiser les investissements, en choisissant un mode adapté à la densité et à l'achalandage probable (voir annexe B pour une analyse détaillée). Le REM est globalement trop coûteux par rapport à son achalandage.
- Comme l'investissement privé doit rapporter au moins 8% de rendement, cela augmente les frais "d'exploitation" de plusieurs centaines de millions par année, causant une hausse des tarifs.
- Très peu d'usagers du REM auront un accès piétonnier aux stations. Pourtant, la "loyauté" des usagers au transport collectif dépend d'une telle accessibilité. Les constats internationaux sont clairs : Pour les usagers vivant à moins de 800 m d'une station, le taux d'utilisation du transport collectif est de 27%. Pour ceux vivant à une distance de 800 m à 5 km, le taux baisse à 7% (Litman, VTPI, 2015, p. 8)
- L'achalandage futur du transport collectif dépend aussi des zones de "*Transit Oriented Development*" (TOD). Dans le cas du REM, les TOD sont peu nombreux et souvent localisés trop loin (ex. 10/30) pour vraiment réduire la dépendance à l'automobile.

Pourquoi un projet alternatif permet-il de réduire beaucoup les émissions de GES ?

Paramètres qui ont un effet important sur les émissions de GES	REM	Un exemple d'alternative, le "Grand débloccage" **
Favoriser l'accès piétonnier au transport collectif, en implantant de nombreuses stations dans des quartiers de densité moyenne ou élevée.	12 nouvelles stations, souvent dans des quartiers de faible densité	160 nouvelles stations, souvent dans des quartiers de moyenne à haute densité.
Favoriser les TOD (<i>Transit Oriented Development</i>), pour réduire la dépendance à l'automobile	5 TOD	24 TOD
Viser à réduire les taux de possession et d'utilisation de l'automobile: Déplacements en auto "évités", par jour, en 2031	Sans hausse de tarif : Baisse de 5600 déplacements sur l'antenne Rive-Sud et de 5000 sur les autres antennes (Hatch, p. 10, 12) Avec hausse des tarifs : jusqu'à 163 000 déplacements supplémentaires en autos	Baisse de 233 000 déplacements autos par jour
La portion est de la ligne Orange du métro est actuellement saturée. Cette situation représente le principal facteur limitant la hausse de l'achalandage à Montréal	-Le REM ne permet pas de réduire la congestion sur la ligne Orange. -Il enlève de nombreux usagers sur les trains de banlieue	Projet de tramway sur Saint-Laurent conçu pour réduire la pression sur la ligne Orange
Pour réduire l'usage de l'auto, il faut réduire l'étalement urbain et favoriser la concentration du développement	Plusieurs des gares du REM favorisent l'étalement urbain (ex. 10/30). La CDPQ mise sur les stationnements gratuits. Cette stratégie du "Park and Ride" encourage l'étalement urbain et maintient le taux de possession d'automobiles.	Concentration du développement le long de 5 lignes de tramway

** Ici nous avons comparé au Grand débloccage, puisqu'il s'agit du seul autre projet de transport en commun structurant pour la région métropolitaine.

Annexe A

Test-climat du REM: Est-ce que le projet respecte le principe du "Bon mode au bon endroit"?

Constats globaux

La CDPQ a choisi de desservir 4 secteurs aux besoins très différents, avec la même technologie, celle du skytrain automatisé. Ce choix ne respecte aucunement le principe du "Bon mode au bon endroit".

Sur les antennes de l'aéroport et de Ste-Anne-de-Bellevue, sa capacité est 3 ou 4 fois trop grande pour l'achalandage prévu.

Sur les antennes Deux-Montagnes et Rive-Sud, les rames seront totalement remplies en pointe du matin, limitant sérieusement la croissance future de l'achalandage.

Le choix de l'automatisation multiplie les coûts, car le réseau doit être en hauteur ou en souterrain.

L'implantation d'un réseau de transport collectif peut exiger des investissements importants. Lorsque le choix de mode comporte une trop grande capacité, il en résulte une faible efficacité, avec des coûts élevés par déplacement. À l'inverse, lorsque la capacité du mode est trop faible pour l'achalandage, le réseau sera congestionné, avec une faible qualité du service. Le principe du *Bon mode au bon endroit* vise donc un optimum, en termes de coûts et de qualité du service.

Pour chaque option, le Tableau A-1 suivant présente le nombre maximal de passagers par heure par direction (PPHPD), en présumant un intervalle de 3 minutes entre chaque véhicule ou rame. Un tel intervalle est souvent recommandé, pour permettre quelques délais normaux dans le cycle d'embarquement des usagers.

Les données d'achalandage sont souvent exprimées en *passagers par jour*. Il s'agit en fait de **passages ou de déplacements**, puisque la plupart des usagers utilisent un réseau aller-retour (donc 20 000 passages représentent 10 000 usagers aller-retour).

Il est possible de faire un lien entre la capacité de pointe et les données en passages/jour. Par contre, pour définir le *Bon mode*, il faut aussi tenir compte du profil de la demande, puisque certains réseaux de banlieue "unidirectionnels" ont un profil d'achalandage très concentré à l'heure de pointe, dans une seule direction. C'est le cas de la ligne Deux-Montagnes et des voies réservées sur le pont Champlain.

En contraste, des réseaux urbains sont souvent mieux équilibrés, avec des usagers hors pointe et des destinations à chaque extrémité, ce qui permet d'augmenter beaucoup l'achalandage, sans augmenter les coûts d'implantation. Un exemple d'un tel réseau serait le tramway Côte-des-Neiges.

