

ÉLABORATION D'UNE DÉMARCHE VISANT LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GES
PROVENANT DES TRANSPORTS ROUTIERS AU QUÉBEC.

par

Marc-Olivier Gaudette-Boisvert

Essai présenté au Centre de Formation Universitaire en Environnement
en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.)

Dirigé par Monsieur François Roberge

CENTRE UNIVERSITAIRE DE FORMATION EN ENVIRONNEMENT

Longueuil, Québec, Canada, 6 mai 2012

SOMMAIRE

Mots Clés : Gaz à effet de serre, inventaire de GES, méthodologie, réduction d'émission, Environnement Canada, Transports Québec, *programme Climat municipalités*.

Les changements climatiques sont produits en partie par la prolifération des émissions de gaz à effet de serre causée par les combustibles fossiles utilisés dans le transport routier. L'objectif de cet essai est de présenter une démarche de réduction des émissions de gaz provenant des transports de passagers au Québec qui se base d'abord sur les lois, règlements, programmes, stratégies et plans d'action internationaux et nationaux qui ont orienté la lutte aux gaz à effet de serre. Au Québec, cette lutte se traduit par l'application du *Plan d'action sur les changements climatiques 2006-2012*, de la *Stratégie énergétique du Québec 2006-2015*, de la *Politique québécoise du transport collectif 2006* et de la *Stratégie de développement de l'industrie québécoise de l'environnement et des technologies vertes*.

Afin d'observer l'évolution des émissions de gaz à effet de serre, les inventaires de plusieurs municipalités ont été consultés dans le but de répertorier les méthodes de quantification utilisées pour calculer les émissions. L'analyse révèle que quatre méthodes de quantification des gaz à effet de serre provenant du secteur des passagers sont utilisées. Les méthodes du prorata et de la vente des carburants sont des méthodes reconnues par le programme Climat-municipalité et permettent d'avoir une information assez précise des émissions produites dans un territoire, mais ne permettent pas d'évaluer l'impact direct des mesures mises en place. De plus, la méthode qui semble être la plus efficace à évaluer les mesures mises en place est la méthode de modélisation. Toutefois, elle est la plus coûteuse et la plus élaborée. La méthode des véhicules-kilomètres parcourus (VKP) est une méthode qui permet d'avoir une certaine précision, mais tout comme les méthodes du prorata et de la vente de carburant elle ne permet pas d'évaluer la réduction des émissions produites par une mesure spécifique.

La stratégie de lutte de ces gaz s'articule autour des outils de sensibilisation mis à la disposition de la population jumelée à l'amélioration de la performance des véhicules provenant de technologies moins émettrices de gaz et la réduction de la dépendance à l'automobile se traduisant par l'aménagement de quartier ou plusieurs types de déplacements alternatifs à la voiture sont favorisés.

REMERCIEMENTS

Plusieurs personnes méritent d'être remerciées puisque sans elles, cet essai n'aurait pu être aussi élaboré.

D'abord, je tiens à remercier Monsieur François Roberge, directeur de cet essai, puisque grâce à ses conseils et sa grande disponibilité il m'a permis d'approfondir mes connaissances dans un domaine que je connaissais peu.

Également, je tiens à remercier Monsieur Mathieu Muir qui a pu apporter certains éclaircissements par rapport aux inventaires de GES et aux méthodologies utilisées au Québec pour quantifier les émissions. Sans ces précieuses informations, il aurait été difficile de réaliser cet essai.

De plus, je tiens à remercier mes parents pour leur patience et leur continuel support. Ils me supportent depuis tant d'années à persévérer dans mon cheminement académique qui tire à sa fin.

