

Émissions de gaz à effet de serre du projet de *Réseau électrique métropolitain* et d'un scénario alternatif

Luc Gagnon, M.Sc., Ph.D.
Président, Option transport durable
Chargé de cours en développement durable et analyses de cycle de vie,
École de technologie supérieure
Novembre 2016

Résumé :

Le Réseau électrique métropolitain comporte plusieurs erreurs de conception, qui feront augmenter sérieusement les émissions de GES.

Erreurs de conception	Opinions des ministères québécois
1. Le choix de tracé du REM vise à favoriser le développement autour de plusieurs centres d'achats, en périphérie des quartiers centraux. Le projet deviendra un puissant incitatif à l'étalement, notamment sur d'excellentes terres agricoles.	Le <i>ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire</i> a demandé d'évaluer les effets du projet sur l'étalement urbain. La CDPQ-Infra a refusé.
2. Le choix de technologie, le <i>skytrain</i> , exige de construire tout le réseau en hauteur, sur des structures en béton, ou dans des tunnels, qui exigent également beaucoup de béton. Le béton est un des matériaux qui émet le plus de GES.	Le <i>ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques</i> a exigé d'évaluer les GES provenant de la construction du projet, incluant les matériaux. La CDPQ-Infra a refusé.
3. Le choix du <i>skytrain</i> , toujours en hauteur ou en souterrain, rend chaque station extrêmement coûteuse. En conséquence, il y aura très peu de stations et peu d'usagers auront accès au REM à pied. Pour compenser cette erreur, la CDPQ-Infra prévoit plus de 16 000 places de stationnements gratuites (sans compter les stationnements privés). Cela maintiendra le taux de possession d'automobiles et leur utilisation.	Le <i>ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports</i> a demandé de justifier la technologie choisie. La CDPQ-Infra a refusé.

La CDPQ-Infra affirme avoir réalisé une évaluation des émissions de GES (rapport de Hatch, novembre 2016). Cette affirmation est trompeuse, puisque l'étude ne fait que calculer les émissions évitées par le remplacement de certains autobus. Le tableau suivant présente un bilan réaliste des émissions.

Émissions de CO₂ du Réseau électrique métropolitain

	Réseau électrique métropolitain
Émissions directes évitées par le remplacement des autobus (surtout Pont Champlain)	Baisse de 27 191 t / an (en 2031)
Émissions liées au béton requis dans la construction	Hausse de 700 000 et 960 000 t (cela annule environ 30 années de la baisse des émissions directes annuelles)
Estimé des émissions liées à l'étalement urbain (horizon 2025)	Étalement urbain = Hausse de 60 000 t / an
Effets à long terme des hausses d'achalandage. Dans un contexte d'étalement, pour chaque passager supplémentaire du REM, il y a 5 usagers d'automobiles.	= augmentation des émissions
Constat général	7-8 milliards \$ pour un projet qui a les mêmes effets qu'une autoroute de banlieue, soit augmenter les émissions de GES

Dans les pages suivantes, nous présentons les analyses détaillées qui soutiennent ces évaluations.

De plus, nous avons proposé une alternative au REM composée de six lignes de tramways qui desservent également l'aéroport et la Rive-sud par le Pont Champlain. Cette alternative aurait pour effet de concentrer le développement, au lieu de favoriser l'étalement. Il en résulterait une forte baisse des émissions de GES.

**Émissions de gaz à effet de serre (CO₂) de deux options :
Réseau électrique métropolitain versus Grand Virage**

	Réseau électrique métropolitain	Grand virage
Émissions directes évitées par le remplacement des autobus	Baisse de 27 191 t / an (2031)	Baisse de 356 000 t / an 13 fois plus que le REM
Émissions liées au béton requis dans la construction	Hausse de 700 000 à 960 000 t (cela annule environ 30 années de la baisse des émissions directes annuelles)	Environ 10 fois moins que le REM (cela représente 3 mois de la baisse des émissions directes annuelles)
Émissions liées à l'aménagement du territoire (horizon 2025)	Étalement urbain = Hausse de 60 000 t / an	Concentration urbaine = Baisse de 45 000 t / an
Effets à long terme des hausses d'achalandage	Dans un contexte d'étalement, pour chaque passager supplémentaire du REM, il y a 5 usagers d'automobiles = augmentation des émissions	Dans un contexte de concentration urbaine, chaque passager supplémentaire réduit la dépendance à l'auto = baisse des émissions
Constat général	7-8 milliards \$ pour encourager une hausse des émissions	Un grand pas dans la bonne direction

Performance économique et sociale des options

	Réseau électrique métropolitain	Grand virage
Composantes principales	4 lignes de Skytrain	6 lignes de tramway 3 stations de métro
Coûts réels	8 milliards \$, incluant actifs de l'AMT et stations potentielles promises	6 milliards \$
Nombre de nouvelles stations	15 (incluant McGill et Édouard Montpetit)	128 9 fois plus de stations
Nombre de passagers Horizon 2025	150 000	460 000 3 fois plus de passagers
Effets sur les dépenses publiques	Forte hausse des dépenses publiques liées à l'étalement urbain	Baisse des dépenses publiques due à la concentration du développement