TABLEAU A-1
Le Bon mode ajusté à l'heure de pointe, selon l'achalandage quotidien
(4 personnes /m2, intervalles de 3 minutes)

	Catégorie	Passagers par heure /direction	Achalandage quotidien typique selon 2 hypothèses de concentration des usagers, en pointe du matin	
			Réseau Unidirectionnel	Réseau plus équilibré
Métro souterrain; Rames Azur	Métro	22 000	110 000	150 000
Métro souterrain: Rames MR73		20 000	100 000	140 000
Trains de Deux Montagnes: 10 voitures d'un étage		12 000	60 000	80 000
Skytrain 80 m	Système léger sur rail	12 000	60 000	80 000
Tram-train 45 m doublé		13 000	65 000	85 000
Tram ou tram-train 72 m		11 000	55 000	73 000
Tram ou tram-train 54 m		8 000	40 000	53 000
Tram ou tram-train 45 m		6 500	32 000	43 000
Tram ou tram-train 27 m		3 800	19 000	25 000
Tram 18 m		2 000	10 000	13 300
Trolleybus articulé	Trolleybus	2 000	10 000	13 300
Autobus articulé diesel	Autobus	2 000	10 000	13 300
Autobus diesel régulier		1 500	7 500	10 000
Autobus électrique (presque 4 t de batteries)	Autobus électrique	1 100	5 500	6 700
Midibus électrique	Midibus	700	3 500	4 500

Quelques constats pertinents au REM et à Montréal

- Sur la ligne Deux-Montagnes, la demande est unidirectionnelle et fortement concentrée en pointe. Le REM est donc à la limite de sa capacité, ce qui est aussi le cas des wagons actuels à un étage. L'AMT avait un projet de remplacer les wagons à un étage par des wagons à deux étages, pour environ 100\$ millions. Ce projet était justifié.
- Il existe des tramways ou trams-trains qui ont une capacité supérieure à celle du REM.
- La STM comporte de nombreux réseaux d'autobus qui, en France, auraient justifié des réseaux de tramways. Quelques exemples de lignes d'autobus: Côte-des-Neiges, Sauvé/Côte-Vertu, Jean-Talon, Henri-Bourassa.
- Il faut faire attention pour ne pas comparer des réseaux de type autoroutier, avec ceux comportant plusieurs arrêts en route. Sur un réseau qui comporte uniquement un arrêt à destination, il est possible d'établir un intervalle très serré, puisqu'il n'existe pas de cycle d'embarquement, en cours de route. Par exemple, il est inapproprié de comparer la fréquence des autobus sur le pont Champlain, avec les fréquences sur Pie IX.
- Le SRB Pie IX est déjà en construction. Mais avec un achalandage prévu de 70 000 p/jour, il aurait mérité un tramway. En pointe, la fréquence prévue des autobus du SRB Pie IX sera de 55 secondes, ce qui est beaucoup trop serré pour un réseau semblable. Le SRB d'Ottawa a une fréquence d'une minute, avec beaucoup moins d'arrêts que Pie IX. Ottawa a décidé, à cause de la forte congestion des autobus, de remplacer deux SRB par un tram-train (en construction).

- Un autre enjeu pour le développement du transport collectif est la surcapacité, qui pourrait causer un gaspillage de ressources financières. C'est le cas pour le prolongement de la ligne Bleue du métro à Anjou et aussi pour plusieurs tronçons du REM.

Ces constats sont soutenus par une étude sur l'expérience française (Trans-missions, Retour d'expériences des choix Tramway-BHNS dans les agglomérations françaises, 2016, p.89). Cette étude compare le tramway avec des réseaux de bus à haut niveau de service sur voies réservées.

fréquence sur la ligne (minutes)												
fréquentation par jour	15000-22500	20000-30000	25000-37500	30000-45000	35000-52500	40000-60000	45000-67500	50000-75000	55000-82500	60000-90000	65000-97500	70000-115000
Charge maximale HP sens le plus chargé	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500
BHNS 18 m	5:43	4:17	3:25	2:51	2:27	2:08	1:54	1:42	1:33	1:25	1:19	1:13
BHNS 24 m	7:16	5:27	4:21	3:38	3:07	2:43	2:25	2:06	1:57	1:47	1:39	1:31
Tramway 24 m	6:54	5:12	4:12	3:25	2:54	2:36	2:12	2:03	1:52	1:45	1:34	1:28
Tramway 32 m	10:24	7:48	6:14	5:12	4:27	3:54	3:27	3:07	2:49	2:36	2:24	2:13
Tramway 44 m	15:36	11:42	9:21	7:48	6:40	5:51	5:12	4:40	4:15	3:54	3:36	3:20

	bon dimensionnement
	dimensionnement limite
	mauvais dimensionnement

Tableau 33 : Fréquence des différents véhicules testés en fonction de la fréquentation de projet

Tableau A-2 Capacités incluant les passagers debout

(4 personnes /m2, intervalles de 3 minutes)

Des capacités plus élevées sont souvent rapportées, en utilisant un remplissage de 6 personnes /m2