Finalement, je remercie ma conjointe pour sa compréhension et sa patience. À plusieurs moments, il aurait été plus agréable de passer du temps avec elle plutôt que de rédiger un chapitre ou de passer du temps à collecter des informations. Je la remercie aussi pour sa relecture finale et pour son souci de l'amélioration de mon travail dans ses commentaires.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction.....	1
1. Situation mondiale des GES	4
1.1. Situation actuelle et projection.....	4
1.1.1. Internationale	4
1.1.2. Nationale	5
1.1.3. Provinciale.....	6
1.2. Principaux contributeurs à l'effet de serre.....	8
2. Cadre légal	10
2.1. International	10
2.1.1. Convention-cadre des Nations Unies <i>sur les changements climatiques</i>	10
2.1.2. Protocole de Kyoto.....	11
2.2. National.....	12
2.2.1. Loi de mise en œuvre du Protocole de Kyoto (LMOPK).....	12
2.2.2. Plan sur les changements climatiques aux fins de la Loi de mise en œuvre du Protocole de Kyoto	13
2.2.3. Le Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des automobiles à passagers et des camions légers.....	15
2.2.4. Le Règlement sur les carburants renouvelables.....	16
2.3. Provincial.....	16

2.3.1. Plan d'action sur les changements climatiques 2006-2012	17
2.3.2. Stratégie énergétique du Québec 2006-2015 : L'énergie pour construire le Québec de demain.....	17
2.3.3. Politique québécoise du transport collectif 2006 : pour offrir de meilleurs choix aux citoyens	18
2.3.4. Stratégie de développement de l'industrie québécoise de l'environnement et des technologies vertes – 2008	18
3. Méthode de quantification des GES.....	20
3.1. Méthodes utilisées au Québec	20
3.1.1. Les méthodologies utilisées par le programme Climat municipalités	21
3.1.2. Les méthodologies utilisées pour l'inventaire de la Communauté métropolitaine de Montréal	23
3.1.3. Les méthodologies utilisées pour l'inventaire de l'agglomération de Québec	25
3.1.4. La méthodologie utilisée pour l'inventaire de la ville de Laval.....	28
3.1.5. La méthodologie utilisée pour l'inventaire de la ville de Sherbrooke.....	28
3.2. Méthodes utilisées ailleurs au Canada	29
3.2.1. La méthodologie utilisée pour l'inventaire de la ville Vancouver	30
3.2.2. La méthodologie utilisée pour l'inventaire de la ville de Kelowna	31
3.2.3. La méthodologie utilisée pour l'inventaire de la ville de Toronto	32
3.3. Méthode utilisée aux États-Unis	33
3.3.1. La méthodologie utilisée pour l'inventaire de la ville de New York.....	33

3.3.2. La méthodologie utilisée pour l'inventaire de la ville de Chicago	35
4. Analyse des méthodes de quantification	37
4.1. Paramètres communs aux différentes méthodes	37
4.2. Analyse des méthodes de quantification.....	40
4.2.1. Méthode du prorata.....	42
4.2.2. Méthode par la vente de carburant	44
4.2.3. Méthode de modélisation	47
4.2.4. Méthode estimative du nombre de kilomètres parcourus par le nombre de véhicules (VKP)	49
4.3. Propositions face à l'utilisation des méthodes de quantification.....	50
5. Mesures pour diminuer les émissions de GES.....	53
5.1. Sensibiliser la population à la réduction des GES.....	54
5.1.1. Avantages.....	55
5.1.2. Désavantages.....	56
5.2. Améliorer la performance environnementale du parc de véhicules	56
5.2.1. Avantages.....	59
5.2.2. Désavantages	63
5.3. Réduire la dépendance à l'automobile.....	66
5.3.1. Avantages.....	71
5.3.2. Désavantages.....	75

Conclusion	78
Références	82
Bibliographies	93
Annexe 1. Répartition des émissions mondiales de GES par secteur en 2009.....	95
Annexe 2. Répartition des émissions canadiennes de GES entre 1990 et 2009.....	96
Annexe 3. Variations des émissions de GES au Québec entre 2005 et 2009 selon les catégories de sources	96
Annexe 4. Variations des émissions de GES au Québec entre 1990 et 2009 selon les catégories de sources	97
Annexe 5. Variations des émissions de GES au Québec entre 1990 et 2009 selon différents véhicules routiers.....	97
Annexe 6. Variation des types de véhicules de promenade entre 2004 et 2009	98
Annexe 7. Classification des véhicules de l'inventaire de Toronto	98