Détails techniques du *Grand virage*

	Lignes de tramways et ajouts de stations de métro	Nouvelles stations	km de réseau	Coûts unitaires et commentaires	Investissement total M\$	Achalandage probable 2025 par jour de semaine
T1	Métro Radisson /Anjou / Pie IX / CHUM	44	25	Tramway : 50M\$ /km -Aucune côte majeure -Aucun viaduc -Seulement 2 virages Une station de métro : 350M\$	1600	150 000
T2	Pie IX : du Métro Pie IX ligne Verte à Laval (St-Martin)					
M1	Métro ligne Bleue : une station coin Pie IX et Jean-Talon					
T3	Aéroport /Dorval /Lachine / Métro Lionel-Groulx	19	20	-50M\$ /km sur 18 km -viaduc de 300 M\$ pour accès à l'aéroport	1200	40 000
T4	Métro Longueuil / Taschereau / Pont Champlain /Métro Peel	18	20	Moyenne 50M\$ /km -Km sur le pont très peu coûteux -Un seul viaduc à élargir	1000	70 000
M2	Métro : stations Poirier et Bois-Franc	2	2	700M\$ pour les deux stations	700	90 000
T5	Tramway Le Carrefour / métro Montmorency /métro Bois-Franc	10	9	Tramway : 50M\$ /km	450	20 000
T6	Métro Guy / Cotes-des-Neiges / De la Savane / Terrains Hippodrome	34	15	Moyenne 75M\$ /km -Côte importante (tranchée)	1100	70 000
		128			6050	460 000

N.B. : Nous soutenons le projet de l'AMT qui visait à augmenter la capacité du train de Deux-Montagnes, par l'achat de wagons à deux étages (100M\$)

Tableau réalisé par Luc Gagnon, Option transport durable

Émissions directes, évitées par le *Grand virage*

(calculs basés sur les données par passagers /km)

	Lignes de tramways et ajouts de stations de métro	km de réseau	Achalandage probable par jour	Passager. km	X 215 g CO ₂ / passager.km	X 320 jours /an
T1	Métro Radisson /Anjou / Pie IX / CHUM	25	150 000	3 750 000	Hypothèse que l'usager moyen parcourt 70% de son réseau	
T2	Pie IX : du Métro Pie IX ligne Verte à Laval (St-Martin)					
M1	Métro ligne Bleue : une station coin Pie IX et Jean-Talon	1	20 000	20 000		
T3	Aéroport /Dorval /Lachine / Métro Lionel-Groulx	20	40 000	800 000		
T4	Métro Longueuil / Taschereau / Pont Champlain /Métro Peel	20	70 000	1 400 000		
M2	Métro : stations Poirier et Bois-Franc	2	90 000	180 000		
T5	Tramway Le Carrefour / métro Montmorency /métro Bois-Franc	9	20 000	180 000		
T6	Métro Guy / Cotes-des-Neiges / De la Savane / Terrains Hippodrome	15	70 000	1 050 000		
			460 000	7 380 000	1 113 t /jour	356 000t CO ₂ / an

Émissions directes évitées = 19 fois le REM

Le facteur d'émission des autobus de la STM est de 215 g CO₂ par passager /km.

(STM, Plan de développement durable, 2015)

Ce facteur est similaire à celui d'une voiture moyenne, avec un seul passager à bord.

Donc, pour les émissions directes, l'évaluation est valable peu importe si les passagers du Grand virage étaient auparavant dans des autobus ou des autos.

Cette évaluation ne tient pas compte des effets indirects sur l'aménagement du territoire (étalement ou concentration du développement?).

Tableau réalisé par Luc Gagnon, Option transport durable

Effets sur l'aménagement du territoire

Hypothèses minimales à l'horizon 2025

Notons que la confirmation de l'existence future du REM déclenche l'étalement urbain, avant même sa construction.

À titre d'exemple, pour stimuler la vente de maisons, les promoteurs immobiliers misaient sur le train de Mascouche 5 ans avant sa réalisation.

Calculs basés sur les données typiques des banlieues, dont les ménages possèdent un véhicule supplémentaire, parcourant 16 000 km par an.

Un véhicule : $16\ 000\text{ km} \times 8\text{ litres}/100\text{ km} \times 2,4\text{ kg CO}_2 / \text{litre} = 3\text{ tonnes CO}_2 / \text{an}$

(Évaluation faible puisqu'elle ne tient pas compte de la fabrication du véhicule : +30%)

Scénarios d'étalement urbain pour le REM :

10 000 ménages supplémentaires pour l'antenne Ste-Anne-de-Bellevue

10 000 ménages supplémentaires pour l'antenne Rive-sud

Total de 20 000 ménages \times 3 tonnes CO₂ / ménage = +60 000 tonnes CO₂ liées à l'étalement urbain

Scénarios de concentration urbaine pour le Grand virage :