	Catégorie (français)	Catégorie (anglais)	Passages /véhicule ou rame	Passages /hr/direction	Source de l'information
Métro souterrain; Rames Azur	Métro	<i>Metro, subway</i>	1100 (4 p. /m2)	22 000	STM
Métro souterrain Rames MR73		<i>Metro, subway</i>	980 (4 p. /m2)	20 000	STM
Train Deux-Montagnes 12 voitures de 2 étages	Trains	<i>Heavy Rail Transit Commuter train</i>			Propositions AMT, FMPF
Train Deux-Montagnes 10 voitures X 26 m : wagons un étage		<i>Heavy Rail Transit Commuter train</i>	1720		AMT
Métro aérien SLR automatisé, 80 m	SLR Système léger sur rail	<i>Skytrain Light Rail Transit</i>	600 pointe 300 hors pointe	12 000	Projet CDPQ
Tram-train 45 m doublé Largeur 2,65 m		<i>LRT</i>	662 en pointe 331 hors pointe	13 000**	Bombardier, Alstom
Tram ou tram-train 72 m		<i>LRT</i>	542	11 000	Bombardier, Alstom, Smatlak*
Tram ou tram-train 54 m		<i>LRT</i>	404	8 000	
Tram ou tram-train 45 m		<i>LRT</i>	331	6 500	
Tram ou tram-train 27 m		<i>LRT</i>	192	3 800	
Tram 18 m		<i>Streetcar</i>	103	2 000	
Trolleybus articulé	Trolleybus	<i>Trolley</i>	105	2 000	STM
Autobus articulé diesel	Autobus	<i>Bus</i>	105	2 000	
Autobus diesel régulier		<i>Bus</i>	75	1 500	
Autobus électrique (presque 4 t de batteries)	Autobus électrique	<i>Electric bus</i>	55	1 100	Projets STM, STL
Midibus électrique	Midibus	<i>Electric bus</i>	35	700	STM

*John Smatlak, « Modern Streetcar Vehicle Guideline », 2013 Rail Conference

Bombardier et Alstom : sites Internet, longueurs et capacités des tramways semblables à Smatlak

**Bombardier, sur son site Internet, annonce que son tram-train, le Flexity Freedom, permet de jumeler 4 rames, pour atteindre une capacité de 30000 PPHPD

Annexe B

Test-climat du REM: facteurs d'émissions des modes de transport

Constats globaux

Par déplacement-km, sur son cycle de vie, le REM émettra:

- 3 ou 4 fois plus de GES qu'un tramway;
- deux fois plus qu'un train de banlieue électrique comme celui de Deux-Montagnes.

Les données internationales

Pour comparer les modes, les références internationales utilisent des données d'émissions de GES par passager-km (en fait, par déplacement-km d'une personne). Cela signifie que 4 personnes à bord d'une automobile émettront 4 fois moins qu'un conducteur solo (environ). Pour tous les modes, le nombre de personnes à bord est donc un paramètre déterminant. À cause de ce paramètre, les données internationales peuvent varier grandement. Le tableau suivant présente les résultats de nombreuses études.

Facteurs d'émissions des modes de transport des personnes (g CO₂ éq. /déplacement -km)

	Options	Réf.	Détails dont facteur de charge	Énergie utilisée	Émissions directes	Cycle de vie
Autos, VUS, pick-up	Toyota Prius	10	1 p. /auto	essence	168	262
	Auto intermédiaire	1	1,58 p /auto		144	235
	Auto intermédiaire	1	1 p /auto		229	
	Auto moyenne, Qc	6	1 p /auto		211	
	VUS moyen	1	1,74 p / véhicule		171	275
	Ford Explorer	10	1 p / véhicule		371	578
	VUS moyen	1	1 p /véhicule		299	
	Pick-up moyen	1	1,46 p /véhicule		263	380
Autobus urbains	US hors pointe	1	10,5 p /véhicule	diesel	295	410
	US pointe	1	60 p /véhicule		37	53
	Express Vancouver	10			141	201
	Urbain Vancouver	10			189	270
	Qc typique ?	6			60	
	UK typique	5	8,2 p /véhicule		186	
	Londres moyenne	5	16,7 p /véhicule		86	
	STM réseaux	7	14,5 p /véhicule		106	
	STM totaux	8	incluant transport adapté		216	
	Laval	9			131	
Autobus inter-urbains	Trolleybus Vancouver	10		Mix hydro gaz	65	107
	Interurbain	2	typique US	cycle diesel	43	71
	Qc typique	6	?	diesel	60	
Trains de banlieue	Interurbain U.K.	5	16,2 p /véhicule	diesel	31	
	SFBA Caltrain	1	Long réseau 63 000 pa./j	diesel	39	98
	Metro Transit Nortstar	2	Charge 24%	diesel	116	
	Sounders South	2	Charge 29%	diesel	88	
	Qc, typique	6		diesel	110	
	Skytrain Vancouver	10		Mix hydro gaz	60	156
	Skytrain SF	1	146 p /train	Electricité	40	88
	BART 8 wagons			200 g/kWh		
	Train Mascouche	4	110 p /train (bi-mode)	diesel	44	
	Train Mascouche	4	110 p /train (bi-mode)	Hydro	10	
Tramways	Train élec. Vancouver	10		Mix hydro gaz	28	52
	Tramway Vancouver	10		Mix hydro gaz	22	33
	Croydon Tramlink	5	Électricité thermique	525 g/kWh	45	
Manchester	5	Électricité thermique	525 g/kWh	40		

	Portland /Seattle	2	Charge 53%	Diesel	65	
Trains inter-urbains	California High Speed	2	Charge 60% électrique	260 g/kWh	24	
	Typique États-Unis	2	Cycle, sans les infra.	Cycle diesel	81	112
	Via Rail	3	(Non dévoilé)	Diesel	87	
Métros	SF Muni	(1)	électrique 128 500 p /j	260 g/kWh	25	102
	Boston Green Line	(1)	électrique 232 000 p /j	510 g/kWh	46	135
	London Underground	(5)	Électricité thermique	525 g/kWh	74	

En plus du facteur de charge, d'autres paramètres expliquent les différences:

- La source d'énergie utilisée
- La congestion qui affecte les autobus
- La prise en compte du cycle de vie.

