



Novembre 2016

RAPPORT



# Rapport de quantification des émissions de gaz à effet de serre évitées par le transport collectif dans la région métropolitaine de Montréal

**Présenté à:**

Société de transport de Montréal et  
Comité de Pilotage pour la  
Quantification des émissions de GES évitées dans la  
région de Montréal

**Numéro de projet:** 003-1542514-Rev1

**Distribution:**

1 version électronique : Société de transport de  
Montréal  
1 version électronique: Membres du comité de  
pilotage  
1 exemplaire : Golder Associés Ltée





### SOMMAIRE EXECUTIF

La région métropolitaine de Montréal figure parmi les grandes métropoles du Canada et est dotée d'un réseau de transport collectif performant et bien développé. Le transport collectif est reconnu pour son importance comme un des moyens efficaces de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) à travers le monde. Les organismes de transport de la région métropolitaine de Montréal ont mobilisé des moyens substantiels pour répondre aux besoins de transport des citoyens et contribuer à la lutte aux changements climatiques.

La présente étude vise à quantifier les émissions de GES évitées grâce à l'utilisation du transport collectif dans la région métropolitaine de Montréal. Ce travail est le résultat de la collaboration soutenue et efficace d'un ensemble de partenaires municipaux et provinciaux ainsi que de sociétés de transport, lesquels ont formé un comité de pilotage pour structurer et valider la démarche de ce projet.

Les objectifs spécifiques de la présente étude sont les suivants :

- Quantifier les émissions de GES évitées par le transport collectif de la région métropolitaine de Montréal.
- Mettre en œuvre une méthodologie de quantification reconnue et fiable pour le territoire de référence choisi.
- Pouvoir comparer les résultats de Montréal à d'autres grandes villes d'Amérique du Nord.

Cette étude pourrait éventuellement permettre l'élaboration d'outils d'aide à la décision dans le domaine des investissements dans le transport collectif et dans la réduction des émissions de GES afin que le Québec et l'agglomération de Montréal puissent atteindre leurs cibles pour 2020 et 2030.

Selon la méthodologie développée par l'*American Public Transportation Association* (APTA) et le *Transit Cooperative Research Program* (TCRP), les émissions de GES évitées peuvent être divisées en trois catégories selon le type d'impact positif du transport collectif sur les déplacements urbains :

- 1) Effet de réduction de l'utilisation automobile;
- 2) Effet de l'allègement de la congestion;
- 3) Effet de la densification urbaine.

Ces trois catégories ont été évaluées sur la base des limites géographiques de la Communauté métropolitaine de Montréal. La quantification des émissions de GES évitées est basée sur les lignes directrices du guide de quantification des émissions de GES du transport collectif développé par l'APTA. En complément au guide de l'APTA, la méthodologie de calcul des émissions de GES évitées associés à l'effet du transport collectif sur la densification urbaine développée par le TCRP a également été utilisée.

L'effet de la réduction de l'utilisation automobile a été quantifié en appliquant un taux de transfert aux utilisateurs du transport collectif vers l'automobile, de manière à convertir des déplacements actuels en transport collectif (passagers-km) en déplacement automobile (véhicules-km). Les émissions de GES ont ensuite été calculées à partir de la consommation de carburant des véhicules additionnels qui se retrouveraient sur le réseau routier.

L'approche retenue pour calculer les émissions de GES évitées par l'effet de l'allègement de la congestion a été l'utilisation d'un modèle de transport régional. Cette approche consiste à ajouter aux déplacements automobiles actuels une demande automobile additionnelle, telle que calculée à la première catégorie de quantification des



## QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS DE GES ÉVITÉES PAR LE TRANSPORT COLLECTIF

GES évités, puis de procéder à la simulation des déplacements actuels et additionnels dans un modèle de transport régional. En fonction des véhicules-km et des vitesses de déplacement, la consommation de carburant est ensuite calculée, puis finalement les émissions de GES.

Pour quantifier l'effet de la densification urbaine, la méthode développée plus récemment par le TCRP a été utilisée. Cette approche estime l'effet du transport collectif sur la densification urbaine en utilisant la modélisation par équation structurelle linéaire, laquelle est basée notamment sur des données de 2010 provenant de plus de 300 zones urbanisées américaines. Pour faciliter l'utilisation de cette approche relativement sophistiquée et complexe, le TCRP a développé un outil de calcul sur Microsoft Excel (un calculateur) qui applique la modélisation par équation structurelle linéaire lequel a été utilisé dans cette étude.

Le tableau suivant présente le sommaire des résultats des émissions de GES évitées selon les catégories de quantification :

Catégorie de réduction des GES	Émissions de GES évitées		
	Par personne par jour (kg CO <sub>2</sub> eq)	Annuelles pour population totale CMM (t CO <sub>2</sub> eq)	Pourcentage de réduction <sup>1</sup>
Effet de la réduction de l'achalandage automobile	0,5	735 000	16 %
Effet de l'allègement de la congestion	0,6	836 000	17 %
Effet de la densification urbaine	1,7	2 341 000	22 %
<b>TOTAL<sup>2</sup></b>	<b>2,9</b>	<b>3 911 000</b>	<b>55 %</b>

<sup>1</sup> Le pourcentage de réduction est basé sur les émissions de GES attribuables aux véhicules routiers par rapport à celles qui seraient émises dans un scénario sans transport collectif calculées selon les méthodologies décrites dans ce rapport.

<sup>2</sup> Les quantités (kg ou t) en termes d'émissions de GES évitées et leurs pourcentages correspondants ont été calculés en respectant les méthodes recommandées par l'APTA et le TCRP, selon le cas. Bien que les méthodes pour les deux premiers effets impliquent un scénario de base différent du troisième effet, les résultats sont additionnés parce qu'on considère qu'ils sont indépendants et cumulatifs.

Les résultats obtenus par cette étude montrent des émissions de GES évitées totales d'environ 3 911 000 t CO<sub>2</sub> eq par année. Lorsqu'on compare ces résultats aux cibles de réduction pour l'ensemble de la province du Québec, les émissions de GES évitées par le transport collectif de la CMM représentent l'équivalent de près de 15 % de l'effort de réduction à venir des GES au Québec selon sa cible de réduction pour 2030, ce qui est hautement significatif. Ces résultats viennent confirmer l'importance de l'apport du transport collectif sur la limitation des émissions des GES sur le territoire de la CMM, mais également à l'échelle du Québec.



## QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS DE GES ÉVITÉES PAR LE TRANSPORT COLLECTIF

Pour ce qui est de l'effet de la densification urbaine, le calculateur du TCRP estime également la densité de population et la superficie nécessaire à la population actuelle dans un scénario sans transport collectif. Ces résultats sont présentés dans le tableau suivant :

### Différence entre les conditions actuelles et un scénario hypothétique sans transport collectif

	Conditions actuelles	Sans transport collectif
Véhicules-km parcourus par personne par jour (km)	22,2	29,9
Densité de population brute (pers/km <sup>2</sup> )	1 588	435
Superficie nécessaire à la population actuelle (km <sup>2</sup> )	2 336	8 535

Dans un scénario sans système de transport collectif, la densité de population diminuerait de 3 à 4 fois par rapport à la densité actuelle, passant de 1588 à 435 personnes par km<sup>2</sup>. Autrement dit, l'ensemble du territoire de la CMM aurait une densité de population à peine plus élevée que celles qu'on retrouve actuellement dans les couronnes Nord et Sud de Montréal. En raison de cette faible densité, l'étalement urbain pour accueillir la population actuelle de près de 4 millions de personnes couvrirait une superficie territoriale de 8 535 km<sup>2</sup>, soit environ deux fois la superficie totale de la CMM ou plus de 3,5 fois la superficie occupée par les aires urbanisées à l'intérieur de la CMM. Considérant la présence importante de terres agricoles à l'intérieur et entourant le territoire de la CMM, il est difficile d'imaginer un tel étalement.

Cette étude constitue un premier exercice dans son genre qui vise à quantifier les émissions de GES évitées par le transport collectif existant pour la région métropolitaine de Montréal. La collaboration et le travail minutieux effectués par les différents partenaires issus du Gouvernement du Québec, de la ville de Montréal, de la communauté métropolitaine de Montréal et des autorités organisatrices de transport nous permettent d'avoir un bon niveau de confiance dans les résultats. Ils fournissent une bonne représentation du niveau de réduction des émissions de GES induites par l'offre de transport collectif. De plus, le choix des méthodes de calcul permet de penser que les résultats présentés sont prudents. Les hypothèses de travail et les limitations ont été systématiquement identifiées et présentées dans ce rapport, donnant ainsi certaines pistes d'amélioration de la précision des résultats lors des prochains exercices similaires.



## Table des matières

<b>1.0</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
1.1	Mise en contexte de l'étude	1
1.2	Démarche	1
1.3	Identification du référentiel méthodologique	3
<b>2.0</b>	<b>IDENTIFICATION DES CATÉGORIES DE QUANTIFICATION</b>	<b>3</b>
2.1	Mise en contexte des émissions de GES évitées	3
2.2	Effet de réduction de l'utilisation de l'automobile	4
2.3	Effet de l'allègement de la congestion	4
2.4	Effet de la densification urbaine	4
2.5	Détermination du territoire géographique	5
<b>3.0</b>	<b>MÉTHODOLOGIE DE CALCUL DES ÉMISSIONS DE GES</b>	<b>7</b>
3.1	Effet de réduction de l'utilisation de l'automobile	7
3.1.1	Choix de l'approche méthodologique	7
3.1.2	Calcul du taux de transfert modal	9
3.1.3	Calcul des passagers-km	10
3.1.4	Calcul du taux de consommation de carburant	11
3.1.5	Calcul des émissions de GES	11
3.1.6	Hypothèses de calcul et limitations	12
3.2	Effet de l'allègement de la congestion	13
3.2.1	Choix de l'approche méthodologique	13
3.2.2	Calcul des véhicules-km	14
3.2.3	Calcul de la consommation de carburant	15
3.2.4	Calcul des émissions de GES	15
3.2.5	Hypothèses de calcul et limitations	16
3.3	Effet de la densification urbaine	18
3.3.1	Choix de l'approche méthodologique	18
3.3.2	Détermination des aires urbanisées	19
3.3.3	Données sur le réseau de transport collectif existant	21



## QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS DE GES ÉVITÉES PAR LE TRANSPORT COLLECTIF

3.3.4	Données sur le réseau routier .....	23
3.3.5	Données sur la densité du territoire .....	24
3.3.6	Données sur les déplacements .....	24
3.3.7	Hypothèses de calcul et limitations .....	24
<b>4.0</b>	<b>RÉSULTATS.....</b>	<b>25</b>
4.1	Discussion des résultats .....	26
4.2	Précision des résultats et sources d'incertitude .....	28
4.3	Validation des résultats.....	29
4.3.1	Effet de la réduction de la circulation et de l'allègement de la congestion.....	30
4.3.2	Effet de la densification urbaine .....	30
<b>5.0</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>31</b>
<b>6.0</b>	<b>RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>32</b>
<b>7.0</b>	<b>SIGNATURES.....</b>	<b>34</b>
<b>8.0</b>	<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>35</b>

### TABLEAUX

Tableau 1: Taux de transfert modal par sous-région.....	10
Tableau 2: Émissions de GES par catégorie de véhicule routier sur le territoire de la CMM en 2006 .....	16
Tableau 3: Longueurs totales des routes directionnelles du système de transport collectif .....	21
Tableau 4: Total annuel des véhicules-km de transport collectif parcourus sur le territoire de la CMM .....	23
Tableau 5: Émissions de GES évitées par catégorie de quantification pour la CMM .....	25
Tableau 6: Émissions de GES évitées pour les catégories 1 et 2 par sous-région de la CMM.....	26
Tableau 7: Effet du transport collectif sur la densification du territoire .....	26
Tableau 8: Comparaison des valeurs d'intrants et de résultats pour la CMM .....	30



## FIGURES

Figure 1: Comparaison des limites géographiques des trois territoires considérés.....	6
Figure 2: Schéma de la méthodologie de calcul des émissions de GES évitées par l'effet de la réduction de la circulation routière.....	9
Figure 3: Schéma de la méthodologie de calcul des émissions de GES évitées par l'effet de l'allègement de la congestion.....	14
Figure 4: Schéma de la méthodologie de calcul des émissions de GES évitées par l'effet de la densification urbaine	19
Figure 5: Limites géographiques de l'aire urbanisée à l'intérieur de la CMM .....	20
Figure 6: Représentation des tracés des routes des différents modes de transport collectif à l'intérieur du territoire géographique de la CMM .....	22

## ANNEXES

### ANNEXE A

Sondage pour le calcul du taux de transfert

### ANNEXE B

Facteurs d'émissions et potentiels de réchauffements planétaires du calculateur du TCRP



## 1.0 INTRODUCTION

La région métropolitaine de Montréal figure parmi les grandes métropoles du Canada et est dotée d'un réseau de transport collectif performant et bien développé. Le transport collectif est reconnu pour son importance comme un des moyens efficaces de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) à travers le monde. Les organismes de transport de la région métropolitaine de Montréal ont mobilisé des moyens substantiels pour répondre aux besoins de transport des citoyens et contribuer à la lutte aux changements climatiques.

La présente étude vise à quantifier les émissions de GES évitées grâce à l'utilisation du transport collectif dans la région métropolitaine de Montréal. Ce travail est le résultat de la collaboration soutenue et efficace d'un ensemble de partenaires municipaux et provinciaux ainsi que de sociétés de transport. Cette étude pourrait éventuellement permettre l'élaboration d'outils d'aide à la décision dans le domaine des investissements dans le transport collectif et dans la réduction des émissions de GES afin que le Québec et l'agglomération de Montréal puissent atteindre leurs cibles pour 2020 et 2030.

### 1.1 Mise en contexte de l'étude

Bien que le transport collectif soit un moyen efficace et reconnu de réduction des émissions de GES, aucune étude n'a permis, jusqu'à maintenant, de mesurer les réductions totales d'émission de gaz à effet de serre associées au transport collectif dans la région métropolitaine de Montréal.

La quantification des émissions de GES évitées par le transport collectif est un domaine d'étude relativement nouveau et encore en évolution. Certaines tentatives de quantification de GES ont été explorées dans le passé, mais il y a aujourd'hui une volonté d'adopter des méthodologies plus rigoureuses et exhaustives dans le but de pouvoir démontrer l'apport du transport collectif à la lutte contre les changements climatiques.

Il est important de mentionner que les résultats présentés dans le cadre de cette étude sont des estimations qui reposent sur la comparaison de la situation réelle actuelle avec un scénario fictif où le système de transport collectif n'existerait pas. Ce scénario fictif implique inévitablement de poser de nombreuses hypothèses, notamment en ce qui a trait au développement du réseau routier et à l'étalement urbain de la ville s'il n'y avait jamais eu de transport collectif. En ce sens, il faut garder en tête que l'expression « quantification des émissions de GES » utilisée dans ce rapport fait référence à des estimations. Cette expression est toutefois conforme à la terminologie utilisée par les guides et documents de référence utilisés.

### 1.2 Démarche

C'est dans ce contexte que la Société de transport de Montréal (STM) a initié et coordonné les travaux visant à quantifier les émissions de GES évitées dans la grande région de Montréal. Pour atteindre cet objectif, un comité de pilotage a été mis sur pied par la STM, en septembre 2015, afin de valider les grandes orientations de la nouvelle méthodologie de quantification des émissions de GES évitées et d'orienter les travaux subséquents. Le comité de pilotage était composé des membres partenaires suivants :

- Agence métropolitaine de transport (AMT);
- Association du transport urbain du Québec (ATUQ);
- Communauté métropolitaine de Montréal (CMM);



## QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS DE GES ÉVITÉES PAR LE TRANSPORT COLLECTIF

- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC);
- Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports (MTMDET);
- Réseau de transport de Longueuil (RTL);
- Société de transport de Laval (STL);
- Société de transport de Montréal (STM);
- Ville de Montréal.

Les objectifs spécifiques poursuivis par le comité de pilotage étaient les suivants :

- Quantifier les émissions de GES évitées par le transport collectif de la région métropolitaine de Montréal.
- Mettre en œuvre une méthodologie de quantification reconnue et fiable pour le territoire de référence choisi.
- Pouvoir comparer les résultats de Montréal à d'autres grandes villes d'Amérique du Nord.