-Tramway de l'Est (lignes T1, T2) + métro Pie IX : 5000 ménages

-Tramway Dorval et Lachine (T3) : 2000 ménages

-Tram-train Rive-sud (T4) : effets neutres car autant d'étalement que de concentration

-Métro Bois-Franc et tramway Montmorency (T5) : 3000 ménages

-Tramway Côtes des Neiges et hippodrome (T6) : 5000 ménages

La concentration urbaine réduit la dépendance à l'auto : hypothèse de un véhicule par ménage

Total de 15 000 ménages \times 3 tonnes CO₂ / ménage = baisse de 45000 tonnes CO₂

Les émissions des GES liés à la construction du REM

Le Ministère du développement durable, de l'environnement et de la lutte au changement climatique a demandé à la CDPQ d'évaluer les émissions de GES de la construction du REM. La CDPQ a refusé de réaliser cette évaluation, sous prétexte qu'elle ne connaissait pas les détails de construction.

En l'absence de données fournies par le promoteur, on peut faire des évaluations en comparant les paramètres du *skytrain* de la Caisse avec d'autres projets qui ont été évalués. Le tableau suivant présente ces projets, en ajustant leurs paramètres à ceux de la Caisse. Par exemple, si les stations d'un autre système sont plus longues que les 80 m du *skytrain*, nous ajustons l'évaluation pour une longueur de 80 m.

Évaluation des émissions de CO₂ provenant de la construction du REM

Cas évalué	Source des données	Résultats publiés en tonnes de CO ₂	Hypothèses pour calculs (voir notes)	Différences importantes	Évaluation applicable au REM (t CO ₂)
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, Berkeley, 2008</i>	Stations : 660 000 t Voies : 468 000 T		Réseau semblable mais rames deux fois plus longues	800 000 t
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 : 55 g CO ₂ /passager /km	Construction 25 g CO ₂ /passager /km	Réseau semblable avec 2,5 fois plus de passagers	960 000 t
North West rail link Sydney skytrain	Présentation du constructeur : Hanson Heidelberg cement group	80 000 m ³ 0,3 t CO ₂ /m ³ pour ciment et agrégats	0,6 t CO ₂ /m ³ pour toute la construction = 48 000 t CO ₂	Longueur total 4,6 km	700 000 t

Notes sur le BART

Le système de San Francisco a fait l'objet d'une évaluation de cycle de vie. Notons que le BART comporte 71 km, comparativement à 67 pour le REM.

Activité	BART CO ₂ éq. par passager.km	BART CO ₂ éq. par train	BART Total pour les 60 trains
Construction des stations	13 g	11000 t	660 000 t
Construction des voies aériennes et souterraines	10 g	7800 t	468 000 t
Total	23 g	18 800 t	1 128 000 t

Dans le cas du BART de San Francisco, une seule station aérienne peut exiger environ 14 000 m³ de béton.

Notes sur le skytrain de Vancouver

Cette étude présente les émissions liées à la **construction et à l'entretien** :
soit 55 g CO₂ éq. par passager.km (équivalent à 25% des émissions d'une auto-solo)
Nous présumons que 25 g sont associés à la construction, répartis sur 30 ans

Calculs :

Hypothèse que chaque passager fait 10 km à bord du Skytrain
(une hypothèse plus élevée augmenterait les émissions)

$$25 \text{ g CO}_2 \text{ /passager /km} = 250 \text{ g CO}_2 \text{ /passager}$$

Données par jour de semaine : 400 000 passager x 250 g CO₂ /passager = 100 t CO₂ /jour

Données de construction amorties sur 30 ans :

$$100 \text{ t CO}_2 \text{ /jour} \times 320 \text{ jours /an} \times 30 \text{ ans} = 960 \text{ 000 tonnes CO}_2$$

Notes sur le North West Rail Link – Sydney Skytrain

- 4.6 km : 450 piles, 120 piers, 1200 segments, 2300 parapets

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 (120?) 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. The skytrain has a deck approximately 11 metres wide, with room for two rail lines plus services.

- Le constructeur présente ses données de béton : 80 000 m³, incluant les stations

- La fabrication du ciment et des agrégats nécessaires au béton = 0,3 t CO₂ eq par m³ de béton
(David J. M. Flower, Jay G. Sanjayan, Greenhouse gas emissions due to concrete manufacture, *The international Journal of life cycle assessment*, 2007)

-Il faut ajouter les émissions associées aux mélanges du ciment et agrégats, au coulage des unités de béton précontraint, au transport des composantes, des grues pour la mise en place. Il faut aussi ajouter tout le creusage pour les fondations. Nous faisons donc l'hypothèse que la fabrication du béton représente 50% des émissions.

- 80 000 m³ x 0,6 t CO₂ eq /m³ de béton = 48 000 t CO₂ pour les 4,6 km

-Le REM comporte 67 km : 48 000 t CO₂ x 67km /4,6 km = 700 000 t CO₂ pour le REM

Notes:

The average world carbon intensity of carbon emissions in cement production is 0.81 kg CO₂/kg cement. Erecting a precast concrete guideway beam segment; 50 tonnes of concrete was used to build an average support column