Pour effectuer des comparaisons rigoureuses, le meilleur indicateur est celui des émissions de GES du cycle de vie, par déplacement-km parcouru. Par contre, ce facteur ne tient pas compte de la distance parcourue par trajet, ce qui néglige l'avantage de la proximité. D'autres analyses doivent tenir compte de cet enjeu, si l'objectif est de réduire les émissions de GES.

En fonction des conditions québécoises, nous avons "choisi" les facteurs qui sont le plus représentatifs. Ces facteurs peuvent sembler plus élevés que ceux d'autres publications. Rappelons qu'il s'agit d'émissions de cycle de vie, plus élevées que les émissions directes.

Facteurs d'émissions de cycle de vie (tenant compte de leur durée de vie)

Options	Facteur de charge	g CO ₂ éq. / déplacement /km)	
		Énergie utilisée	Cycle de vie
Auto intermédiaire	1 p /auto	Essence	300
Autobus STM réseaux	Élevé	Diesel	150
Autobus sur voie réservée	Moyen		200
Autobus de banlieue	Faible		270
Train de banlieue	Faible		110
Skytrain du REM	Moyen	Hydroélectricité	60
Train de banlieue	Moyen		30
Tramway	Moyen		20
Tramway	Élevé		15
Trolleybus	Moyen		30
Métro (premier 30 ans)	Moyen		70
Métro (premier 30 ans)	Élevé		40
Métro (après 30 ans)	Élevé	10	

N.B. Pour qu'un mode atteigne un facteur de charge élevé, il doit normalement servir dans les deux directions, en pointe du matin.

Note méthodologique: Pourquoi le *skytrain* émet-il 3 ou 4 fois plus de GES qu'un tramway? À cause des émissions élevées provenant de la construction des infrastructures. Dans la comparaison des modes, nous utilisons le facteur d'émission de 60 g CO₂ éq. / déplacement-km. Dans le bilan complet, nous n'incluons pas les 800 000 tonnes calculées pour la construction, puisqu'elles sont incluses dans le facteur de 60 g.

Références:

- (1) Mikhail V. Chester, *Life-cycle Environmental Inventory of Passenger Transportation in the United States*, Institute of Transportation Studies, Berkeley, 2009, cité aussi par Victoria Public Transit Institute
- (2) National Cooperative Rail Research Program, *Comparison of Passenger Rail Energy Consumption with competing Modes*, Transportation Research Board, 2015
- (3) Via Rail, *Rapport sur la mobilité durable 2015*

- (4) Gouvernement du Québec, évaluation du projet de train de Mascouche, basé sur données 2001 de l'Agence de l'efficacité énergétique
- (5) 2011 Guidelines to Defra / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting: Methodology Paper for Emission Factors, 2011, U.K.
- (6) Transition énergétique Québec, Table de conversion
- (7) STM, Rapport de développement durable, 2016
- (8) STM, Plan de développement durable, 2020, p. 53
- (9) STL, Plan de développement durable 2013
- (10) Patrick Condon, Kari Dow, "Cost Comparisons of transportation modes", *Foundational Research Bulletin*, no.7, 2009

Annexe C.

Test-climat du REM: Émissions dues à la construction = 800 000 t CO₂

Constats globaux

Dans le document le plus récent de la CDPQ, la baisse officielle des émissions du REM est de 35 000 tonnes de CO₂ par année, en 2023.

Pour construire le REM, nous concluons à des émissions de 800 000 tonnes de CO₂.

Selon les données incomplètes de la CDPQ, pour compenser les activités de construction, le REM devra fonctionner pendant une période de 23 ans.

L'analyse de la CDPQ sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) du REM: un manque de rigueur flagrant

En prévision des audiences publiques du BAPE sur le REM, le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques a demandé à la CDPQ d'évaluer les émissions de GES du cycle de vie du REM, incluant les émissions provenant de la construction du REM. La CDPQ a alors refusé d'évaluer les émissions de la construction.

Dans les mois suivant les audiences publiques, la CDPQ a produit 2 études sur les émissions de GES. Essentiellement, ces études se contentent d'évaluer la baisse des émissions directes due au remplacement des autobus et d'un faible nombre d'automobilistes. Ces études ne tiennent pas compte des émissions de la construction du REM, ni des effets du projet sur l'étalement urbain, ni de son impact tarifaire.

Suite à de nombreuses demandes, la CDPQ a ensuite produit une autre étude où elle affirme tenir compte des activités de construction. Mais dans une approche de cycle de vie, leur affirmation est fautive: l'étude tient compte des équipements mobiles de construction et de la **livraison** des matériaux; **elle néglige les principales sources d'émission de GES, la fabrication du ciment et des composants en acier.**

Voici quelques faits saillants de la dernière étude, qui représente l'opinion officielle de la CDPQ (Hatch, "Étude sur les gaz à effet de serre", février 2017):

- La baisse des émissions due au remplacement direct des autobus et automobiles serait de **35 000 tonnes de CO₂ éq** en 2021.

- Sur l'antenne Ste-Anne-de-Bellevue, il y aurait 2500 automobilistes qui se convertiraient au REM. Notons que cette conversion correspond environ au nombre de places de stationnement, ce qui signifie que le REM ne réduirait aucunement le taux de possession d'automobiles.

- Sur l'antenne Rive-Sud, selon l'étude, il y aurait 2800 automobilistes qui se convertiraient au REM et utiliseraient les stationnements incitatifs, évitant un parcours sur le pont. Cette évaluation est douteuse, suite à deux constats: actuellement, les stationnements incitatifs sont pleins tous les jours de semaine; avec le REM, il y aura une baisse du nombre de places de stationnements. Pour que cette conversion vers le transport collectif soit réalisable, il faudrait beaucoup augmenter le nombre de places de stationnement. Et même dans ce cas, le REM ne réduit aucunement le taux de possession d'automobiles.