Les membres du comité de pilotage ont souhaité se faire accompagner par une firme d'experts externe et indépendante pour appuyer et valider le travail de quantification des émissions de GES évitées afin que celle-ci soit cohérente, aussi bien avec les guides de l'American Public Transportation Association (APTA) et du Transit Cooperative Research Program (TCRP) qu'avec d'autres standards reconnus de quantification des GES, tels que la norme internationale ISO 14064 et les guides du *GHG Protocol*. Le choix s'est porté sur l'équipe de la firme Golder Associés Ltée. Plus spécifiquement, son mandat a consisté à valider la portée de l'étude de quantification, à recommander les méthodologies de calcul à préconiser, à vérifier les méthodes de quantification et finalement à rédiger le présent rapport de quantification des émissions de GES évitées.

Le comité de pilotage s'est donc rencontré à quelques reprises pour faire le point et valider les différents livrables et la démarche du projet. Des sous-groupes de travail ont été formés et ont travaillé à développer plus en détail la méthodologie ainsi qu'à collecter et traiter les données.

L'équipe de la STM a joué un rôle important de collecte et de traitement des données fournies par chacun des partenaires, en plus de jouer un rôle de coordination et de planification à l'intérieur du comité de pilotage. L'équipe de la STM a également analysé les différentes options du territoire géographique sur la base duquel la quantification des émissions de GES évitées a été réalisée et a aussi grandement contribué au travail de présentation et de validation des résultats.

Tout le travail de modélisation à l'aide des modèles de transport régional (MOTREM08) et de calcul des émissions de GES (MOVES) a été réalisé par le Service de la modélisation des systèmes de transport du MTMDET. Le MTMDET a également contribué à calculer les véhicules-km parcourus par personne par jour dans le territoire à l'étude.

La CMM s'est occupée de définir les limites géographiques des aires urbanisées à l'intérieur de son territoire, en plus de calculer et fournir les données sur le réseau routier dans les aires urbanisées définies et autres données sur l'utilisation du territoire.



L'AMT s'est chargée de calculer et de fournir toutes les données sur le réseau de transport collectif existant à l'intérieur du territoire de la CMM. L'AMT a également contribué à calculer les passagers-km par personne en transport en commun par jour dans le territoire à l'étude.

### 1.3 Identification du référentiel méthodologique

La première étape de cette étude a été de rechercher, d'évaluer et de déterminer les différentes approches méthodologiques afin de quantifier les émissions de GES évitées par le transport collectif de la région métropolitaine de Montréal. Ces recherches ont permis d'identifier le modèle développé par l'*American Public Transportation Association* (APTA) dont certains organismes montréalais comme l'AMT et la STM sont membres. Le modèle de l'APTA a été jugé comme celui qui permet le mieux de comparer la région du grand Montréal avec d'autres villes nord-américaines. Il se veut un guide qui fournit des directives aux autorités organisatrices de transport pour la quantification de leurs émissions de GES, tant celles émises qu'évitées. En complément au guide de l'APTA, le *Transit Cooperative Research Program* (TCRP) a également développé et publié, en 2015, une méthodologie de calcul des émissions de GES évitées associée à l'effet du transport collectif sur la densification urbaine.

## 2.0 IDENTIFICATION DES CATÉGORIES DE QUANTIFICATION

### 2.1 Mise en contexte des émissions de GES évitées

Les émissions de GES évitées s'inscrivent dans le bilan global de l'impact du transport collectif sur les émissions de GES. En effet, les émissions attribuables au transport collectif peuvent être divisées en deux grandes catégories : les émissions produites et les émissions évitées par le transport collectif.

Les émissions produites par le transport collectif comprennent principalement les émissions causées par les sources mobiles (bus, trains, métro et véhicules de service) et celles issues des sources fixes liées aux bâtiments. Ces émissions sont généralement rapportées au niveau des autorités organisatrices de transport dans leur rapport annuel en développement durable. Par exemple, la STM a rapporté des émissions directes de GES de 158 000 tonnes équivalents de CO<sub>2</sub> pour l'année 2015.

De l'autre côté, il y a les émissions évitées par le transport collectif qui contribuent positivement à réduire les GES émis dans l'atmosphère et qui font l'objet de la présente étude. Ces émissions, comme leur nom l'indique, sont des GES qui auraient pu être émis dans l'atmosphère, mais qui ne l'ont pas été en raison de la présence du transport collectif comme mode de déplacement d'une part importante de la population du grand Montréal. Selon les méthodologies développées par l'APTA et le TCRP, les émissions de GES évitées peuvent être divisées en trois catégories selon le type d'impact positif du transport collectif sur les déplacements urbains :

- 1) Effet de réduction de l'utilisation automobile;
- 2) Effet de l'allègement de la congestion;
- 3) Effet de la densification urbaine.



Les émissions évitées par le transport collectif sont considérées comme des émissions de « Scope 3 » selon la méthodologie du GHG Protocol, c'est-à-dire des émissions indirectes qui ne sont pas obligatoirement comprises dans l'inventaire des GES d'une autorité organisatrice de transport ou d'une région métropolitaine. Ceci étant dit, même si ces émissions sont dites optionnelles, l'APTA encourage fortement qu'elles soient incluses dans l'inventaire de GES des autorités organisatrices de transport, car elles permettent de présenter une vue complète de l'impact du transport collectif sur les émissions de GES d'une région métropolitaine donnée.

### 2.2 Effet de réduction de l'utilisation de l'automobile

Cette catégorie d'émissions de GES évitées est l'effet le plus direct du transport collectif sur la réduction des GES, c'est-à-dire celui des déplacements en voiture qui sont évités par l'utilisation du transport collectif plutôt que l'automobile. Autrement dit, on quantifie le volume additionnel d'automobiles qui se retrouverait sur le réseau routier si les usagers du transport collectif devaient faire leurs déplacements autrement qu'en transport collectif. Une réduction des véhicules-km entraîne évidemment une diminution de la consommation de carburant et, par conséquent, des émissions de GES. À noter que pour cette catégorie, l'augmentation de la congestion qui résulte du volume additionnel d'automobile n'est pas prise en compte dans la quantification des émissions de GES évitées, car cet aspect est considéré séparément dans la deuxième catégorie, soit la quantification de l'effet de l'allègement de la congestion.

### 2.3 Effet de l'allègement de la congestion

Lorsque le niveau de congestion augmente et, par conséquent, le temps de déplacement, l'ensemble des véhicules vont consommer plus d'essence pour parcourir une même distance. En plus de réduire le nombre de déplacements faits en voiture, le transport collectif aide à réduire la congestion automobile et par le fait même la consommation de carburant et les émissions de GES liées. Cette deuxième catégorie d'émissions de GES évitées vise donc à quantifier la surconsommation de carburant en raison de la congestion accrue dans un scénario où le nombre d'automobiles sur les routes serait augmenté par l'absence d'offre de transport en commun. La surconsommation de carburant est quantifiée tant pour les véhicules légers et lourds, actuellement présents, que pour les véhicules additionnels des utilisateurs du transport collectif qui choisiraient de faire leur déplacement en voiture.

Cette catégorie d'émissions de GES évitées peut être significative, particulièrement dans les villes comme Montréal où la congestion actuelle est déjà élevée. Plusieurs modèles et approches ont été développés par le passé pour déterminer la relation mathématique entre le niveau de congestion et le volume de véhicules. Peu importe la méthode utilisée, la théorie semble suggérer une relation exponentielle, c'est-à-dire qu'on observe toujours un point critique où l'augmentation du volume entraîne une baisse subite de la vitesse de déplacement des véhicules<sup>1</sup>.

### 2.4 Effet de la densification urbaine

Cette troisième catégorie d'émissions de GES évitées vise à quantifier la réduction de l'utilisation de l'automobile associée à la densification du territoire qui est attribuable à la présence du réseau de transport collectif dans une région donnée. On sait par observation que l'implantation d'un réseau de transport collectif, notamment les

<sup>1</sup> Eleni I. VLAHOIANNI, 2006. Some empirical relations between travel speed, traffic volume and traffic composition in urban arterials. Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley, USA.



réseaux lourds comme le métro, crée un effet de densification du territoire autour des lignes de ce réseau. Il est vrai que plusieurs autres facteurs, tels que les obstacles naturels (lac, fleuve et rivière) et les périmètres d'urbanisation, peuvent influencer le développement d'un territoire et que l'implantation seule du réseau de transport collectif n'est pas l'unique facteur de densification urbaine. Ceci étant dit, il a été démontré que la présence du transport collectif dans la région métropolitaine de Montréal favorise la densification du territoire, sachant que la densité de population est la plus forte sur l'île de Montréal et que c'est également le secteur le mieux desservi par le transport en commun. La CMM abonde d'ailleurs dans le même sens dans son bilan des GES publié en 2010<sup>2</sup> :

*« L'étendue du réseau de transport en commun, et en particulier des infrastructures lourdes, est généralement susceptible d'être plus importante dans un périmètre à forte densité, où la demande en déplacements est plus élevée. À l'inverse, il est désormais encouragé de favoriser une augmentation de la densité à proximité des infrastructures de transport en commun, afin d'encourager leur utilisation et de rentabiliser les infrastructures existantes. »*

Il a été démontré dans de nombreuses études<sup>3</sup> que les personnes résidant dans des zones à forte densité, ont tendance à privilégier la marche, le vélo et le transport collectif au détriment de leur voiture pour faire leurs déplacements. Ces modes de transport durable permettent de réduire la consommation de carburant et par le fait même les émissions de GES. De plus, il y a un effet de diminution des distances parcourues, même en auto, lors des déplacements. Il est vrai que les véhicules se déplaçant dans des zones à forte densification vont généralement consommer plus de carburant par km parcouru (en raison des vitesses plus faibles et de la congestion accrue), mais cet effet est minime par rapport aux bénéfices de la réduction des distances parcourues.

Ce phénomène a été observé par la CMM et rapporté dans son bilan des GES publié en 2010<sup>4</sup>. On y mentionne notamment que *« la couronne Nord et la couronne Sud présentent la plus faible densité du territoire de la Communauté métropolitaine, avec moins de 500 habitants/km<sup>2</sup>. On y observe également le nombre le plus élevé d'automobiles par ménage, avec un nombre supérieur à 1,70. À l'inverse, dans les secteurs où la densité est forte, le taux d'automobile est plus faible : avec une densité d'environ 1 500 habitants/km<sup>2</sup>, les ménages résidant à Laval et dans l'agglomération de Longueuil possèdent en moyenne 1,36 à 1,49 véhicules, alors que ce nombre est seulement de 0,96 véhicules dans l'agglomération de Montréal, où la densité est supérieure à 3 000 habitants au km<sup>2</sup>. »*.

## 2.5 Détermination du territoire géographique

Une étape importante de la démarche a consisté en l'identification du territoire géographique de l'étude pour lequel les émissions de GES évitées seront calculées. Bien qu'il soit possible de calculer l'effet de l'achalandage à l'échelle d'une autorité organisatrice de transport, il est plus approprié de mesurer les effets de l'allègement de la congestion et de la densification urbaine sur une échelle métropolitaine. De plus, la région métropolitaine de Montréal, comme la plupart des grandes zones urbanisées nord-américaines, est desservie par plusieurs autorités organisatrices de transport dont les territoires couverts se superposent et se chevauchent. Afin de maintenir une

<sup>2</sup> Aecom Tecslut Inc., 2010. Portrait des émissions de gaz à effet de serre sur le territoire de la Communauté métropolitaine de Montréal.

<sup>3</sup> TCRP Report 176 – Quantifying Transit's Impact on GHG Emissions and Energy Use – The Land Use Component. Transportation Research Board of the National Academies. 2015

<sup>4</sup> Aecom Tecslut Inc., 2010. Portrait des émissions de gaz à effet de serre sur le territoire de la Communauté métropolitaine de Montréal.



cohérence dans les paramètres et hypothèses de calcul, le même territoire géographique a été utilisé pour les trois catégories d'émissions de GES évitées.

Trois territoires géographiques ont été analysés :

- 1) Territoire de l'Enquête Origine-Destination 2008 réalisée par l'AMT (Enquête O-D)<sup>5</sup>;
- 2) Territoire de la CMM;
- 3) Territoire de la région métropolitaine de recensement (RMR).

La figure suivante montre les trois territoires pris en compte :

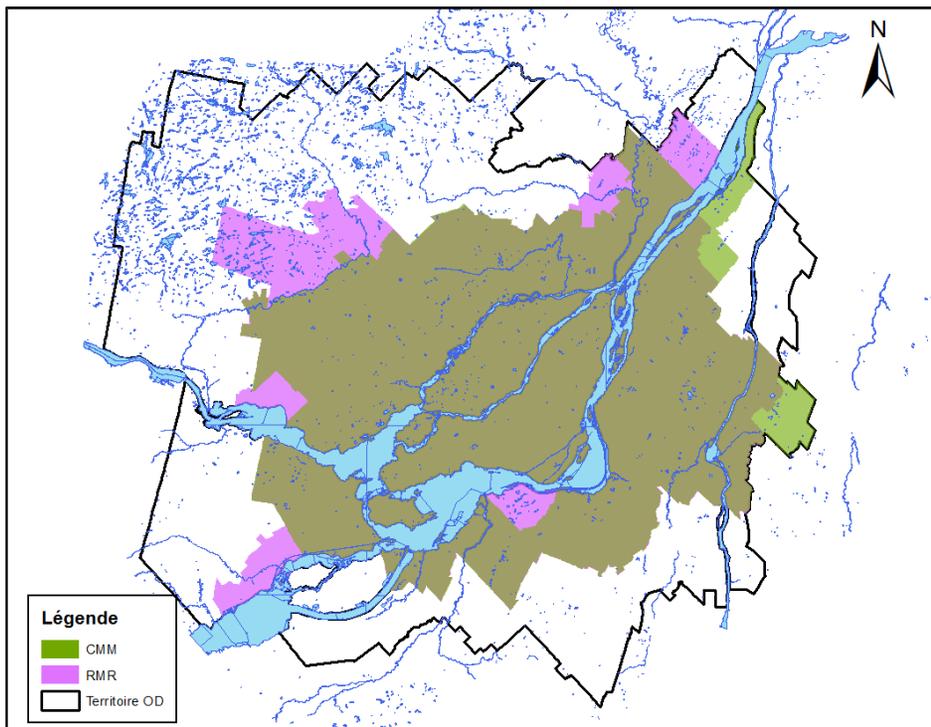


Figure 1: Comparaison des limites géographiques des trois territoires considérés

Après analyse des avantages et inconvénients de chacun des territoires, il a été décidé d'utiliser celui de la CMM. Ce choix repose sur le fait que ce territoire représente bien la zone desservie par le transport collectif de la région métropolitaine de Montréal et que les données et statistiques requises pour le calcul des trois catégories d'émissions de GES évitées sont plus complètes et disponibles grâce à la collaboration de la CMM, par le biais de son Observatoire Grand Montréal.

<sup>5</sup> <https://www.amt.qc.ca/fr/a-propos/portrait-mobilite/enquetes-precedentes/o-d-2008>. Bien que les résultats de l'Enquête O-D 2013 sont disponibles, c'est le territoire de l'Enquête O-D 2008 qui a été considéré, car le modèle de transport du MTMDET est basé sur les résultats de l'année 2008.



### Portrait du territoire de la CMM

Selon les données de l'Observatoire Grand Montréal, la CMM a une superficie totale de 4 360 km<sup>2</sup>, dont 525 km<sup>2</sup> de surfaces aquatiques. Quelque 3,9 millions de personnes habitaient sur son territoire en 2016, soit près d'environ 48 % de la population du Québec, répartis sur 82 municipalités locales. L'agglomération de Montréal, soit l'île de Montréal, compte à elle seule 49 % de la population de la CMM, avec 1,9 million d'habitants sur seulement 12 % du territoire. Ainsi, le secteur de l'agglomération de Montréal a la plus forte densité de la CMM avec 3 779 personnes par km<sup>2</sup>. À l'inverse, les couronnes Nord et Sud ont les densités les plus faibles, avec respectivement des densités de 410 et 322 personnes par km<sup>2</sup>. Les agglomérations de Longueuil et de Laval, avec des densités de l'ordre de 1 500 personnes par km<sup>2</sup> ont, quant à elles, des densités de population beaucoup plus fortes que celles des couronnes, mais bien moindres que celle de l'agglomération de Montréal.

Même s'il s'agit de la zone la plus densément peuplée du Québec, de nombreuses terres agricoles sont présentes sur le territoire de la CMM. Les 2 204 km<sup>2</sup> de terres agricoles protégées, qui totalisent 58 % du territoire de la CMM, encerclent en quelque sorte le milieu urbanisé. À cela s'ajoutent les milieux naturels tels que les boisés de la CMM.

Selon l'enquête Origine-Destination 2013, ce sont 9,3 millions de déplacements qui sont réalisés quotidiennement (périodes de 24 heures) sur le territoire de l'Enquête OD 2013, dont 70 % en automobile, 15 % en transport collectif, 11 % en transport actif (vélo, marche) et 4 % en autres modes (principalement le transport scolaire).

Sur le territoire de la CMM, on retrouve trois grandes sociétés de transport : la Société de transport de Montréal (STM), le Réseau de transport de Longueuil (RTL) et la Société de transport de Laval (STL). De plus, 11 autorités organisatrices de transport (AOT) desservent la périphérie du territoire de la CMM. Finalement, six lignes de train de banlieue sont présentes et exploitées par l'Agence métropolitaine de transport (AMT).

Selon l'enquête sur le camionnage de 2006-2007, plus de 45 % des déplacements interurbains de camions lourds qui s'effectuent chaque semaine sur le réseau routier du Québec ont leur point d'origine sur l'île de Montréal, à Laval ou en Montérégie. Conséquemment, un très grand nombre de camions sillonnent le réseau routier supérieur de la CMM.

## 3.0 MÉTHODOLOGIE DE CALCUL DES ÉMISSIONS DE GES

Cette section présente un bref aperçu des différentes approches méthodologiques envisagées pour chacune des catégories, la description détaillée de l'option retenue et des calculs effectués pour obtenir les émissions de GES évitées.

### 3.1 Effet de réduction de l'utilisation de l'automobile

#### 3.1.1 Choix de l'approche méthodologique

Il existe trois approches possibles et recommandées par l'APTA pour calculer les émissions de GES évitées par l'effet de la réduction de l'utilisation de l'automobile.

#### Utilisation d'un modèle de transport régional

L'approche par l'utilisation d'un modèle de transport régional réside dans le fait de simuler le retrait complet de l'offre de transport collectif du modèle et ensuite de calculer les GES émis par les nouveaux déplacements de



véhicules induits par l'absence de l'offre de transport collectif. Cette approche n'a pas été retenue du fait notamment des efforts importants de manipulations techniques relativement complexes nécessaires dans le modèle de transport actuellement utilisé pour la région métropolitaine de Montréal (par exemple l'estimation des déplacements annulés et de la détermination des taux de transfert des utilisateurs du transport collectif vers les différents modes de transport). De plus, en raison des différences entre les modèles utilisés à travers l'Amérique du Nord, cette approche n'est pas recommandée aux fins de comparaison d'une ville à l'autre.

### Expérience dans des « conditions naturelles »

L'approche par expérience dans des « conditions naturelles » repose sur des situations historiques réelles durant lesquelles le transport collectif aurait été temporairement non disponible (par exemple en raison d'une grève, d'une panne de courant majeure, etc.).

Il existe très peu de données sur les déplacements durant de telles situations dans la région de Montréal. De plus, ces situations sont temporaires et n'affectent généralement jamais l'offre de transport collectif au complet, ce qui implique des limitations significatives aux résultats du calcul des émissions de GES évitées.

### Utilisation du taux de transfert modal

Cette méthode consiste en l'application d'un taux de transfert aux utilisateurs du transport collectif vers l'automobile, de manière à convertir des déplacements actuels en transport collectif (passagers-km) en déplacement automobile (véhicules-km). Les émissions de GES sont ensuite calculées à partir de la consommation de carburant des véhicules additionnels qui se retrouveraient sur le réseau routier. À noter que le niveau de congestion appliqué à ces nouveaux déplacements en auto est celui qui est rencontré par les automobilistes actuels. L'équation générale suivante représente l'approche en utilisant un taux de transfert modal :

$$GES = \text{Passager-km en TC (km)} \times \text{taux transfert modal (\%)} \times \text{taux consommation carburant (L/km)} \times \text{Facteur d'émission (CO}_2\text{e/L)}$$

L'approche en utilisant un taux de transfert modal est l'approche privilégiée par l'APTA et également celle qui a été retenue pour la présente étude de quantification. Bien que l'esprit général de cette approche ait été utilisé, certains ajustements y ont été apportés pour l'adapter et ainsi en améliorer la précision, tel qu'expliqué en détail dans les sous-sections suivantes.

Le schéma suivant est une représentation graphique de la démarche adoptée, dans le cadre de la présente étude, pour le calcul des émissions de GES évitées par la réduction de l'utilisation automobile dans la grande région de Montréal, grâce à l'offre de transport collectif :

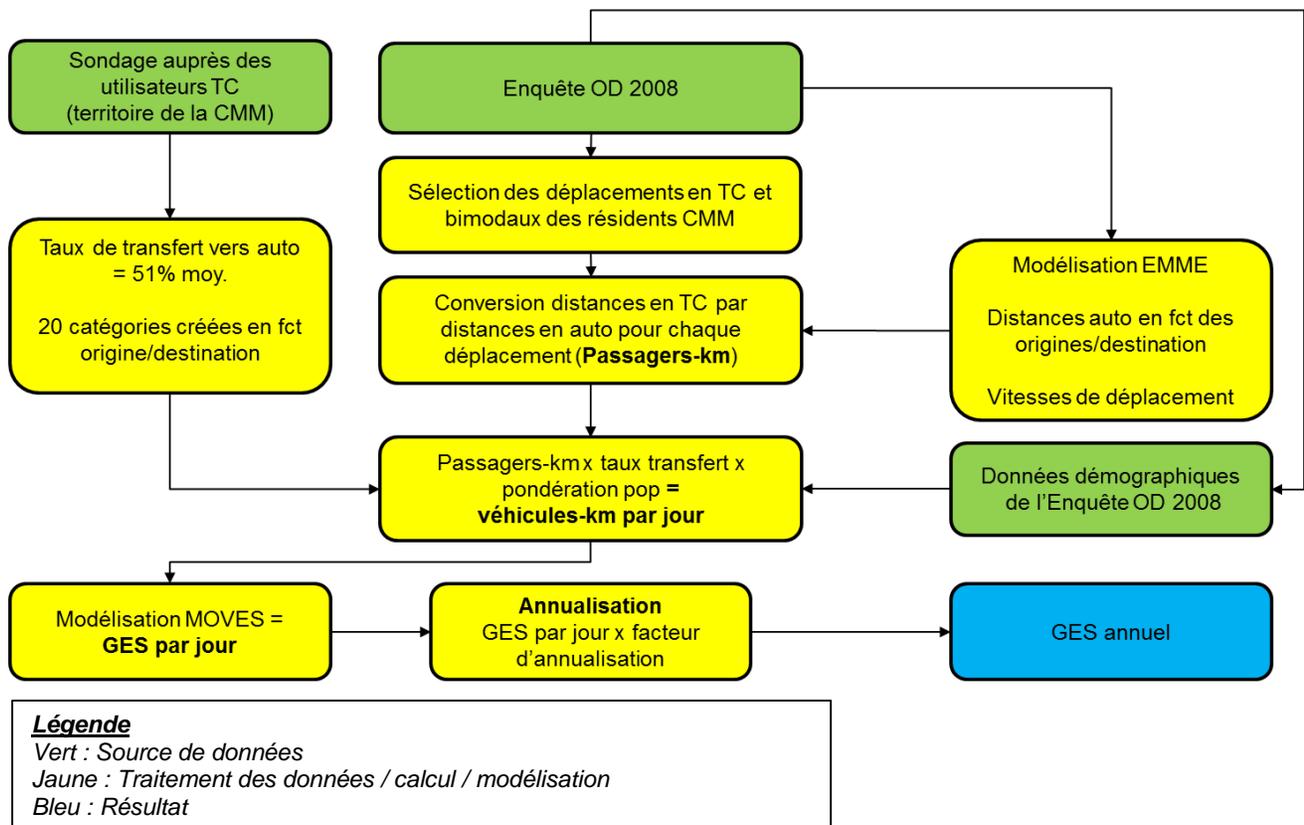


Figure 2: Schéma de la méthodologie de calcul des émissions de GES évitées par l'effet de la réduction de la circulation routière

### 3.1.2 Calcul du taux de transfert modal

Plusieurs méthodes sont proposées pour estimer le taux de transfert modal :

- l'extraire d'un modèle de transport régional;
- le mesurer à partir d'un sondage auprès des utilisateurs;
- utiliser des valeurs par défaut en fonction de la taille de la population desservie par le transport collectif.

La méthode utilisant un modèle de transport nécessite entre autres que ce modèle puisse intégrer des modes de déplacement non motorisés et les déplacements annulés, ce qui n'est pas le cas avec le modèle de transport actuellement utilisé pour la région métropolitaine de Montréal.

La méthode des valeurs par défaut en fonction de la taille de la population desservie par le transport collectif a également été écartée du fait notamment qu'il s'agit de taux évalués pour des villes américaines et de son niveau élevé d'incertitude pour le périmètre géographique considéré.



Un sondage a donc été réalisé par la firme Léger Marketing au printemps 2016 auprès de 1 200 utilisateurs du transport collectif de la région de Montréal. Le sondage, dont le questionnaire est présenté à l'annexe A, répondait aux critères spécifiés dans le guide de l'APTA et assurait une pondération des réponses pour permettre une certaine représentativité géographique et démographique des utilisateurs du transport collectif.

Ce sondage a permis d'identifier le mode de transport que les actuels usagers du transport collectif prendraient pour effectuer leurs déplacements si les services de transport collectifs n'existaient plus.

Le taux de transfert a été calculé en fonction des réponses obtenues, selon l'équation suivante :

$$\text{Taux transfert} = \% \text{ automobile seul} + \% \text{ fait reconduire} + \% \text{ taxi} + (\% \text{ covoiturage} / \text{nb moy. pers. par covoiturage})$$

Comme les résultats du sondage permettaient de classer les réponses en fonction des origines et destinations des déplacements, 20 taux de transfert spécifiques ont été calculés pour 20 paires d'origine-destination différentes à l'intérieur de la CMM. Cette méthode de détermination des taux de transfert modal par origine-destination est une adaptation à la méthodologie décrite par l'APTA, mais permet d'appliquer un taux de transfert différent d'une sous-région à l'autre à l'intérieur du territoire de la CMM. Il s'agit donc d'une amélioration à la méthodologie proposée par l'APTA. Par exemple, cela permet d'appliquer un taux de transfert différent aux utilisateurs en partance de la rive-nord vers le centre-ville versus ceux qui partent de la rive-sud pour la même destination. Le tableau suivant présente les résultats du sondage colligés pour les déplacements à destination des cinq grandes sous-régions de la CMM.

**Tableau 1: Taux de transfert modal par sous-région**

Lieu de domicile	Achalandage - transport collectif	Taux de transfert	Nouveaux automobilistes
Montréal	1 013 997	47 %	475 747
Laval	102 074	69 %	70 286
Longueuil	130 698	57 %	74 328
Couronne nord	56 366	70 %	39 517
Couronne sud	56 733	51 %	28 830
<b>TOTAL</b>	<b>1 359 868</b>	<b>51 %</b>	<b>688 709</b>

### 3.1.3 Calcul des passagers-km

Pour calculer les passagers-km effectués en transport collectif, une adaptation de la méthode décrite par l'APTA a aussi été utilisée pour obtenir des résultats plus précis. Au lieu d'appliquer une distance moyenne par déplacement au nombre total de passagers transportés annuellement par les autorités organisatrices de transport, les résultats désagrégés de l'enquête Origine-Destination, réalisée à l'automne 2008 dans la région métropolitaine



de Montréal (Enquête O-D 2008<sup>6</sup>), ont plutôt été directement utilisés afin d'obtenir les distances parcourues pour chaque déplacement en transport collectif remplacé par un déplacement en voiture pour une journée de semaine typique d'automne. Pour ce faire, tous les déplacements de l'Enquête O-D 2008 en transport collectif (incluant la portion des déplacements bimodaux effectuée en transport collectif) faits par des résidents du territoire de la CMM ont été sélectionnés. Chacune des distances de ces déplacements a ensuite été convertie en distance que ferait un véhicule automobile ayant les mêmes points d'origine et de destination que le déplacement originalement effectué en transport collectif. Il est important de noter que les distances en automobile sont estimées à partir des trajets obtenus avec le modèle de transport régional MOTREM08<sup>7</sup> développé et utilisé par le MTMDET.

L'hypothèse de travail proposée par l'APTA qui considère que les distances parcourues pour se rendre d'un point donné à un autre sont les mêmes, peu importe le moyen de transport utilisé, n'est donc plus nécessaire avec la méthode améliorée utilisée pour la présente étude.

Finalement, la distance de chacun des déplacements a été multipliée par un facteur d'expansion qui permet de reproduire la taille et la répartition géographique de la population réelle résidant sur le territoire de la CMM. Ces facteurs d'expansion s'appuient sur les données démographiques fournies par l'Institut de la statistique du Québec (ISQ) pour l'année 2008.

### 3.1.4 Calcul du taux de consommation de carburant

Le taux de consommation de carburant des véhicules, exprimé en L/km, a été calculé à l'aide du modèle MOVES développé par l'Environmental Protection Agency des États-Unis (EPA) et adapté aux conditions montréalaises par le MTMDET. Ce modèle prend en considération la composition du parc automobile présent dans la région de Montréal ainsi que les conditions météorologiques et les vitesses de déplacement de la région métropolitaine. Cette méthode est la plus précise et est celle qui est préconisée par l'APTA.

Les données sur la composition du parc automobile sont tirées des bases de données de la Société d'assurance automobile du Québec de l'année 2004 (SAAQ) pour les véhicules immatriculés dont les propriétaires sont résidents du territoire de la CMM. Les vitesses de déplacement sont dérivées des résultats du modèle de transport régional (MOTREM08), lequel applique aux nouveaux véhicules un niveau de congestion similaire à celui qui est expérimenté par les véhicules actuellement sur les routes. Pour chacun des déplacements en transport collectif de l'Enquête O-D 2008 qui a été converti en déplacement automobile, un taux de consommation moyen a été calculé.

### 3.1.5 Calcul des émissions de GES

La conversion des volumes de carburant consommés par les déplacements additionnels de véhicules en émissions de GES a également été réalisée à l'aide du modèle MOVES. Les facteurs d'émission utilisés sont ceux par défaut de la version du modèle MOVES version 2014a\_v0. Les émissions ont donc été calculées pour chaque déplacement, pondéré en fonction de la population, puis additionnées pour obtenir le total des GES émis pour une journée de semaine typique d'automne.

<sup>6</sup> L'Enquête O-D 2008 est une enquête réalisée au cours de l'automne 2008 dans la région métropolitaine de Montréal et les environs. Il s'agit d'une recherche par entrevues téléphoniques qui a pour but de tracer un portrait général de l'ensemble des déplacements faits par les résidents de la région, peu importe le moyen de transport utilisé. Les résultats désagrégés de cette enquête sont présentés sous forme d'une liste de déplacements et de leurs attributs (lieu d'origine, lieu de destination, mode de transport, distance parcourue, temps de déplacement, etc.). Ce sont ces résultats désagrégés qui ont été utilisés dans le cadre de la présente étude.

<sup>7</sup> Modèle de Transport de la région de Montréal basé sur les matrices origine-destination issues de l'enquête OD-2008



L'annualisation des émissions de GES s'est faite en appliquant un facteur d'annualisation jour-année estimé à partir des données d'achalandage du transport collectif<sup>8</sup> pour l'année 2015. Ce facteur d'annualisation prend en considération le poids relatif d'une journée moyenne de semaine par rapport à l'achalandage total annuel, c'est-à-dire qu'il tient compte des baisses d'achalandage durant les jours fériés et les jours de fin de semaine, ainsi que des variations saisonnières. Le facteur d'annualisation utilisé est de 305.