- Ces évaluations de la CDPQ confirment les évaluations du BAPE, à savoir qu'environ 90 % des usagers du REM sont déjà des utilisateurs du transport public.
- La dernière étude de la CDPQ néglige encore l'enjeu de l'étalement urbain, qui pourrait augmenter beaucoup le nombre d'automobiles en banlieue.
- Le tableau 4-4 du rapport s'intitule *Estimation des émissions totales résultant des activités de construction du REM*. Il déclare des émissions de **86 930 tonnes CO₂**. Ce titre est clairement trompeur, quand on se donne la peine de lire le texte détaillé:

"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"

"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 les émissions associées à la production de l'acier et du béton."

Notre analyse de la construction, basée sur le nombre de stations et kilomètres du REM

En l'absence de données complètes fournies par le promoteur, nous avons fait un bilan des mètres cubes (m³) de béton requis pour chacune des stations et chacun des kilomètres du REM (voir détails techniques qui suivent). Les données des facteurs d'émissions et volumes de béton proviennent de plusieurs études internationales. Le tableau suivant présente trois analyses pertinentes de cycle de vie.

**Tableau C-1.
Analyse de cycle de vie**

Analyse de cycle de vie	Source des données	Résultats publiés	Différences
Construction du skytrain de San Francisco (Bay Area Rapid Transit)	Mikhail V. Chester, Life-cycle Environmental Inventory of Passenger Transportation in the United States, <i>Institute of Transportation Studies</i> , Berkeley, 2008	Stations : 660 000 t CO ₂ Voies : 468 000 t CO ₂	Réseau du BART semblable au REM mais les stations sont deux fois plus longues
Construction et entretien du Skytrain de Vancouver	P. M. Condon, K. Dow, <i>A Cost Comparison of Transportation Modes</i> , November 2009, Foundational Research Bulletin, no. 7	Construction et entretien: 96 g CO ₂ /passager /km	Longueurs de réseau semblables
North West rail link Sydney skytrain	Présentation du constructeur : Hanson Hidelberg cement group	80 000 m ³ béton	Longueur total 4,6 km

Tableau C-2
Évaluation des émissions par type de voie et de station

		Nombre	m ³ de béton /unité	m ³ de béton	Émissions
Stations	Aériennes	18	7 500 m ³	135 000	900 kg CO ₂ / m ³ béton fabriqué, livré et installé
	Au sol	4	6 000 m ³	24 000	
	Souterraines	4	11 000 m ³	44 000	
Km de voies	Aériennes	47,5	10 700 m ³	508 250	
	Au sol	12	3 000 m ³	36 000	
	Souterraines (nouveau)	3	12 000 m ³	36 000	
	Souterraines (existant)	5	3 000 m ³	15 000	
	25% du pont Champlain	4,5 km	100 000 m ³ x 25%	25 000	
				823 250 m ³	740 000 t CO ₂
823 250 m ³ béton = 2 millions t de béton					

Autres sources d'émissions (déclarées par la CDPQ)

Catégorie	Détails	Émissions CO ₂
Voies ferrées de l'ensemble du tracé	15 390 tonnes d'acier x 767 kg CO ₂ / t	11 800 t
Machinerie locale (Hatch)	Carburant	43 000 t
Changement d'affectation des sols	Superficies défrichées	2 291 t

Grand total des émissions de la construction du REM	≈ 800 000 tonnes CO₂
--	--

Nous avons comparé cette évaluation avec les résultats des 3 autres analyses de cycle de vie sur la technologie du *skytrain*. Deux études arrivent à des résultats similaires à la nôtre. Et la comparaison avec le *Skytrain* de Vancouver indiquerait que nous avons sous-évalué les émissions de cycle de vie du REM.

Construction du REM : détails techniques et sources des évaluations

Données publiées par la CDPQ sur le REM

Notre analyse tiendra évidemment compte de rares données de cycle de vie, publiées par la CDPQ. En voici quelques-unes provenant de l'étude de Hatch, "Étude sur les gaz à effet de serre", février 2017.

Thème	Détails mentionnés	Données	Hatch
Livraison des matériaux et machinerie locale	Livraison béton, asphalte et carburant utilisé par les équipements de chantier	86 930 tonnes CO ₂ eq. (1)	Tableau 4-4
Émissions dues au changement d'affectation des sols	Superficies défrichées	2 261 tonnes CO ₂ eq.	Tableau 4-3
Acier des voies linéaires	Acier / km de tracé: 99 kg /m	15 390 tonnes	Tableau 7-1
Matériaux requis pour le tunnel de l'aéroport 3 km	11 085 m ³ de béton (à couler) + 48 244 tonnes de béton préfabriqué (= 20 000 m ³) +591 tonnes d'acier	31 000 m ³ de béton	Tableau 7-1
(1) Nous effectuons une évaluation spécifique pour le béton. En conséquence, pour éviter un double comptage, nous utiliserons seulement 50% de ce bilan (qui inclut la livraison du béton).			

Stations aériennes du REM : La CDPQ n'a pas dévoilé les paramètres des stations. Leurs images permettent cependant de confirmer la validité des données des ACV internationales



Évaluation du volume de béton requis pour une station aérienne du REM:

Longueur 110 m Largeur 16 m, Épaisseur plate-forme 2,5 m = 4400 m³
 10 Structures en hauteurs 2m x 10m haut x 16 m large = 3200 m³

Total = 7600 m³

Résultats similaires de l'ACV du BART pour stations aériennes

Données du BART (San Francisco) adaptées à la longueur du REM		
	BART Béton requis	REM Béton requis
Station aérienne	15 000 m ³	7 500 m ³
Station en surface	12 000 m ³	6 000 m ³
Station souterraine	22 000 m ³	11 000 m ³
Longueur des stations	220 m	110 m
Mikhail V. Chester, Life-cycle Environmental Inventory of Passenger Transportation in the United States, <i>Institute of Transportation Studies</i> , Berkeley, 2008		

Évaluation du volume de béton requis pour les voies

Catégorie	Détails	Facteur utilisé
Voies aériennes Piliers doubles à chaque 30 m	Volume de béton requis /30 m -Pilier: semelle 60 m ³ ; Structure 80 m ³ = 140 m ³ -Tablier et muret: surface en coupe 6 m ² x 30 m =180 m ³	320 m ³ / 30m ou 10 700 m ³ / km
Voies de surface	Traverses, murets, dalles de béton pour structure des voies ferrées: 3 m ³ /m	3 000 m ³ / km
Données du BART et du Skytrain de Vancouver applicables au REM		

Est-ce que les quantités déclarées pour le Skytrain de Sydney sont semblables? Oui

<p>North West Rail Link – - 4.6 km : 450 piles, 120 piers, 1200 segments, 2300 parapets</p> <p>The elevated skytrain viaduct runs four kilometres to Rouse Hill from Bella Vista, where Sydney Metro Northwest emerges from Australia's longest railway tunnels. The skytrain is at a height of between 10 metres and 13 metres above ground level and is supported with 130 concrete piers, spaced approximately 39 metres apart. The two new railway stations on the skytrain, Kellyville and Rouse Hill, are elevated and the platforms are above ground.</p> <p>-80 000 m³ déclarés pour 4,6 km et deux stations</p>	<p>50 000 m³ pour les voies aériennes (4,6 km x 10 700 m³)</p> <p>15 000 m³ pour les deux stations (7 500 m³ par station)</p> <p>15 000 m³ (solde) pour un pont</p>
---	--

Bilan des kilomètres de voies du REM

Portion du REM	Distances		
	km aérien	km au sol	km souterrain
Sainte-Anne-de-Bellevue /jonction à la A13	15	3	
Aéroport /jonction A13	1		3
Deux-Montagnes à Montpellier	21 (voir note)		
Montpellier / entrée du tunnel		5	
Tunnel Mont-Royal /gare Centrale			3,5
Gare centrale /Iles-des-Soeurs	3		1,5
Îles des Sœurs /Panama	2,5	4 (sur le pont)	
Panama /terminus Rive-Sud	5		
Totaux	47,5	12	8
Note: Il sera possible de descendre au sol pour quelques km = moins de béton requis Il sera nécessaire de reconstruire 4 ponts sur 2 rivières = plus de béton requis			

Bilan des stations du REM

Portion du REM	Nombre de stations		
	Aérienne	Au sol	Souterrain
Sainte-Anne-de-Bellevue /jonction à la A13	4		
Aéroport /jonction A13		1	1
Deux-Montagnes à Montpellier	9		
Montpellier / entrée du tunnel		3	
Tunnel Mont-Royal / McGill			2 nouvelles
Gare Centrale			une rénovation
Griffintown /Iles des Sœurs/ Panama /Du Quartier / Terminus Rive-Sud	5		
Totaux	18	4	4

Paramètres du nouveau pont Champlain (pont principal 4,3 km, sans compter le pont de l'Îles-des-Sœurs, paramètres déclarés dans les vidéos sur la construction du pont)

		Nombre	Poids /unité	Poids total	
Piliers du pont	Semelles	74	604 t	45 000 t	
	Piles	356	65 t	23 000 t	
	Chevêtres	37	400 t	15 000 t	
Structure haubanée	Pieux-caisson 10m	42	200 t	8 000 t	
	Semelles	2	3000 t *	6 000 t	
	Piles	204	300 t *	61 000 t	
Poutres du tablier	Poutres-caissons	600	40-80 t	36 000 t	
Tablier ?				?	
Totaux				194 000 t	minimum 80 000 m³
*poids unitaire estimé					

Facteurs d'émissions du béton et des barres de renforcement

Béton 30 MPa de haute qualité exigeant environ 30% de ciment	
<i>Environmental Product Declaration, CRMCA, 2017, Canadian ready-mix concrete</i> Canadian Industry Average benchmark: 417 kg CO ₂ / m ³ (béton de faible qualité) -Le béton de bonne qualité exige davantage de ciment, principal facteur d'émissions élevées -L'objectif industriel de 417 kg CO ₂ / m ³ ne tient pas compte des approvisionnements en agrégats. -Les moyennes mondiales sont plus élevées: donc 1 m³ béton = 600 kg de CO₂ Facteur qui inclut l'énergie pour les agrégats	Steel rebar: Gerdau, Environmental Product Declaration, 2017: 767 kg CO ₂ / t barres de renforcement ACV du prolongement du métro de Toronto: 175 kg barres requises par m ³ de béton donc 134 kg CO₂ / m³ béton
Béton avec barres de renforcement = 734 kg CO₂ / m³ béton 30 MPa Ce facteur n'inclue pas les étapes de livraison et mise en place du béton Facteur retenu incluant la livraison, les pompes à béton, les équipements requis pour la mise en place Béton installé : 900 kg CO₂ / m³ béton (1 m ³ béton = 2,4 tonnes)	

Est-ce que l'analyse de cycle de vie du Skytrain de Vancouver permet de justifier un total de 777 000 tonnes de CO2 pour le REM? La comparaison semble indiquer que nous avons sous-évalué les émissions.