### 3.1.6 Hypothèses de calcul et limitations

- À défaut d'avoir une valeur plus spécifique à la région de Montréal, le taux d'occupation moyen du covoiturage utilisé est de 2,5 personnes par automobile suivant la recommandation du guide de l'APTA.
- On considère qu'il n'y a pas de différence du parc automobile moyen utilisé d'une sous-région à l'autre à l'intérieur du territoire de la CMM. Autrement dit, on applique à tous les déplacements, peu importe leur lieu d'origine et de destination, une « voiture moyenne » qui représente le parc automobile de la CMM en fonction des statistiques de la SAAQ pour estimer les émissions de GES.
- Le calcul du taux de transfert modal annuel est basé sur une pondération des résultats proportionnelle à l'achalandage relatif des périodes estivale et hivernale. Le poids relatif de la période estivale (avril à octobre) est de 48 % contre 52 % pour la période hivernale (novembre à mars). Ces pourcentages sont basés sur les données d'achalandage du transport collectif de 2015<sup>9</sup>.
- Le nombre de passagers transportés en transport collectif est dérivé de l'Enquête O-D 2008 et des données démographiques de l'ISQ 2008. Pour les fins de calcul des émissions de GES, on a considéré que ce nombre est représentatif du nombre réel de passagers transportés.
- Les passagers-km sont calculés en prenant en considération uniquement les personnes qui résident dans le territoire de la CMM.
- Les facteurs d'émission utilisés sont ceux du modèle MOVES2014a\_v0.
- Le facteur d'annualisation a été estimé à partir de l'achalandage des autobus de la STM et du métro uniquement. Pour les fins de calcul des émissions de GES, on a considéré que l'achalandage de ces deux modes de transport collectif est représentatif de l'achalandage de l'ensemble des modes de transport collectif sur le territoire de la CMM, incluant le train de banlieue.

<sup>8</sup> Données d'achalandage des autobus et du métro de la STM.

<sup>9</sup> Données mensuelles de validations de la carte OPUS sur le réseau de la STM.



### 3.2 Effet de l'allègement de la congestion

#### 3.2.1 Choix de l'approche méthodologique

Tout comme pour la première catégorie, trois approches méthodologiques sont proposées par l'APTA pour estimer les émissions de GES évitées par le transport collectif grâce à l'allègement de la congestion, détaillées dans les sous-sections suivantes.

##### Extrapolation à partir de données historiques de transport

L'approche par extrapolation à partir de données historiques de transport réside dans le fait de déterminer une courbe relationnelle entre la densité de congestion routière et la consommation additionnelle de carburant des véhicules.

Cette approche nécessite de disposer des données historiques sur plusieurs années, tant pour les données sur l'achalandage du réseau routier que pour la consommation additionnelle de carburant. Ces données ne sont pas disponibles pour la région métropolitaine de Montréal. De plus, cette approche suppose qu'il y a corrélation exponentielle entre la densité de congestion et la consommation additionnelle de carburant, ce qui n'est pas nécessairement le cas pour toutes les régions métropolitaines.

##### Utilisation de valeurs moyennes par défaut

L'approche utilisant des valeurs moyennes par défaut est l'approche la moins fiable pour les besoins de la présente étude. Elle repose sur des valeurs publiées par le Texas Transportation Institute (TTI).

Cet institut ne publie jusqu'ici que les données concernant les villes américaines. Comme il est difficile de comparer une ville à une autre en raison des particularités géographiques et sociodémographiques propres à chacune d'elles, cette approche n'a pas été sélectionnée.

##### Utilisation d'un modèle de transport régional

L'approche retenue pour calculer les émissions de GES évitées par l'effet de l'allègement de la congestion est donc l'utilisation d'un modèle de transport régional. C'est également l'approche recommandée par l'APTA lorsqu'il est possible de le faire.

Cette approche consiste en l'ajout de la demande automobile additionnelle calculée à la première catégorie de quantification des émissions de GES évitées aux déplacements automobiles actuels et de faire la simulation des déplacements actuels et additionnels dans le modèle de transport régional. En fonction des véhicules-km et des vitesses de déplacement, on calcule ensuite la consommation de carburant, puis finalement les émissions de GES. À noter que les vitesses de déplacement utilisées dans cette catégorie d'émissions de GES évitées ne sont pas les mêmes que celles utilisées dans la première catégorie (voir la section 3.2.3 pour plus d'explication).

La différence entre ce résultat et celui obtenu, sans la demande automobile additionnelle engendrée par la suppression du transport collectif, correspond aux émissions de GES évitées attribuables à l'effet de l'allègement de la congestion du réseau routier sur le territoire choisi.

L'approche du modèle de transport régional, bien que plus exigeante au niveau technique, a l'avantage de prendre en considération la complexité des déplacements sur une base individuelle et offre ainsi un meilleur niveau de précision comparativement aux autres approches.



L'équation générale suivante représente l'approche en utilisant un modèle régional de transport :

$$GES = \text{Véhicules-km sans TC} \times [\text{taux de consommation de carburant dans congestion sans TC (L)} - \text{taux de consommation de carburant dans congestion avec TC (L)}] \times \text{facteur d'émission (CO}_2\text{eq/L)}$$

Les détails de la méthodologie suivie pour cette approche sont décrits dans les sous-sections suivantes. Le schéma suivant est une représentation graphique de la démarche méthodologie adoptée dans la présente étude pour le calcul des émissions de GES évitées grâce à l'allègement de la congestion :

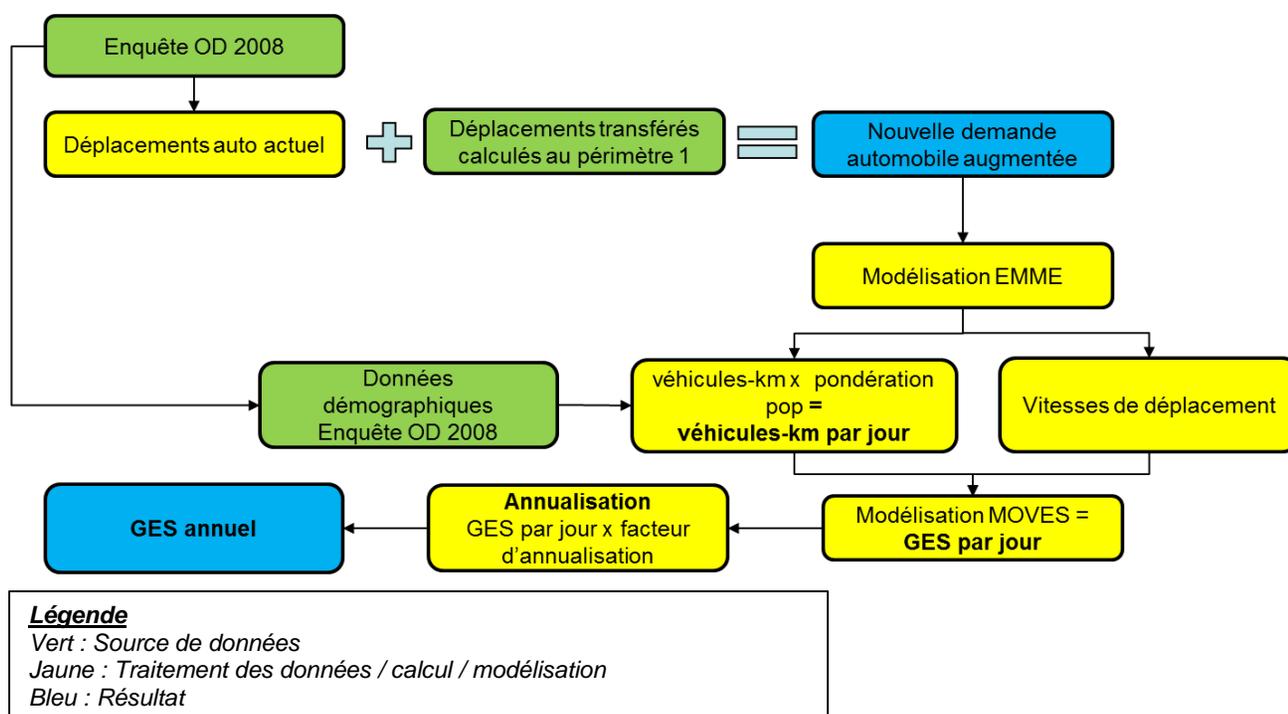


Figure 3: Schéma de la méthodologie de calcul des émissions de GES évitées par l'effet de l'allègement de la congestion

### 3.2.2 Calcul des véhicules-km

Pour effectuer les simulations dans le cadre de la présente étude, le modèle macroscopique du réseau routier de la région de Montréal réalisé avec le progiciel EMME et développé par la firme Inro Software a été utilisé.

La version du modèle de transport régional utilisée pour ce projet est le MOTREM08<sub>r2015</sub>, basée sur l'enquête Origine-Destination de la région de Montréal de 2008 (*version enqod\_V2aM\_MTMDETv2*). Le modèle de transport régional MOTREM08 a été développé par le Service de la modélisation des systèmes de transport du MTMDET. Ce modèle représente le réseau routier de la grande région de Montréal au moyen de dizaines de milliers de liens directionnels. Il permet, entre autres, d'estimer la demande en déplacement automobile de la région métropolitaine de Montréal sur une période de 24 heures pour un jour ouvrable moyen d'automne.



Les véhicules-km ont été estimés en calculant la distance de chacun des déplacements effectués en automobile selon les résultats de l'Enquête O-D 2008 ainsi que des déplacements des utilisateurs du transport collectif qui transféreraient vers l'automobile, tels que calculés à la catégorie 1 de quantification des émissions de GES évitées. La portion automobile d'un déplacement initialement bimodal qui a effectué un transfert modal vers l'automobile est désormais évaluée pour l'ensemble de son déplacement, soit de son origine à sa destination finale. Pour éviter un double comptage, la portion automobile initiale de ce déplacement bimodal a été retranchée de la demande automobile.

### 3.2.3 Calcul de la consommation de carburant

Il est important de faire la distinction entre le calcul de la consommation de carburant réalisé pour la catégorie 1 de quantification de émissions de GES évitées et celui réalisé pour la présente catégorie 2.

À la catégorie 1, le taux de consommation de carburant a été établi en considérant que les vitesses des déplacements des utilisateurs du transport collectif convertis en déplacements automobiles étaient les mêmes que celles rencontrées par les automobilistes actuels. À l'opposé, pour la catégorie 2, les vitesses de déplacements de tous les déplacements (automobilistes actuels additionnés aux nouveaux automobilistes s'il n'y avait pas de transport collectif) ont été modélisées à nouveau pour prendre en compte cette nouvelle demande automobile augmentée et ainsi calculer la surconsommation de carburant. La modélisation a été faite en incluant les catégories de véhicules suivantes : véhicules légers privés, véhicules légers commerciaux, camions réguliers et camions lourds.

De façon similaire à ce qui a été fait pour la catégorie 1, la consommation de carburant a ensuite été calculée à l'aide du modèle MOVES en fonction des nouvelles distances parcourues et vitesses de déplacement, telles que simulées dans le modèle de transport routier, et ce, pour chacun des déplacements automobiles servant au déplacement des personnes (véhicules commerciaux et camions lourds exclus), sur une base journalière.

### 3.2.4 Calcul des émissions de GES

Le calcul des émissions de GES à partir de la consommation de carburant s'est fait de la même manière qu'à la catégorie 1, soit à l'aide du modèle MOVES. L'annualisation des émissions s'est, par contre, faite de manière différente pour permettre de considérer le fait que l'effet de la congestion affecte tous les types de véhicules présents sur les routes, et pas seulement les véhicules qui servent au déplacement des personnes.

Tout d'abord, pour extrapoler les émissions de GES à l'ensemble des catégories de véhicules, les émissions de GES évitées sur une base journalière ont été multipliées par le ratio représentant les véhicules servant au déplacement des personnes (automobiles et camions légers) sur l'ensemble des catégories de véhicules présents sur les routes. Ce ratio est calculé à partir des valeurs des émissions annuelles de GES attribuables à chacune des catégories de véhicules dans le territoire de la CMM en 2006, lesquelles ont été estimées à partir des ventes de carburants sur le territoire de la CMM<sup>10</sup>, telles que présentées dans le tableau suivant :

<sup>10</sup> Portrait des émissions de gaz à effet de serre sur le territoire de la Communauté métropolitaine de Montréal (Aecom Tecscult Inc., 2010)



**Tableau 2: Émissions de GES par catégorie de véhicule routier sur le territoire de la CMM en 2006**

Catégorie de véhicule	Émissions de GES (kt CO <sub>2</sub> eq)
Automobile	4 598
Camion léger	2 960
Motocyclette	27
Autobus urbain	197
Autobus interurbain et scolaire	116
Camion lourd	3 175
<b>TOTAL</b>	<b>11 073</b>

L'équation suivante représente le calcul des émissions de GES évitées sur une base journalière par le transport collectif en raison de son effet de l'allègement de la congestion :

$$GES \text{ évités par jour} = (GES \text{ journalier sans transport collectif} - GES \text{ journalier avec transport collectif}) \times (GES \text{ ensemble du transport routier} / GES \text{ véhicules déplacement des personnes})$$

L'annualisation des émissions de GES s'est faite de manière similaire à la catégorie 1, soit en appliquant un facteur d'annualisation jour-année. Par contre, au lieu que le facteur d'annualisation soit basé sur les données d'achalandage du transport collectif, celui-ci est plutôt estimé à partir des données les plus récentes de circulation routière du MTMDET. Ce facteur d'annualisation prend en considération que la circulation d'un jour moyen d'automne représente 109 % du débit journalier moyen annuel, ce qui donne un facteur jour-année de 335.

### 3.2.5 Hypothèses de calcul et limitations

- À défaut d'avoir une valeur plus spécifique à la région de Montréal, le taux d'occupation moyen du covoiturage utilisé est de 2,5 personnes par automobile suivant la recommandation du guide de l'APTA.
- On considère qu'il n'y a pas de différence du parc automobile moyen utilisé d'une sous-région à l'autre à l'intérieur du territoire de la CMM. Autrement dit, on applique à tous les déplacements, peu importe leur lieu d'origine et de destination, une « voiture moyenne » qui représente le parc automobile de la CMM en fonction des statistiques de la SAAQ pour estimer les émissions de GES.
- Les facteurs de pondération été/hiver de 48 % / 52 % basés sur les données d'achalandage du transport collectif ont été considérés pour le calcul du taux de transfert modal et est basé sur les données d'achalandage du transport collectif de 2015.
- Le nombre de passagers transportés en transport collectif est dérivé de l'Enquête O-D 2008 et des données démographiques de l'ISQ 2008. Ce nombre correspond aux comptages réels à l'intérieur d'une marge d'erreur de ± 10 %.
- Les passagers-km sont calculés en prenant en considération uniquement les personnes qui résident dans le territoire de la CMM.



- Les facteurs d'émission utilisés sont ceux du modèle MOVES2014a\_v0.
- Le facteur d'annualisation a été estimé à partir de l'achalandage des autobus de la STM et du métro uniquement. Pour les fins de calcul des émissions de GES, on a considéré que l'achalandage de ces deux modes de transport collectif est représentatif de l'achalandage de l'ensemble des modes de transport collectif sur le territoire de la CMM, incluant le train de banlieue.
- Pour modéliser le niveau de congestion, on considère un environnement sans travaux routiers extraordinaires ni autres éléments perturbateurs exceptionnels de la circulation (aussi appelé la congestion récurrente).
- Les distances calculées à l'aide de la modélisation sont déterminées à partir des centroïdes des zones d'analyse de transport (ZAT) d'origine et de destination.
- Quatre classes de véhicules ont été considérées dans la modélisation, soit les véhicules légers privés, les véhicules légers commerciaux, les camions réguliers et les camions lourds. Certains véhicules présents sur les routes, comme les autobus et certains véhicules de service, n'ont donc pas été considérés dans la modélisation.
- Afin d'éviter que le modèle ne simule une congestion complète du réseau routier qui entraînerait des vitesses de déplacement nulles, la vitesse la plus faible permise à tous les déplacements lors de la simulation a été de 10 km/h sur les autoroutes et 8 km/h sur les autres voies.
- Les émissions de GES ont été calculées en considérant à la fois les déplacements interzonaux et intrazonaux.
- Les déplacements de camions lourds dans le modèle sont principalement estimés à partir de l'enquête de camionnage de 1999<sup>11</sup> et de données de comptage sur le réseau. En conséquence, les déplacements des camions de transport des déchets et de matériaux de recyclage, les véhicules-outils comme les bétonneuses qui fonctionnent durant de longues heures sans beaucoup se déplacer, et tout autre déplacement court, ne sont pas inclus dans le modèle.
- On considère l'infrastructure actuelle du réseau routier. Il est à noter toutefois que les voies réservées pour le transport collectif n'ont pas été modifiées dans les paramètres de modélisation du scénario sans transport collectif.
- La méthodologie utilisée pour le calcul des émissions de GES attribuables au transport routier est basée sur les volumes de vente de carburants et ventilée par type de véhicules. Les types de véhicules attribués au transport des personnes sont les véhicules automobiles et les camions légers (VUS).