ACV du Skytrain de Vancouver (P.M. Condon, K. Dow, 2009)

	CO₂ éq. /passager.km
Énergie électrique	60
Construction	76
Entretien	20
Total	156
N.B. Le nombre de km du Skytrain et du REM sont semblables, mais que le nombre de déplacements est plus grand à Vancouver	

Comparaison avec l'ACV du Skytrain de Vancouver

Données pour le Skytrain de Vancouver	Données pour le REM
-10 km moyen par déplacement -Achalandage 300 000 /j (2009) -Passager-km /an: 300 000 x 10 km x 250 jours = 750 millions -30 ans: 750 x 30 = 22 500 millions pass-km 1,7 millions t de CO₂ / 22 500 millions passager-km	-12 km moyen par déplacement -Achalandage par jour de semaine : 160 000 Passager-km annuel: 160 000 x 12 km x 250 jours = 480 millions 30 ans: 480 x 30 = 14 400 millions pass-km 800 000 t de CO₂ / 14 400 millions passager-km
= 76 g CO₂ /passager-km	= 56 g CO₂ /passager-km Pour déclarer des émissions de cycle de vie similaires au cas de Vancouver, il faudrait que les émissions du REM atteignent 1,1 million t de CO₂

Annexe D. Les leçons des analyses internationales

Les citations suivantes proviennent d'études internationales sur la performance du transport collectif. Elles permettent d'identifier les paramètres essentiels des projets, permettant d'augmenter l'achalandage et de réduire les émissions de GES.

Citations des analyses internationales	REM versus alternative
"Average transit share for residents within 1/2 mile of the station was 27% compared to 7% for people living between 1/2 mile and 3 miles of the station." (1) p. 8	Nouvelles stations de train /tramway - REM : 12 - Grand débloqué : 160
<i>Ridership Performance (boardings and passenger-miles): Unlinked trips increased an average of nearly 16% in Rail & Bus cities but only 1.7% in Bus-Only cities; in other words, the Rail & Bus cities saw ridership (boardings) grow at over nine times the rate in the Bus-Only cities. Cities that expanded their rail transit systems gained far more total transit riders than cities that expanded bus transit systems. (2)</i>	Remplacement de gros réseaux d'autobus par des réseaux électriques structurants -REM : une ligne de bus remplacée (pont Champlain) -Grand débloqué : 5 lignes de tram remplacent plusieurs lignes de bus
<i>"Rail transit reduces automobile travel in two different ways: directly when a traveler shifts a trip from automobile to rail, and indirectly when it creates more accessible land use and reduces automobile ownership in an area. These indirect impacts can be large. Research summarized in Table 3 indicates that each rail transit passenger mile leverages 1.4 to 9 automobile vehicle-miles reduced (1) -Newman and Kenworthy (1999) estimate a land-use multiplier of between 5 and 7, meaning that for every extra passenger mile on transit per capita, vehicle miles per capita decline by five to seven miles. (3) -Neff (1996) uses travel time budget theory to analyze the substitution of transit travel for auto travel in U.S. urbanized areas. He concludes that every mile of transit travel replaces 5.4 to 7.5 miles of auto travel.</i>	-Les lignes de tramway favorisent la concentration du développement due au grand nombre de nouvelles stations -Les TOD du REM sont souvent situés le long d'autoroutes, avec faible pouvoir d'attraction -Le TOD du 10/30, entouré de terres agricoles, ne réduit pas le taux de possession d'automobiles
<i>Goldstein (2007) found that household located within walking distance of a rail transit stations drive 30% less on average than if located in less transit-accessible locations... (1) p. 8</i>	Nombre d'autos sur nos routes : -Grand débloqué : baisse de 233 000 -REM : baisse de 10 600 selon la CDPQ; hausse de plus de 100 000 selon notre évaluation
<i>This analysis indicates that U.S. urban areas that expanded rail service on average significantly outperformed urban areas that only expanded bus service in terms of transit ridership and financial performance... Measured in constant dollars, operating and maintenance expenses per passenger-mile declined for rail cities but rose in bus cities (2)</i>	Coûts d'exploitation Chaque rame de tramway remplace 3 à 5 autobus diesel, avec une forte baisse des coûts d'exploitation.
<i>L'élasticité de la demande de transport collectif a été estimée pour l'ensemble de la journée avec une élasticité de -0,2 à court terme et -0,6 à long termes pour l'hypothèse minimale et avec -0,5 à court terme et -0,9 à long terme pour l'hypothèse maximale (3).</i>	REM : 11\$ milliards facturés à l'ARTM sur 20 ans
(1) Todd Litman, "Rail Transit In America, A Comprehensive Evaluation of Benefit", December 2015, Victoria Transport Policy Institute (2) Lyndon Henry Austin and Todd A. Litman, "Evaluating New Start Transit Program Performance Comparing Rail and Bus", April 2014, Victoria Transport Policy Institute (3) Todd A. Litman, "Transit Price Elasticities and Cross-Elasticities", November 2016, Victoria Transport Policy Institute, 27 p. (4) American Public Transit Association, APTA-CC-RP-001-09, p. 33	

Annexe E

Résultats détaillés du "test climat" et comparaison du REM avec une alternative

Nous avons retenu, pour le REM, des prévisions plus favorables que les celles de la CDPQ : 185 000 déplacements par jours en 2031, dont 18 500 provenant de nouveaux utilisateurs du transport collectif. Toutefois, la majorité de ces derniers vont encore utiliser leur véhicule pour se rendre aux stations du REM, entraînant encore de la congestion et une baisse minime du nombre d'automobiles sur les routes (seulement 4560).