<sup>11</sup> Les déplacements interurbains de véhicules lourds au Québec - Enquête sur le camionnage de 1999, Ministère des transports du Québec, novembre 2003



### 3.3 Effet de la densification urbaine

#### 3.3.1 Choix de l'approche méthodologique

Le calcul des émissions de GES évitées attribuables à l'effet de densification urbaine est très complexe et peut être grandement influencé par les variables locales. C'est pourquoi l'APTA recommande d'utiliser les approches proposées dans son guide avec prudence et de les adapter au besoin en fonction des particularités locales et spécifiques de chaque région métropolitaine. Les études sur ce phénomène sont relativement limitées et les connaissances en la matière sont donc en constante évolution.

#### Méthode comparative mixte du MTA

La première approche proposée par l'APTA est basée sur une méthode comparative mixte qui a été utilisée par la New York Metropolitan Transport Authority (MTA). Cette approche nécessite l'utilisation de plusieurs outils qui tentent de déterminer une relation entre les services de transport collectif présents dans une région et les caractéristiques d'utilisation de ce territoire, telles que les distances moyennes parcourues en automobile, en transport collectif et en modes actifs en fonction de la densité de population. Cette approche est complexe à mettre en œuvre, car elle demande, entre autres, des analyses statistiques et géo-spatiales à l'aide de systèmes d'information géographique (SIG).

#### Utilisation d'un multiplicateur de densification par défaut

La deuxième approche repose sur l'utilisation d'un multiplicateur de densification par défaut. Ce multiplicateur provient d'une moyenne conservatrice de plusieurs études faites dans de grandes villes américaines en regard de l'impact des infrastructures de transport collectif sur la densification du territoire. Ces mêmes études ont, cependant, démontré une grande variation dans la valeur du multiplicateur de densification d'une ville à l'autre. Il serait donc hasardeux de l'utiliser, sans savoir s'il est vraiment représentatif des particularités locales de la région de Montréal.

#### Calculateur du TCRP

Comme les deux premières approches ont des limitations majeures, il a été décidé, tel que recommandé par le guide de l'APTA, de se tourner vers la méthode développée plus récemment par le Transit Cooperative Research Program (TCRP). Cette dernière approche estime l'effet du transport collectif sur la densification urbaine en utilisant la modélisation par équation structurelle linéaire, laquelle est basée notamment sur des données de 2010 provenant de plus de 300 zones urbanisées américaines.

Pour faciliter l'utilisation de cette approche relativement sophistiquée et complexe, le TCRP a développé un outil de calcul sur Microsoft Excel (le calculateur) qui applique la modélisation par équation structurelle linéaire. Ce calculateur est conçu pour permettre à l'utilisateur de notamment définir son propre territoire géographique personnalisé et d'estimer les émissions de GES évitées associés à l'effet de la densification urbaine en fonction d'un nombre relativement réduit de variables d'entrée. Plusieurs validations ont été effectuées auprès de l'APTA et du TCRP dans le cadre de la présente étude pour confirmer l'applicabilité du calculateur pour une ville canadienne comme la région métropolitaine de Montréal.

Les émissions de GES évitées grâce à l'effet de la densification urbaine ont donc été calculées pour la région métropolitaine de Montréal à l'aide du calculateur développé par le TCRP. Les facteurs d'émissions utilisés par le calculateur sont présentés à l'annexe B. Quatre catégories de données (intrants) sont nécessaires pour pouvoir calculer les émissions de GES évitées :



## QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS DE GES ÉVITÉES PAR LE TRANSPORT COLLECTIF

- 1) Données sur le réseau de transport collectif existant;
- 2) Données sur le réseau routier (voie-km d'autoroutes et rues);
- 3) Données sur la densité du territoire (nombre de personnes et superficie du territoire);
- 4) Données sur les déplacements (distance moyenne parcourue en transport collectif et en voiture).

Les détails de la méthodologie suivie selon cette approche sont décrits dans les sous-sections suivantes. Le schéma suivant est une représentation graphique de la méthodologie de calcul des émissions de GES évitées attribuables à la densification urbaine :

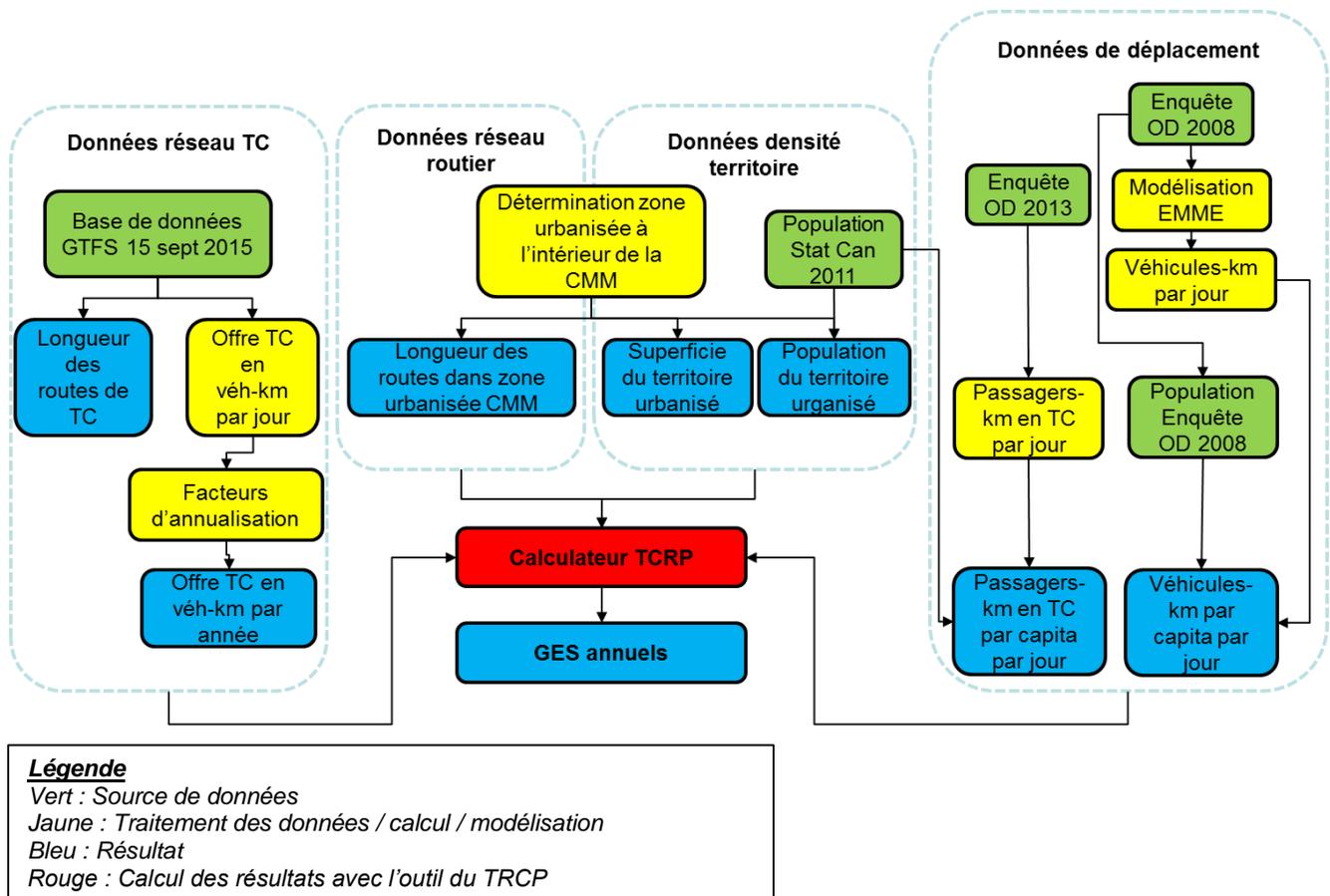


Figure 4: Schéma de la méthodologie de calcul des émissions de GES évitées par l'effet de la densification urbaine

### 3.3.2 Détermination des aires urbanisées

Le TRCP indique que le territoire utilisé pour déterminer les données de base sur la densité de population, le réseau de transport collectif et le réseau routier, doit davantage correspondre à la réalité du territoire desservi par le réseau de transport collectif qu'aux limites du découpage administratif.



Comme mentionné à la section 2.5 de ce rapport, une des particularités du territoire de la CMM est la présence très importante (58 % de la surface totale) de zones agricoles généralement non desservies par le transport collectif. Afin de respecter les directives de la méthode du TCRP qui exigent de s'assurer que les valeurs utilisées représentent le territoire réellement desservi par le transport collectif, à l'intérieur des limites géographiques de la CMM, seules les surfaces non zonées agricoles ont été prises en compte pour la présente étude.

Le modèle par équation structurelle linéaire utilisé par le calculateur du TCRP est basé sur des données pour des territoires géographiques qui correspondent à la définition de zone urbanisée selon les critères établis par la *Federal Highway Administration* de l'U.S. *Department of Transportation*. De son côté, la définition utilisée par la CMM pour définir les aires urbanisées à l'intérieur de son territoire correspond aux critères utilisés par Statistique Canada pour désigner un « centre de population ». Selon cette définition, les zones agricoles sont effectivement exclues, alors que les zones industrielles et les aéroports sont généralement inclus, ce qui semble bien représenter les zones qui sont réellement desservies par le transport collectif.

Afin de valider si les définitions d'aire urbanisée utilisées dans la présente étude sont comparables à celles utilisées par le calculateur du TCRP, les densités de population ont été recalculées pour huit régions métropolitaines américaines en utilisant la définition d'un « centre de population » de Statistique Canada. Ces nouvelles densités ont ensuite été comparées aux densités calculées selon la définition de la *Federal Highway Administration*. Les résultats de cette analyse montrent des variations de valeur de densité de population de l'ordre de 2 à 17 % selon la définition utilisée. Ces écarts ont été jugés acceptables pour qualifier la définition de zone urbanisée utilisée dans cette étude comme comparable à celle utilisée par le calculateur du TCRP pour les villes américaines.

La figure suivante présente l'aire urbanisée telle que définie par la CMM à l'intérieur de son territoire :

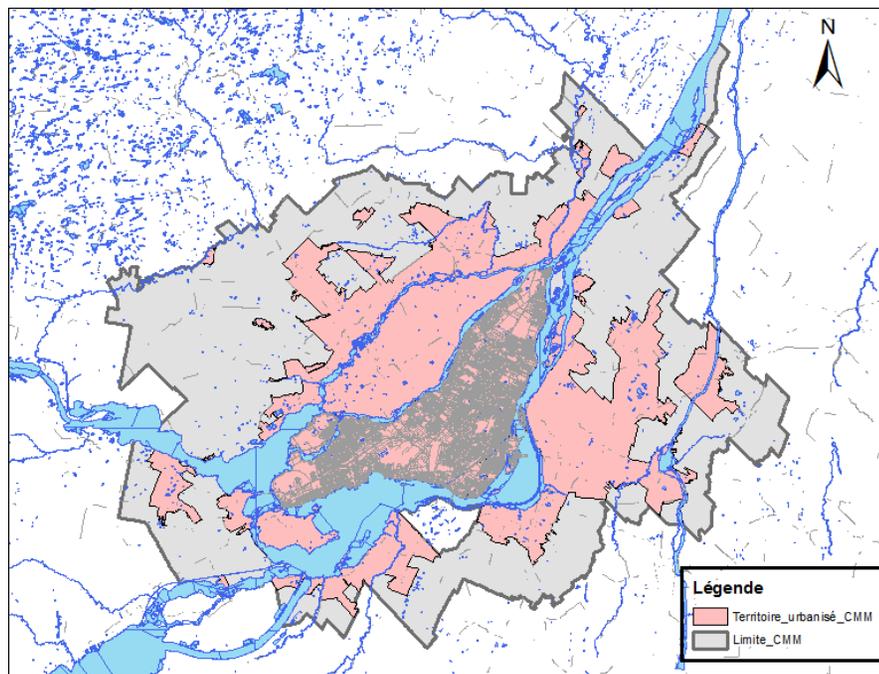


Figure 5: Limites géographiques de l'aire urbanisée à l'intérieur de la CMM



### 3.3.3 Données sur le réseau de transport collectif existant :

Les données sur le réseau de transport collectif existant comprennent les intrants suivants :

- Longueur des voies du réseau de métro (heavy rail) ;
- Longueur des voies du réseau de métro léger (light rail)<sup>12</sup> ;
- Longueur des voies du réseau de train de banlieue (commuter rail) ;
- Longueur des réseaux de transport collectif non ferroviaire (non-rail) ;
- Total annuel des véhicules-km de transport collectif (avec revenus).

Les modes de transport présents sur le territoire de la CMM sont le métro, le train de banlieue ainsi que les autobus comme mode non ferroviaire. Le transport adapté n'a pas été considéré aux fins de cette étude.

Les données sur la longueur des routes des différents modes de transport collectif ont été calculées à partir des données d'une journée de semaine en automne 2015 (mardi 15 septembre), pour une période de 24 heures, et selon le tracé le plus long de chacune des lignes et la limite géographique de la CMM (voir la figure 5). Par exemple, si une ligne dépasse la limite géographique de la CMM, seule la portion à l'intérieur de la limite est considérée.

Le tableau suivant présente les résultats finaux des longueurs totales des lignes du réseau de transport collectif offert. À noter que les distances des routes sont additionnées lorsque les déplacements sur un tracé donné se font dans les deux sens.

**Tableau 3: Longueurs totales des routes directionnelles du système de transport collectif**

Mode de transport	Autorité organisatrice de transport	Longueur des réseaux (km)
Métro	STM	132
Train	AMT	512
Autobus	STM, STL, RTL et CIT	20 995
	<b>TOTAL</b>	<b>21 639</b>

<sup>12</sup> L'APTA définit le métro léger comme étant un service de transport collectif qui est constitué de wagons opérant isolément ou en de courts trains (deux à trois wagons) sur des rails fixes. Des systèmes de tramways ou de trolleys en sont des exemples. Ce mode de transport collectif n'est pas présent dans la région de Montréal.

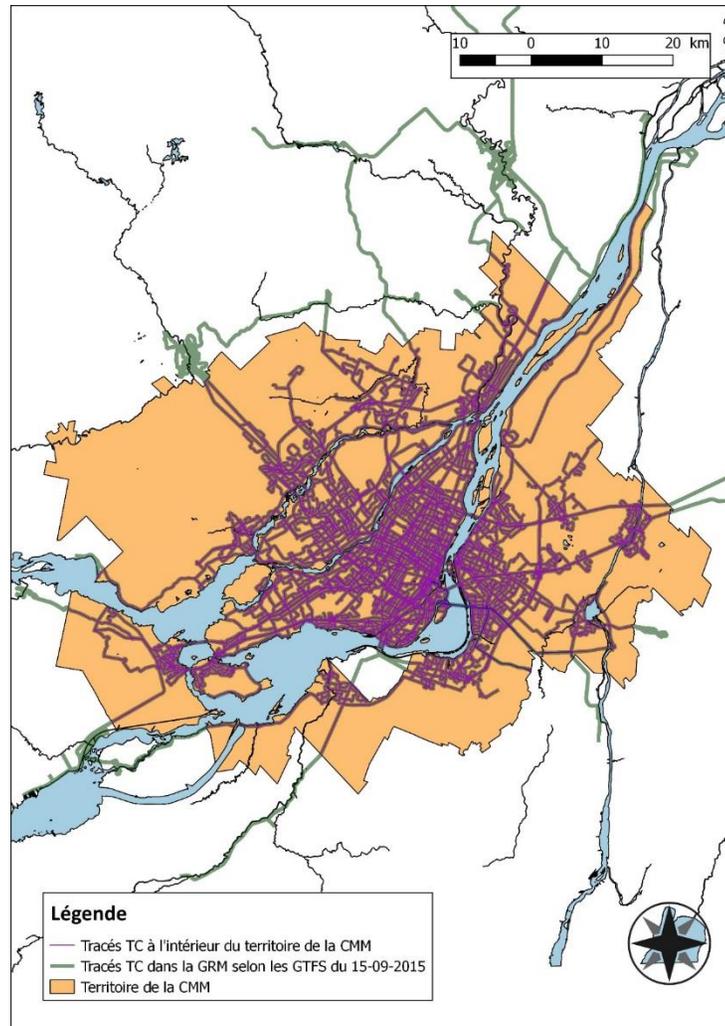


Figure 6: Représentation des tracés des routes des différents modes de transport collectif à l'intérieur du territoire géographique de la CMM

Pour calculer le total annuel des véhicules-km de transport collectif parcourus (véhicules-km faits en offre de service ou avec revenu), les étapes suivantes ont été suivies :

- Calculer la somme des véhicules-kilomètres pendant une période de 24 h d'un jour régulier de la semaine selon les limites géographiques de la CMM.
- Annualiser le chiffre obtenu à partir des facteurs d'annualisation « jour –année ».



Pour chaque mode de transport collectif, une méthodologie distincte a été adoptée, telle que décrite dans les points suivants :

- **Métro** : Le nombre de véhicules-kilomètres annuel vient directement des données de suivi du service réel du métro de la STM. La distance parcourue par le métro est de 78 300 000 km par année (selon les données de 2015).
- **Trains** : Le nombre de véhicules-kilomètres parcouru est calculé pour les quatre types de jours (jour de semaine, samedi, dimanche et jour férié) durant l'année 2015 à partir des données de la GTFS (Global Transit Feed Specification ou spécification générale pour les flux relatifs au transport en commun). Par la suite, en sachant le nombre de chaque type de jour durant l'année choisie, le nombre annuel total de véhicules-kilomètres parcourus par les trains est calculé.
- **Autobus** : Selon les données tirées de la GTFS du 15 septembre 2015, le nombre de véhicules-kilomètres parcourus en journée est calculé. Ensuite, à partir des facteurs d'annualisation des véhicules-kilomètres provenant des données opérationnelles fournies par les autorités organisatrices de transport (ou une estimation lorsque les données opérationnelles sont non disponibles), les chiffres sont annualisés.

Les données de la GTFS sont présentées en un format informatique standardisé pour communiquer des horaires de transport en commun et les informations géographiques associées (topographie d'un réseau : emplacement des arrêts, tracés des lignes). Cette source de données a été privilégiée lorsque disponible pour calculer les véhicules-km parcourus pour une journée.

Le tableau suivant présente les valeurs obtenues des véhicules-km de transport collectif parcourus.

**Tableau 4: Total annuel des véhicules-km de transport collectif parcourus sur le territoire de la CMM**

Mode de transport	Autorité organisatrice de transport	Véhicule-km annuel (km)
Métro	STM	78 300 000
Train	AMT	1 575 828
Autobus	STM, STL, RTL et CIT	123 361 830
<b>TOTAL</b>		<b>203 237 658</b>

### 3.3.4 Données sur le réseau routier

Les données sur le réseau routier existant comprennent les intrants suivants :

- Longueur des autoroutes et voies rapides;
- Longueur des autres types de routes.

Les longueurs des routes ont été déterminées à partir d'une analyse SIG du réseau routier existant compris à l'intérieur des aires urbanisées du territoire de la CMM. La base de données du réseau routier utilisée dans le SIG est la même que celle utilisée pour définir l'environnement du modèle MOTREM08.



### 3.3.5 Données sur la densité du territoire

Les données sur la densité du territoire comprennent les intrants suivants :

- Superficie du territoire;
- Population totale du territoire.

La superficie et la population totales ont été calculées pour les aires urbanisées du territoire de la CMM. La superficie totale des aires urbanisées a été déterminée à partir d'une analyse SIG.

### 3.3.6 Données sur les déplacements

Les données sur les habitudes de déplacement comprennent les intrants suivants :

- Distance moyenne parcourue (passagers-km) en transport collectif par personne par jour;
- Distance moyenne parcourue en voiture (véhicule-km) par personne par jour.

Pour calculer la distance moyenne effectuée en transport collectif par personne par jour dans le territoire de la CMM, tous les déplacements de l'Enquête O-D 2013 comportant au moins une partie faite en transport collectif, et dont le lieu de résidence du passager se trouve à l'intérieur du territoire de la CMM, ont été sélectionnés. La distance parcourue en transport collectif pour chaque déplacement est calculée en fonction des lieux d'origine et de destination des trajets, puis multipliée par un facteur d'expansion pour refléter la taille réelle de la population représentée par l'Enquête O-D 2013 et ainsi obtenir des passagers-km. La somme de tous les passagers-km est ensuite divisée par la population totale de la CMM selon le recensement 2011 de Statistique Canada.

De façon similaire, la distance moyenne effectuée en voiture par personne par jour dans le territoire de la CMM a été calculée à l'aide du modèle MOTREM08 des déplacements sur la base des résultats de l'Enquête O-D 2008. Les véhicules-km ont été calculés pour toutes les classes de véhicules considérées par le modèle, soit les véhicules légers privés, les véhicules légers commerciaux, les camions réguliers et les camions lourds. Chaque déplacement automobile modélisé a ensuite été multiplié par le facteur d'expansion pour refléter la taille réelle de la population estimée de l'ISQ 2008 et ainsi obtenir des véhicules-km. La somme de tous les véhicules-km a ensuite été divisée par la population totale représentée par l'Enquête O-D 2008.

### 3.3.7 Hypothèses de calcul et limitations

- Le modèle par équation structurelle linéaire appliqué par le calculateur du TCRP ne prend pas en considération tous les facteurs qui peuvent influencer la densification urbaine autre que le développement du transport collectif.
- Du fait des similitudes des caractéristiques générales de régions métropolitaines canadiennes et américaines, on considère que le modèle par équation structurelle linéaire appliqué par le calculateur du TCRP pour les villes américaines s'applique également aux villes canadiennes.
- On suppose que l'implantation du transport collectif sur le territoire de la CMM a eu un effet réel sur la densification urbaine.
- Pour le calcul des véhicules-km par jour *per capita*, on assume que la distance moyenne parcourue sur le territoire de l'Enquête O-D est représentative de la distance moyenne parcourue sur le territoire de la CMM.



## QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS DE GES ÉVITÉES PAR LE TRANSPORT COLLECTIF

- Le calcul des longueurs des réseaux de transport collectif est fait selon le tracé le plus long de chacune des lignes qui étaient effectives le 15 septembre 2015.
- Le calcul des longueurs des réseaux et des véhicules-km de transport collectif par jour étant basé sur l'offre du 15 septembre 2015, on assume que cette journée est représentative de l'offre moyenne sur une base annuelle.
- Le calcul des longueurs des voies du réseau routier se fait à l'intérieur des zones urbanisées seulement tandis que le calcul des longueurs des réseaux de transport collectif se fait sur l'ensemble du territoire de la CMM. On considère donc que l'offre en transport collectif est négligeable à l'extérieur des zones urbanisées. Lorsqu'on compare les aires urbanisées avec les lignes du réseau de transport collectif, on peut voir que cette hypothèse est conforme à la réalité.

### 4.0 RÉSULTATS

Cette section présente les résultats de la quantification des émissions de GES évitées par le transport collectif par catégorie de réduction. Le tableau suivant présente le sommaire des résultats des émissions de GES évitées par catégorie de quantification :

**Tableau 5: Émissions de GES évitées par catégorie de quantification pour la CMM**

Catégorie de réduction des GES	Véhicules-km évités		Consommation de carburant évitée		Émissions de GES évitées		
	Par personne par jour (km)	Annuels pour population totale CMM (km)	Par personne par jour (L)	Annuels pour population totale CMM (L)	Par personne par jour (kg CO <sub>2</sub> eq)	Annuels pour population totale CMM (t CO <sub>2</sub> eq)	Pourcentage de réduction <sup>1</sup>
Effet de la réduction de l'utilisation automobile	2,2	2 912 291 453	0,23	317 386 965	0,5	735 000	16 %
Effet de l'allègement de la congestion	na	na	0,27	359 227 920	0,6	836 000	17 %
Effet de la densification urbaine	7,7	10 438 350 507	0,73	989 066 359	1,7	2 341 000	22 %
<b>TOTAL<sup>2</sup></b>	<b>9,6</b>	<b>13 350 641 960</b>	<b>1,23</b>	<b>1 665 681 244</b>	<b>2,9</b>	<b>3 911 000</b>	<b>55 %</b>

<sup>1</sup> Le pourcentage de réduction est basé sur les émissions de GES attribuables aux véhicules routiers par rapport à celles qui seraient émises dans un scénario sans transport collectif calculées selon les méthodologies décrites dans ce rapport.

<sup>2</sup> Les quantités (kg ou t) en termes d'émissions de GES évitées et leurs pourcentages correspondants ont été calculés en respectant les méthodes recommandées par l'APTA et le TCRP, selon le cas. Bien que les méthodes pour les deux premiers effets impliquent un scénario de base différent du troisième effet, les résultats sont additionnés parce qu'on considère qu'ils sont indépendants et cumulatifs.



## QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS DE GES ÉVITÉES PAR LE TRANSPORT COLLECTIF

Pour les catégories 1 et 2, il est possible de ventiler les résultats par sous-région à l'intérieur du territoire de la CMM, tel que présenté au tableau suivant :

**Tableau 6: Émissions de GES évitées pour les catégories 1 et 2 par sous-région de la CMM**

Lieu de résidence	Population <sup>1</sup>	Émissions de GES évitées					
		Effet de la réduction de l'utilisation de l'automobile		Effet de l'allègement de la congestion		Total	
		Par personne par jour (kg CO2 eq)	Annuelles pour population totale (t CO2 eq)	Par personne par jour (kg CO2 eq)	Annuelles pour population totale (t CO2 eq)	Par personne par jour (kg CO2 eq)	Annuelles pour population totale (t CO2 eq)
Montréal	1 854 415	0,7	404 000	0,7	452 000	1,4	855 000
Laval	368 707	0,8	92 000	1,0	126 000	1,8	217 000
Longueuil	385 535	0,8	96 000	0,6	75 000	1,4	171 000
Couronne nord	493 648	0,5	77 000	0,7	120 000	1,2	197 000
Couronne sud	429 684	0,5	67 000	0,4	63 000	0,9	130 000
<b>TOTAL</b>	<b>3 531 989</b>	<b>0,7</b>	<b>735 000</b>	<b>0,7</b>	<b>836 000</b>	<b>1,4</b>	<b>1 571 000</b>

<sup>1</sup> Population de l'Enquête O-D 2008 basée sur les données de ISQ 2008.

Pour ce qui est de l'effet de la densification urbaine, le calculateur du TCRP estime également la densité de population et la superficie nécessaire à la population actuelle dans un scénario sans transport collectif. Ces résultats sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 7: Effet du transport collectif sur la densification du territoire**

### Différence entre les conditions actuelles et un scénario hypothétique sans transport collectif

	Conditions actuelles	Sans transport collectif
Véhicules-km parcourus par personne par jour (km)	22,2	29,9
Densité de population brute (pers/km <sup>2</sup> )	1 588	435
Superficie nécessaire à la population actuelle (km <sup>2</sup> )	2 336	8 535

## 4.1 Discussion des résultats

La présente sous-section a pour but d'interpréter les résultats et de les mettre en contexte pour permettre d'être en mesure de mieux apprécier et relativiser les valeurs présentées à la section précédente.

La catégorie de réduction qui a le plus grand impact est l'effet de la densification urbaine avec 2 341 000 t de CO<sub>2</sub>eq par année. Autrement dit, le système de transport collectif actuellement présent sur le territoire de la CMM permet de réduire les émissions de GES de 22 % par rapport à celles qui seraient émises dans un scénario sans transport collectif. Cela représente une consommation évitée de près de 1 milliard de litres de carburant par



année. Ce résultat n'est pas surprenant dans la mesure où Montréal est considérée comme une ville dense qui offre un réseau de transport collectif développé et efficace. Près de 60 % des déplacements en transport collectif sont effectués en métro. Le métro est en quelque sorte la colonne vertébrale du réseau de transport en commun métropolitain. Ayant été construit il y a maintenant 50 ans, on peut croire que le métro a contribué fortement au développement urbain plus dense autour de ses lignes de service. La grande densité de population sur l'île de Montréal comparativement aux couronnes nord et sud témoigne d'ailleurs de ce phénomène de densification.

L'effet de l'allègement de la congestion est la catégorie d'impact qui produit la deuxième plus importante quantité d'émissions de GES évitées avec 836 000 t de CO<sub>2</sub>eq par année ou 17 % de réduction par rapport aux GES qui seraient émis dans un scénario sans transport collectif. Le niveau de congestion actuel est déjà très grand à Montréal, en raison notamment du fait que le centre-ville est situé sur une île et que le réseau routier est déjà près de son niveau de saturation. Dans un scénario sans transport collectif, le fait d'ajouter environ 690 000 automobiles sur le réseau tel qu'il existe actuellement entraînerait inévitablement un niveau de congestion immense sur le réseau qui ne serait vraisemblablement pas viable pour les automobilistes. Cette situation corrobore le fait que l'allègement de la congestion ait un impact aussi significatif sur les émissions de GES évitées pour le territoire de la CMM.

L'effet de la réduction de l'utilisation de l'automobile est la catégorie d'émissions de GES évitées avec l'impact le plus faible comparativement aux deux autres catégories, bien qu'il reste significatif, avec 735 000 t de CO<sub>2</sub>eq par année ou 16 % de réduction par rapport aux émissions de GES qui seraient produites dans un scénario sans transport collectif. L'effet de réduction de la circulation est directement lié au nombre d'utilisateurs du transport collectif et de la distance moyenne de leurs déplacements. Selon les données de l'Enquête O-D 2008, il y a environ 1 360 000 déplacements en transport collectif effectués chaque jour sur le territoire de la CMM. La part modale du transport collectif est en croissance et se situe à environ 25 % en pointe du matin pour la région métropolitaine de Montréal, ce qui est élevé lorsque comparé à d'autres grandes villes nord-américaines<sup>13</sup>. Ces deux valeurs expliquent l'impact significatif des émissions de GES évitées par la réduction de l'utilisation de l'automobile.

Lorsqu'on regarde la distribution des GES pour les cinq grandes sous-régions du territoire de la CMM pour les catégories 1 et 2 d'émissions de GES évitées, on constate sans surprise que Montréal est le plus grand contributeur de réduction des GES avec 855 000 t CO<sub>2</sub> eq annuellement, en raison du poids relatif important de sa population sur l'ensemble du territoire de la CMM (environ 50 % de la population totale). Par contre, il est intéressant de voir que c'est la sous-région de Laval qui a la plus forte réduction par personne par jour (1.8 kg CO<sub>2</sub> eq). Cette forte réduction est principalement causée par les émissions de GES évitées grâce à l'effet de l'allègement de la congestion relativement élevé comparativement aux autres sous-régions. Cela peut s'expliquer en partie par le fait que Laval et la couronne nord ont tous les deux un très fort taux de transfert modal (respectivement de 69 % et 70 % comparativement à une moyenne de 51 % pour l'ensemble de la CMM). Cela correspond à plus de 100 000 véhicules additionnels sur les routes pour les résidents de ces deux sous-régions seulement. On peut donc imaginer que le niveau de congestion serait extrêmement élevé si l'on ajoutait un si grand nombre de nouveaux automobilistes, tout en supposant les mêmes infrastructures routières qu'actuellement.

<sup>13</sup> Mode shares for commuters and vehicular ownership: U.S. Bureau of the Census: Census 1970, Census 1980, Census 1990, Census 2000, American Community Survey 2006-2010, American Community Survey 2010-2014



Le calculateur du TCRP permet d'illustrer les résultats de l'effet de la densification urbaine en termes d'étalement urbain. Dans un scénario sans système de transport collectif, la densité de population diminuerait de 3 à 4 fois par rapport à la densité actuelle, passant de 1 588 à 435 personnes par km<sup>2</sup>. Autrement dit, l'ensemble du territoire de la CMM aurait une densité de population à peine plus élevée que celles qu'on retrouve actuellement dans les couronnes Nord et Sud de Montréal. En raison de cette faible densité, l'étalement urbain, pour accueillir la population actuelle de près de 4 millions de personnes couvrirait, une superficie territoriale de 8 535 km<sup>2</sup>, soit environ deux fois la superficie totale de la CMM ou plus de 3,5 fois la superficie occupée par les aires urbanisées à l'intérieur de la CMM. Considérant la présence importante de terres agricoles à l'intérieur et entourant le territoire de la CMM, il est difficile d'imaginer un tel étalement. Encore une fois, ces résultats viennent appuyer l'idée que la présence du système actuel de transport collectif de la région métropolitaine de Montréal a grandement contribué au développement urbain tel qu'on le connaît aujourd'hui.