De plus, le REM entraînera une perte nette d'environ 34 000 déplacements par jour en transport collectif résultant de la dégradation des services qu'il induira sur le reste du réseau (incluant la fermeture de la ligne de train Vaudreuil-Hudson avant 2031).

Finalement, **l'impact tarifaire du REM** sur l'ensemble des utilisateurs de transport collectif induira une baisse de 289 000 à 490 700 déplacements quotidiens en transport collectif.

Ces effets combinés impliquent que le REM réduira, de manière nette, de 305 000 à 506 000 le nombre total de déplacements quotidiens en transport collectif. Ce serait un **immense recul**. En comparaison, le projet de Grand déblocage proposé par le Parti Québécois amènerait 212 000 **nouveaux usagers** dans les transports collectifs et augmenterait de 398 000 le nombre de déplacements quotidiens en transports collectifs électrifiés.

Si on néglige les effets du REM sur l'ensemble du réseau et les tarifs, le REM induirait une baisse APPARENTE des émissions de gaz à effet de serre (GES) de 48 000 tonnes en 2031, principalement en remplaçant des autobus diesel, ainsi que quelques voitures. À cela, on peut ajouter une baisse de 28 000 tonnes découlant de la création de quelques TOD (six fois moins nombreux que ce que permettrait le Grand déblocage). La moitié de ces bénéfices apparents sera toutefois annihilée par la hausse des émissions (près de 35 000 t) induite par le REM sur le reste du réseau, incluant la perte de clientèle résultant de la baisse de confort que le REM impose (voir la section sur l'enjeu *confort et capacité du REM*).

L'impact tarifaire dû au REM viendra augmenter les émissions de 138 000 à 234 000 t de GES. **Le résultat net du REM sera une hausse globale des émissions située entre 95 000 et 192 000 t/an.**

En contraste, des investissements similaires, respectant le principe du *bon mode au bon endroit* permettraient de les réduire de près de 800 000 t/an, ce que démontre l'évaluation du Grand déblocage.

Description des projets (Les nombres entre parenthèses sont négatifs).	Nb de nouvelles stations	Km de lignes ferroviaires ajoutés	Nb nouvelles stations TOD	Aires de redéveloppement (Ha)	Nb d'utilisateurs nv TC + variation reste du réseau	Variation nette du nombre total d'utilisateurs en transport collectif	Variation nette du nombre d'utilisateurs en transport collectif électrifié
Impacts directs du Réseau express métropolitain (REM)	15	37	4	160	185 000	18 500	153 600
Impact du REM sur les autres services de transport collectif	(18)	(51)	(2)	(80)	(43 300)	(34 190)	(12 600)
Impact des hausses tarifaires induites par le REM (élasticité minimale)					(289 000)	(289 000)	(115 600)
Impact des hausses tarifaires induites par le REM (élasticité maximale)					(490 700)	(490 700)	(196 300)
Impact total du REM (minimum)	(3)	(14)	2	80	(147 300)	(304 690)	25 400
Impact total du REM (maximum)	(3)	(14)	2	80	(349 000)	(506 400)	(55 300)
Impact du Grand déblocage	171	215	24	861	485 100	212 650	398 100
Ratio Grand Déblocage vs REM	11,4	5,8	6,0	5,4			

Description des projets	Effet direct: Variation du nb de véhicules sur les routes	Variation du nb de véhicules (effet TOD)	Variation du nb véhicules (effet combiné)	GES effet direct (t/an)	GES effets densification urbaine (TOD) (t/an)	GES total (effets directs et densification (t/an)
Impact direct du Réseau express métropolitain (REM)	(4 560)	(9 600)	(14 160)	(48 396)	(28 195)	(76 591)
Impact du REM sur les autres services de transport collectif	(8 018)	4 800	(3 218)	20 621	14 098	34 718
Impact des hausses tarifaires induites par le REM (élasticité minimale)	265 838	57 800	323 638	137 669	-	137 669
Impact des hausses tarifaires induites par le REM (élasticité maximale)	451 372	98 140	549 512	233 752	-	233 752
Impact total du REM (minimum)	253 260	53 000	306 260	109 894	(14 098)	95 796
Impact total du REM (maximum)	438 795	93 340	532 135	205 977	(14 098)	191 879
Impact du Grand déblocage	(156 469)	(96 000)	(252 469)	(386 684)	(302 669)	(689 353)
Ratio Grand Déblocage vs REM					21,5	

Annexe F

Notes biographiques sur les auteurs

Luc Gagnon, M.Sc., Ph.D., Consultant en énergie, transport et changement climatique

- Chargé de cours, École de technologie supérieure (depuis 4 ans)
 - ING500 *Outils de développement durable pour l'ingénieur*
 - TIN501 *Environnement, technologie et société*
- Réviseur-expert pour les rapports du *Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat (2007 et 2010)*
- Conseiller principal, changement climatique, Hydro-Québec (1992 à 2011)
- Nombreuses publications en transport, notamment
 - *Les coûts réels de l'automobile, un enjeu mal perçu par les consommateurs et les institutions*, en collaboration avec les HEC, 2013
 - *Modalités et avantages d'une réforme fiscale écologique pour le Québec : Mythes, réalités, scénarios et obstacles*, Novembre 2014, en collaboration avec le GRAME
 - *Comparaison des options de transport des personnes, avec une approche de cycle de vie* (H-Q, 2005)

M. Jean-François Lefebvre, M. Sc. Ph.D.

- Chargé de cours depuis 2008 au Département d'études urbaines et touristiques de l'École des sciences de la gestion de l'UQAM
- Maîtrise en économie
- Doctorat sur le transport dans la région de Montréal