### Contribution du transport collectif à la réduction des GES

Les résultats obtenus par cette étude montrent des émissions de GES évitées totales d'environ 3 911 000 t CO<sub>2</sub> eq par année., ce qui représente une réduction de 55 % des GES attribuables aux véhicules routiers sur le territoire de la CMM par rapport à celles qui seraient émises dans un scénario sans transport collectif, calculées sur la base des méthodologies décrites dans ce rapport. Il est vrai que le transport collectif est responsable d'une partie des émissions attribuables au transport routier, mais il reste que les émissions de GES du secteur des transports routiers dans la CMM pourraient être significativement plus élevées si l'on éliminait l'offre de transport collectif.

À l'échelle de la province, le Québec a annoncé à l'automne 2015 une cible de réduction de ses GES de 37,5 % pour l'horizon 2030 par rapport à ses niveaux de 1990, ce qui représente une réduction de l'ordre de 25 700 kt de CO<sub>2</sub> eq considérant que les émissions totales actuelles du Québec sont de 81 200 kt de GES et qu'elles étaient de 88 800 kt en 1990 (selon le dernier inventaire québécois disponible<sup>14</sup>). Les émissions de GES évitées par le transport collectif représentent donc l'équivalent de près de 15 % de l'effort de réduction à venir des GES au Québec, ce qui est hautement significatif.

Ces résultats viennent confirmer l'importance de l'apport du transport collectif sur la limitation des émissions de GES sur le territoire de la CMM, mais également à l'échelle du Québec pour sa contribution significative dans l'atteinte de ses cibles de réduction.

## 4.2 Précision des résultats et sources d'incertitude

Les calculs des émissions de GES évitées journaliers associés à la réduction de l'utilisation automobile et à l'allègement de la congestion sont basés sur les résultats de l'Enquête O-D 2008. Bien que ces résultats soient extrapolés pour représenter la population totale du territoire de l'Enquête, les estimations des émissions de GES évitées pour une journée de semaine d'automne sont jugées réalistes. Le fait d'utiliser des taux de transfert modal spécifiques, selon les origines et les destinations des déplacements, contribue également à rehausser le degré de précision. De plus, les distances des déplacements en transport collectif transférés en déplacement automobile sont recalculées au lieu d'assumer qu'elles resteraient les mêmes.

<sup>14</sup> Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2013 et leur évolution depuis 1990. MDDELCC, 2016.



Il existe certaines sources d'incertitudes sur les résultats de l'effet de l'allègement de la congestion comparativement à l'effet de réduction de l'utilisation de l'automobile, car on doit extrapoler les résultats pour tenir compte de l'ensemble des catégories de véhicules routiers, et non seulement des véhicules légers. Ce ratio est dérivé d'une approche d'estimation des GES basée sur les volumes de carburant vendus, ce qui est complètement différent de l'approche par modélisation utilisée dans le présent rapport. Pour éviter cette source d'incertitude, il pourrait être envisagé de calculer les émissions pour toutes les catégories de véhicules directement à partir du modèle de transport.

Lorsqu'on compare les émissions de GES de la situation actuelle (avec transport collectif) calculées à partir de la modélisation avec les valeurs d'émissions rapportées dans le bilan GES de la CMM (Tecsult, 2010), les émissions dérivées de la modélisation représentent environ 67 % de celles rapportées dans le bilan de la CMM 2006. Alors que l'Enquête O-D 2008 capture une très grande majorité des déplacements faits en transport collectif, il s'avère que l'Enquête O-D ne tient pas compte de certaines catégories de véhicules, comme les camions commerciaux, entraînant conséquemment une sous-estimation des émissions de GES évitées par l'effet d'allègement de la congestion. L'incertitude sur le calcul de l'effet de l'allègement de la congestion est donc supérieure à celle du calcul de l'effet de la réduction de l'utilisation de l'automobile.

Une autre source d'incertitude réside dans l'annualisation des résultats, car cette opération implique de tenter d'estimer le poids relatif d'une journée de semaine d'automne par rapport à une année complète. Il est difficile de quantifier avec précision les différences entre les catégories de journées (de semaine, de fin de semaine, fériées, etc.), en plus des variations saisonnières observées.

L'estimation des émissions de GES évitées associées à l'effet de la densification urbaine est, de par son caractère théorique, la catégorie d'émission avec la plus grande incertitude. Il est, en effet, très difficile d'estimer l'étalement urbain dans un scénario où la région métropolitaine de Montréal se serait développée sans transport collectif. Bien que les résultats soient basés sur des analyses statistiques de données provenant de plus de 300 villes américaines, les études sur le sujet ont démontré une très grande variabilité d'une ville à l'autre de l'impact d'un système de transport collectif sur l'étalement urbain ainsi que sur les habitudes de déplacement de ses habitants. En effet, plusieurs autres facteurs peuvent venir influencer la densification urbaine et l'utilisation de la voiture pour une ville donnée, dont les politiques d'aménagement du territoire et les barrières naturelles ; cependant l'approche méthodologique permet d'obtenir des résultats en tout point comparables aux résultats américains produits avec le même outil.

Outre ces sources d'incertitude, il est important de mentionner que le calcul des émissions de GES est basé sur les données les plus récentes disponibles et non sur une année en particulier. Notamment, les résultats de l'Enquêtes O-D 2008 ont été utilisés pour le calcul des émissions de GES des catégories 1 et 2, tandis que ce sont les résultats de l'Enquête O-D 2013 ainsi que les données de l'année 2015 sur les réseaux de transport collectif qui ont été utilisés pour les intrants de la catégorie 3.

### 4.3 Validation des résultats

Étant donné la nouveauté de la méthodologie pour estimer les émissions de GES évitées dans la région de Montréal, il n'est pas possible, pour le moment, de comparer à tous points de vue les résultats des émissions de GES évitées publiés selon d'autres sources ou d'autres approches. Certaines validations ont toutefois été effectuées lorsque possible, telles que décrites dans les paragraphes qui suivent.



### 4.3.1 Effet de la réduction de la circulation et de l'allègement de la congestion

Comme mentionné dans la section précédente, les GES émis par les véhicules légers sur une base journalière, calculés à partir du modèle MOTREM08, ont été annualisés en considérant le poids relatif d'une journée de semaine d'automne par rapport à la moyenne des déplacements faits sur une année (on prend en compte le fait que les jours fériés et les jours de fin de semaine sont moins achalandés ainsi que les variations saisonnières de circulation automobile). Une fois annualisés, les GES émis ont été comparés à la valeur rapportée par la CMM dans son bilan des GES de 2010. La différence est d'environ 35 %, ce qui permet de croire que la modélisation sous-estime le nombre réel de véhicules qui se déplacent sur les routes du territoire de la CMM.

Une deuxième validation du calcul des émissions de GES évitées par l'effet de réduction de la circulation a également été possible, car le calculateur du TCRP permet d'estimer, en plus des émissions de GES évitées par la densification urbaine, ceux qui le sont par la réduction de la circulation. Le résultat est basé sur les mêmes intrants que ceux pour l'effet de la densification urbaine. Le calculateur du TCRP estime pour la région de Montréal un pourcentage de réduction de 13,1 %, comparativement à 16 % avec la méthode utilisée dans cette étude. Par contre, lorsqu'on compare les valeurs sur une base annuelle, le calculateur estime des émissions de GES évitées d'environ 1 370 000 t CO<sub>2</sub>eq par année comparativement à 735 000 t CO<sub>2</sub>eq calculés dans le présent rapport. Encore une fois, cela tend à démontrer que l'approche préconisée dans la présente étude tend à sous-estimer les résultats.

### 4.3.2 Effet de la densification urbaine

Pour valider les valeurs entrées dans le calculateur, chacun des intrants calculés pour la région de Montréal a été comparé à la ville américaine ayant la plus proche valeur. Ce travail a permis de vérifier si les intrants et les résultats sont raisonnables pour Montréal lorsqu'on compare ses caractéristiques aux autres villes dont les intrants sont similaires. Le résultat de cette comparaison est présenté au tableau suivant :

**Tableau 8: Comparaison des valeurs d'intrants et de résultats pour la CMM**

Caractéristique régionale (intrants)	CMM	Ville la plus similaire	Valeur
Longueur des voies du réseau de métro (km)	132	Boston	122
Longueur des voies du réseau de métro léger (km)	0	Washington	0
Longueur des voies du réseau de train de banlieue (km)	512	Baltimore	640
Longueur des circuits d'autobus (km)	20 995	New York	27 800
Total annuel des véhicules-km de transport collectif (km)	203 237 658	San Francisco	124 702 422
Longueur totale des voies routières (km)	15 958	Philadelphie	17 990
Longueur des autoroutes et voies rapides (km)	1 491	Portland	1 256
Longueur des autres types de routes (km)	14 467	Boston	14 474
Densité de population (pers/km <sup>2</sup> )	1 588	New York	1 631
Population totale	3 709 045	Boston	4 270 765
Superficie du territoire (km <sup>2</sup> )	2 336	Washington	3 305
Distance moyenne parcourue en transport collectif par personne par jour (km)	4	New York	5



Caractéristique régionale (intrants)	CMM	Ville la plus similaire	Valeur
Distance moyenne parcourue en voiture (véhicule-km) par personne par jour (km)	22	New York	26
<b>Résultats</b>			
Pourcentage de réduction des véhicules-km parcourus	22 %	New York	19 %
Réduction des véhicules-km parcourus (km)	10 438 596 684	Philadelphie	10 715 195 717
Réduction en carburant (L)	990 961 870	Philadelphie	1 015 765 784
émissions de GES évitées (kg CO <sub>2</sub> eq)	2 336 124 558	Philadelphie	2 403 067 210

## 5.0 CONCLUSION

La présente étude a pour but de quantifier les émissions de GES évitées par le transport collectif de la région métropolitaine de Montréal. Les objectifs poursuivis étaient d'identifier une méthodologie fiable et reconnue qui permette de comparer les résultats obtenus pour Montréal à d'autres grandes villes nord-américaines.

Les émissions de GES évitées par le transport collectif ont été quantifiées selon trois grandes catégories de réduction, soit l'effet de la réduction de l'utilisation de l'automobile, l'effet de l'allègement de la congestion et l'effet de la densification urbaine. Ces trois catégories ont été évaluées sur la base des limites géographiques de la Communauté métropolitaine de Montréal. Les approches méthodologiques qui ont servi à calculer les émissions de GES évitées sont cohérentes avec les méthodologies recommandées par l'APTA et le TCRP.

Les résultats obtenus montrent des émissions de GES évitées totales d'environ 3 911 000 t CO<sub>2</sub> eq par année. Lorsqu'on compare ces résultats aux cibles de réduction pour l'ensemble de la province du Québec, les émissions de GES évitées par le transport collectif de la CMM représentent l'équivalent de près de 15 % de l'effort de réduction à venir des GES au Québec selon sa cible de réduction pour 2030, ce qui est hautement significatif. Ces résultats viennent confirmer l'importance de l'apport du transport collectif sur la limitation des émissions des GES sur le territoire de la CMM, mais également à l'échelle du Québec.

Les résultats indiquent que le transport collectif offre à ses usagers une option réelle de réduction de leurs émissions de GES. De plus, cette réduction s'accompagne nécessairement par une réduction des émissions de polluants atmosphériques induits par le transport (particules, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, benzène, etc.) ce qui, en bout de ligne, permet certainement une amélioration de la qualité de l'environnement ainsi que des conditions de vie et la santé des résidents de la grande région de Montréal. Les résultats confirment également l'importance du rôle que le transport collectif joue dans l'atteinte de la cible de réduction des émissions de GES du Québec et dans la réduction de l'étalement urbain.

Cette étude constitue un premier exercice dans son genre pour la région métropolitaine de Montréal. La rigueur méthodologique suivie par les différents partenaires et les validations effectuées nous permettent d'avoir un bon niveau de confiance dans les résultats. Ils fournissent une bonne représentation du niveau de réduction des émissions de GES induites par l'utilisation du transport collectif. De plus, le choix des méthodes de calcul permet d'affirmer que les résultats présentés sont prudents. Les hypothèses de travail et les limitations ont été



systématiquement identifiées et présentées à la section 3 de ce rapport, donnant ainsi certaines pistes d'amélioration de la précision des résultats lors des prochains exercices similaires.

### Limitations générales

Il est important de noter que les valeurs des émissions indiquées dans ce rapport ont été établies en fonction de méthodes et données disponibles au moment de réaliser cette étude. Toutefois, le domaine d'étude des émissions de GES évitées par le transport collectif étant relativement nouveau et encore en évolution, il est possible que ces valeurs puissent être révisées dans le futur et les résultats devraient donc être utilisés avec prudence.

Bien que les méthodes de calcul aient été choisies avec le souci de la plus grande exactitude, il est également important de rappeler que les résultats présentés dans le cadre de cette étude sont des estimations dont le niveau d'incertitude est difficilement quantifiable. En effet, la quantification des émissions de GES évitées par le transport collectif repose sur la comparaison de la situation réelle actuelle avec un scénario fictif où le système de transport collectif n'existerait pas. Ce scénario fictif implique inévitablement de poser de nombreuses hypothèses, notamment en ce qui a trait à l'étalement urbain de la ville s'il n'y avait jamais eu de transport collectif.

## 6.0 RECOMMANDATIONS

Dans l'optique où les partenaires souhaitent pouvoir faire de cette étude un outil d'aide à la décision pour les programmes et initiatives d'amélioration de l'impact positif du transport collectif sur la réduction des GES, les recommandations et travaux futurs suivants sont suggérés :

- Il serait souhaitable de poursuivre plus à fond le travail de validation des résultats, notamment en utilisant d'autres approches méthodologiques. Ceci permettrait, en plus d'augmenter le niveau de confiance dans les résultats, de vérifier si des efforts supplémentaires sont requis pour en augmenter la précision et de déterminer s'il vaut la peine d'utiliser des approches plus sophistiquées.
- L'annualisation des résultats étant une des sources d'incertitude importantes dans le calcul des émissions de GES évitées en raison de la réduction de la circulation et de l'allègement de la congestion, il serait souhaitable d'explorer d'autres approches méthodologiques en fonction des données d'activités disponibles à l'intérieur des autorités organisatrices de transport.
- Il serait utile de poursuivre l'analyse géospatiale des résultats dans les sous-régions de la CMM pour en faire ressortir les caractéristiques spécifiques à chacune d'entre elles.
- Il est recommandé de considérer l'approche de quantification de cette étude lors de l'estimation des émissions de GES évitées par un accroissement de l'offre de transport collectif.
- Il est recommandé de procéder à une autre quantification des émissions de GES évitées dans la région métropolitaine de Montréal dans le futur, afin de pouvoir apprécier son évolution dans le temps (par exemple, avec les résultats de l'Enquête OD 2013 ou 2018). La production d'un indicateur annuel serait par contre difficile compte tenu que les intrants (ex. Enquête OD) ne changent pas d'une année à l'autre.
- Il est recommandé que d'autres régions du Québec desservies par le transport collectif entreprennent le même exercice afin de confirmer les tendances et collectivement contribuer à l'amélioration des outils de mesure disponibles.



## QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS DE GES ÉVITÉES PAR LE TRANSPORT COLLECTIF

- Il est recommandé que le gouvernement puisse se servir de la démarche entreprise dans cet exercice, des outils utilisés et des résultats comme des outils complémentaires d'aide à la décision en matière de politiques publiques de transport.
- Il serait utile d'utiliser les résultats de cette étude pour dresser le portrait global des GES pour l'ensemble des AOT de la région de Montréal (GES émis –émissions de GES évitées). Comme mentionné à la section 2.1, les émissions de GES évitées par le transport collectif peuvent être combinées à celles produites par le transport collectif pour connaître le bilan global d'émission des GES attribuables au transport collectif dans la région de la CMM. À des fins de déclaration des émissions, il est possible de répartir les résultats par autorité organisatrice de transport. L'APTA recommande de répartir les émissions de GES évitées aux différentes autorités organisatrices de transport présentes dans la région métropolitaine étudiée au prorata de leur nombre de déplacements de passagers non liés («unlinked passenger trips»). L'allocation basée sur les déplacements non liés plutôt que les passagers-km est recommandée entre autres parce que les autorités organisatrices qui assurent des déplacements plus courts dans les zones les plus denses vont contribuer davantage à l'allègement de la congestion. Cet exercice n'a pas été réalisé dans la présente étude, car ce n'était pas l'objectif visé, mais pourrait constituer une piste à explorer pour des travaux futurs additionnels.



## 7.0 SIGNATURES

### GOLDER ASSOCIÉS LTÉE

Laurent White, B.Sc. Env.  
Spécialiste en environnement

Martin Kelly, B.Sc., LL.B.  
Directeur de projet, Associé

Mustapha Ouyed, ing., B.A.Sc.  
Président, OSC Consultants.

LW/MK/MO/tca

Golder, Golder Associés et le concept GA sur son logo sont des marques de commerce de Golder Associates Corporation.

n:\actif\2015\3 proj\1542514 stm ges evites montreal\6 livrables emis\003-1542514-rev1 rapport quantification ges évités.docx



### 8.0 RÉFÉRENCES

- Aecom Tecscult Inc., 2010. Portrait des émissions de gaz à effet de serre sur le territoire de la Communauté métropolitaine de Montréal, 2010.
- AMT, 2013. Enquête Origine-Destination 2013 – La mobilité des personnes dans la région de Montréal
- AMT, 2008. Enquête Origine-Destination 2008 – La mobilité des personnes dans la région de Montréal
- APTA, 2009. Recommended practice for quantifying greenhouse gas emissions from transit. American Public Transportation Association - Climate Change Standards Working Group, August 2009.
- CMM, 2016. Portrait du Grand Montréal, édition 2016. Communauté métropolitaine de Montréal, cahier No 5, septembre 2016.
- EPA, 2016. Using MOVES for estimating State and Local Inventories of Onroad Greenhouse Gas Emissions and Energy Consumption. Transportation and Climate Division, Office of Transportation and Air Quality – U.S. Environmental Protection Agency, June 2016.
- MDDELCC, 2016. Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2013 et leur évolution depuis 1990. Ministère du développement durable, de l'environnement et de la lutte aux changements climatiques, 2015.
- MTQ, 2009. Évaluation des coûts de la congestion routière dans la région de Montréal pour les conditions de référence de 2003. Ministère des Transport, mars 2009.
- MTQ, 2003. Les déplacements interurbains de véhicules lourds au Québec - Enquête sur le camionnage de 1999, Ministère des transports du Québec, novembre 2003
- MTQ, 2010. Les déplacements interurbains de véhicules lourds au Québec - Enquête sur le camionnage de 2006-2007, Ministère des transports du Québec, 2010
- STM, 2015a. Rapport de développement durable 2015 – Allier mobilité et gestion durables. Société de transport de Montréal, 2015
- STM, 2015b. Rapport annuel 2015 – Direction : Excellence de l'expérience client, Société de transport de Montréal, 2015
- TCRP, 2015. TCRP Report 176 – Quantifying Transit's Impact on GHG Emissions and Energy Use – The Land Use Component. Transportation Research Board of the National Academies, 2015.
- TTI, 2015. 2015 Urban Mobility Scoreboard. Texas A&M Transportation Institute and Inrix, August 2015.
- VLAHOGIANNI, Eleni I., 2006. Some empirical relations between travel speed, traffic volume and traffic composition in urban arterials. Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley, USA



# **ANNEXE A**

## **Sondage pour le calcul du taux de transfert**



## **QUESTIONNAIRE FINAL #MW12918\_039A**

### **Q0QC - Q0QC - POSER À TOUS**

Dans quelle région du Québec demeurez-vous ?

- Bas-Saint-Laurent (1)
- Saguenay-Lac-Saint-Jean (2)
- Capitale-Nationale (3)
- Mauricie (4)
- Estrie (5)
- Montréal (6)
- Outaouais (7)
- Abitibi-Témiscamingue (8)
- Côte-Nord (9)
- Nord-du-Québec (10)
- Gaspésie/Îles-de-la-Madeleine (11)
- Chaudière-Appalaches (12)
- Laval (13)
- Lanaudière (14)
- Laurentides (15)
- Montérégie (16)
- Centre-du-Québec (17)

### **Q0QCA - Q0QCA - POSER SI Q0QC=14(Lanaudière)**

Il est possible que votre ville de résidence ne figure pas dans la liste.

Pour des raisons de traitement statistique, seulement certaines villes, en périphérie de l'Île-de-Montréal, sont identifiées. Si c'est le cas, veuillez choisir la réponse « Autres villes ».

Dans quelle ville demeurez-vous ?

- Charlemagne (1)
- La Plaine (2)
- Lachenaie (3)
- Le Gardeur (4)
- Mascouche (5)
- Repentigny (6)
- St-Sulpice (7)
- Terrebonne (8)
- Autres villes de Lanaudière (9)



**Q0QCB - Q0QCB - POSER SI Q0QC=15(Laurentides)**

Il est possible que votre ville de résidence ne figure pas dans la liste.

Pour des raisons de traitement statistique, seulement certaines villes, en périphérie de l'Ile-de-Montréal, sont identifiées. Si c'est le cas, veuillez choisir la réponse « Autres villes ».

Dans quelle ville demeurez-vous ?

- Blainville (1)
- Boisbriand (2)
- Bois-des-Filion (3)
- Deux-Montagnes (4)
- Kanesatake (5)
- Lorraine (6)
- Mirabel (7)
- Oka (Paroisse) (8)
- Oka (Municipalité) (9)
- Pointe Calumet (10)
- Rosemère (11)
- Sainte-Anne-des-Plaines (12)
- Sainte-Marthe-sur-le-Lac (13)
- Sainte-Thérèse (14)
- Saint-Eustache (15)
- Saint-Joseph-du-Lac (16)
- Saint-Placide (17)
- Autres villes des Laurentides (18)

**Q0QCC - Q0QCC - POSER SI Q0QC=16(Montérégie)**

Il est possible que votre ville de résidence ne figure pas dans la liste.

Pour des raisons de traitement statistique, seulement certaines villes, en périphérie de l'Ile-de-Montréal, sont identifiées. Si c'est le cas, veuillez choisir la réponse « Autres villes ».

Dans quelle ville demeurez-vous ?

- Beauharnois (1)
- Beloeil (2)
- Boucherville (3)
- Brossard (4)
- Candiac (5)
- Carignan (6)
- Chambly (7)
- Châteauguay (8)



## ANNEXE A

### Sondage pour le calcul du taux de transfert

- Delson (9)
- Greenfield Park (10)
- Hudson (11)
- La Prairie (12)
- Lemoyne (13)
- Léry (14)
- L'Île Cadieux (15)
- L'Île Perrot (16)
- Longueuil (17)
- Maple Grove (18)
- McMasterville (19)
- Melocheville (20)
- Mercier (21)
- Mont-St-Hilaire (22)
- Notre-Dame-de-Bon-Secours (23)
- Notre-Dame-de-l'Île-Perrot (24)
- Otterburn (25)
- Pincourt (26)
- Pointe-des-Cascades (27)
- Richelieu (28)
- Saint-Amable (29)
- Saint-Basile-le-Grand (30)
- Saint-Bruno-de-Montarville (31)
- Saint-Constant (32)
- Sainte-Catherine (33)
- Sainte-Julie (34)
- Saint-Hubert (35)
- Saint-Isidore (36)
- Saint-Lambert (37)
- Saint-Lazare (38)
- Saint-Mathias-sur-Richelieu (39)
- Saint-Mathieu (40)
- Saint-Mathieu-de-Beloeil (41)
- Saint-Philippe (42)
- Terrasse-Vaudreuil (43)
- Varennes (44)
- Vaudreuil-Dorion (45)
- Vaudreuil-sur-le-Lac (46)
- Autres villes de la Montérégie (47)



**SEXE - SEXE - POSER À TOUS**

Vous êtes... ?

- ...Un homme (1)
- ...Une femme (2)

**AGE - AGE - POSER À TOUS**

Quel âge avez-vous ?

- Moins de 18 ans (0)
- De 18 à 24 ans (1)
- De 25 à 34 ans (2)
- De 35 à 44 ans (3)
- De 45 à 54 ans (4)
- De 55 à 64 ans (5)
- De 65 à 74 ans (6)
- 75 ans ou plus (7)
- Je préfère ne pas répondre (9)

**LANGUE - LANGUE - POSER À TOUS**

Quelle est la langue que vous avez apprise en premier lieu à la maison dans votre enfance et que vous comprenez toujours ?

- Français (1)
- Anglais (2)
- Autre (3)
- Français et anglais (7)
- Français et autres (4)
- Anglais et autres (5)
- Autres et autres (6)
- Je préfère ne pas répondre (9)



**SCOLARITÉ – SCOLARITÉ - POSER À TOUS**

Quel est le plus haut niveau de scolarité que vous ayez complété (diplôme obtenu) ?

- Primaire (1)
- Secondaire général ou professionnel (2)
- Collégial général préuniversitaire ou professionnel technique (3)
- Universitaire (4)
- Je préfère ne pas répondre (9)

**ENFANTS - ENFANTS - POSER À TOUS**

Y a-t-il des enfants de moins de 18 ans vivant dans votre ménage ?

- Oui (1)
- Non (2)
- Je préfère ne pas répondre (9)

**Q1 - Q1 - POSER À TOUS**

Est-ce que vous avez utilisé les transports collectifs (autobus, métro ou train de banlieue) sur le territoire de la Communauté métropolitaine de Montréal au moins une fois au cours des 30 derniers jours (que ce soit sur les réseaux de l'AMT, STM, RTL, STL ou CITs)?

- Oui (1)
- Non (2)

**Q2 - Q2 - POSER À TOUS**

Quelle a été votre fréquence de déplacements du transport collectif au cours des 30 derniers jours (incluant les déplacements en autobus, métro ou train de banlieue, sur les réseaux de l'AMT, STM, RTL, STL ou CITs)?

*Veillez noter qu'un aller-retour compte pour 2 déplacements.*

- 1 déplacement (1)
- 2 à 19 déplacements (2)
- 20 déplacements ou plus (3)
- Je ne sais pas (8)

**Q3 - Q3 - POSER À TOUS**

Quel est le principal motif de vos déplacements en transport collectif au cours des 30 derniers jours?

*Une seule réponse*

- Travail (1)
- Étude (2)
- Loisirs (3)
- Autres (4)



Je ne sais pas (8)

### **INFO1 - INFO1 - POSER À TOUS**

Les prochaines questions portent sur votre déplacement en transport collectif le plus fréquent sur le territoire de la Communauté Métropolitaine de Montréal.

### **Q4 - Q4 - POSER À TOUS**

Quel mode de transport collectif avez-vous utilisé lors de votre déplacement en transport collectif le plus fréquent sur le territoire de la Communauté Métropolitaine de Montréal?

Si vous utilisez plus d'un mode de transport dans ce trajet, indiquez celui qui correspond à votre segment du trajet avec la durée la plus longue.

*Une seule réponse* `td{ vertical-align: top; }`

- Métro (1)
- Autobus STM (2)
- Autobus RTL (3)
- Autobus STL (4)
- Autobus CIT (5)
- Train de banlieue (6)
- Autres modes de transport, veuillez préciser :  
(96)\_\_\_\_\_

### **Q5 - Q5 - POSER À TOUS**

Quel était le point d'origine de ce déplacement le plus fréquent?

*Une seule réponse*

- Île de Montréal (1)
- Laval (2)
- Longueuil (3)
- Couronne nord (4)
- Couronne sud (5)

### **Q6 - Q6 - POSER À TOUS**

Quel était le point de destination de ce déplacement le plus fréquent?

*Une seule réponse*

- Île de Montréal (1)
- Laval (2)
- Longueuil (3)
- Couronne nord (4)
- Couronne sud (5)



**Q7 - Q7 - POSER À TOUS**

Quelle est la distance (aller uniquement) de ce déplacement le plus fréquent?

- Moins de 1km (1)
- 1 à 2 km (2)
- 3 à 4 km (3)
- 5 à 9 km (4)
- 10 à 19 km (5)
- 20 km et plus (6)
- Je ne sais pas (8)

**INFO2 - INFO2 - POSER À TOUS**

Les prochaines questions vous demandent d’imaginer une situation hypothétique où les moyens de transport collectifs (réseaux AMT, STM, RTL, STL et CITs) n’existeraient plus, et ce, sur une longue période de temps.

**Q8 - Q8 - POSER À TOUS**

Durant les mois d’hiver, quel mode de transport auriez-vous principalement utilisé pour effectuer votre déplacement en transport collectif le plus fréquent si les services de transport collectifs n’existaient plus?

*Une seule réponse* *td{ vertical-align: top; }*

- Voiture solo (aucun passager avec moi) (1)
- Co-voiturage (2)
- Moto/« Scooter » (3)
- À pied (4)
- Vélo (5)
- Taxi (6)
- Je ne ferais plus ces déplacements (7)
- Je changerais de lieu de résidence ou d’emploi (8)
- Autres modes de transport, veuillez préciser :  
(96) \_\_\_\_\_
- Je ne sais pas (98)

**Q9 - Q9 - POSER À TOUS**

En dehors des mois d’hiver, quel mode de transports auriez-vous principalement utilisé pour effectuer votre déplacement en transport collectif le plus fréquent si les services de transport collectifs n’existaient plus?

*Une seule réponse* *td{ vertical-align: top; }*

- Voiture solo (aucun passager avec moi) (1)
- Co-voiturage (2)
- Moto/« Scooter » (3)
- À pied (4)



---

## ANNEXE A

### Sondage pour le calcul du taux de transfert

---

- Vélo (5)
- Taxi (6)
- Je ne ferais plus ces déplacements (7)
- Je changerais de lieu de résidence ou d'emploi (8)
- Autres modes de transport, veuillez préciser :  
(96) \_\_\_\_\_
- Je ne sais pas (98)

#### Q10 - Q10 - POSER À TOUS

Avez-vous actuellement un véhicule personnel motorisé qui vous permettrait de faire ce déplacement ?

- Oui (1)
- Non (2)

#### Q11 - Q11 - POSER SI Q10=2

Quelle est la probabilité que vous achetiez un véhicule personnel motorisé pour faire ce déplacement ?

- Très probable (1)
- Assez probable (2)
- Peu probable (3)
- Pas du tout probable (4)

n:\actif\2015\3 proj\1542514 stm ges evites montreal\5 préparation livrables\003 - rapport quantification ges évités\annexe a - sondage taux transfert modal.docx



# **ANNEXE B**

## **Facteurs d'émissions et potentiels de réchauffements planétaires du calculateur du TCRP**



## POTENTIELS DE RÉCHAUFFEMENT PLANÉTAIRE

Les résultats sont exprimés en tonnes de CO<sub>2</sub> équivalents (CO<sub>2</sub> eq). Comme le calcul des émissions de GES est estimé à partir des consommations de carburant de véhicules routiers, les CO<sub>2</sub> équivalents sont calculés à partir de la somme des émissions de GES des trois principaux GES émis par la consommation de carburant automobile, soit le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>) et l'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O). Les potentiels de réchauffement planétaire utilisés pour la conversion en CO<sub>2</sub> eq sont les suivants :

GES	Potentiel de réchauffement planétaire
CO <sub>2</sub>	1
CH <sub>4</sub>	21
N <sub>2</sub> O	310

La formule utilisée pour le calcul des GES équivalents est la suivante :

$$\text{Émissions CO}_2 \text{ eq} = (\text{Émissions CO}_2 \times 1) + (\text{Émissions CH}_4 \times 21) + (\text{Émissions N}_2\text{O} \times 310)$$

## FACTEURS D'ÉMISSION

GES	Facteur	Unité
<b>Facteur par gallon d'essence</b>		
CO <sub>2</sub>	8 887	grammes / gallon
<b>Facteurs par mile</b>		
CH <sub>4</sub>	0.0173	grammes / mile
N <sub>2</sub> O	0.0036	grammes / mile

Propriété de ses employés et forte d'une expérience de plus de 50 ans, Golder Associés, une organisation d'envergure mondiale, a pour raison d'être de contribuer au développement de la Terre tout en préservant son intégrité. Nous fournissons à nos clients des solutions durables comprenant une gamme étendue de services spécialisés en consultation, conception et construction dans les domaines des sciences de la Terre, de l'environnement et de l'énergie.

Pour en savoir plus, visitez [golder.com](http://golder.com)

Afrique	+ 27 11 254 4800
Asie	+ 86 21 6258 5522
Océanie	+ 61 3 8862 3500
Europe	+ 44 1628 851851
Amérique du Nord	+ 1 800 275 3281
Amérique du Sud	+ 56 2 2616 2000

[solutions@golder.com](mailto:solutions@golder.com)  
[www.golder.com](http://www.golder.com)

**Golder Associés Ltée**  
**9200, boul. de l'Acadie, bureau 10**  
**Montréal (Québec) H4N 2T2**  
**Canada**  
**T: +1 (514) 383 0990**