LISTES DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 3.1. Bilan des émissions du transport sur le territoire de la CMM en 2006	23
Figure 3.2. Approche méthodologique retenue et de validation, et résultats par mode de transport en 2006.....	25
Figure 3.3. Bilan des émissions de GES du transport sur le territoire de l'agglomération de Québec en 2006	25
Figure 3.4. Bilan des émissions provenant des transports routiers de Kelowna	32
Figure 3.5. Bilan des émissions provenant des transports à New York	34
Figure 4.1. Schéma de la dépendance à l'automobile.....	42
Figure 4.2. Répartitions des émissions de GES du transport pour les cinq secteurs de la CMM en 2006	45

Figure 4.3. Modélisation des émissions de CO ₂ liées à la modernisation du boulevard Notre-Dame	48
Figure 5.1. Aspects touchés par l'aide financière du PAGTCP.....	73
Figure 5.2. Aspects touchés par l'aide financière du programme d'aide aux immobilisations en transport en commun	74
Tableau 3.1. Bilan des émissions provenant du transport routier de Laval.....	28
Tableau 3.2. Nombre de véhicules immatriculés et émissions de GES par type de véhicule à Sherbrooke	29
Tableau 3.3. Bilan des émissions provenant de la collectivité de Vancouver	30
Tableau 3.4. Bilan des émissions des véhicules routiers à Toronto	33
Tableau 3.5. Bilan des émissions provenant des transports à Chicago.....	35
Tableau 4.1. Répartition des GES selon les facteurs d'émissions utilisés en fonction du type de carburant	39
Tableau 4.2. Répartition des différents GES selon leur potentiel de réchauffement	40
Tableau 4.3. Propositions face à l'utilisation des méthodes de quantification.....	51
Tableau 5.1. Répartition des modèles hybrides selon le fabricant.....	58
Tableau 5.2. Répartition des modèles selon leur consommation d'énergie au 100 km.....	60
Tableau 5.3. Répartition des coûts et des gains selon le type de motorisation.....	61
Tableau 5.4. Avantages indirects de l'utilisation d'autobus hybrides	63
Tableau 5.5. Répartition des véhicules selon leur coût d'achat en fonction de leur type de motorisation	64
Tableau 5.6. Répartition des types de charge selon le temps de recharge	65
Tableau 5.7. Thèmes et mesures abordés par le Smarth Growth	67
Tableau 5.8. Thèmes et mesures abordés par le Nouvel Urbanisme	68
Tableau 5.9. Thèmes et mesures abordés par le Transit-Oriented Development.....	69
Tableau 5.10. Conditions nécessaires à la réalisation d'un TOD	76

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

AEE : Agence de l'efficacité énergétique

AMT : Agence Métropolitaine des Transports

CACP : Clean Air and Climate Protection

CCN : Conseil canadien des normes

CEEI : Community Energy and Emissions Inventory

CH₄: Méthane

CMM: Communauté métropolitaine de Montréal

CNT: Center for Neighborhood Technology

COV : Composé organique volatil

CO₂: Dioxyde de carbone

OD : Enquête origine-destination

EPA : Environmental Protection Agency

FCM : Fédération canadienne des municipalités

GEIC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

GES : Gaz à effet de serre

GNV : Gaz naturel pour véhicule

Gt : Gigatonne

GTTU : Groupe de travail sur les transports en commun

HFC : Hydrofluorocarbones

H₂O : Eau

IEA : International Energy Agency

ISO : International Organization for Standardization

kg: Kilogramme

km/h : Kilomètre par heure

kPa: Kilopascal

kt éq. CO₂: Kilo tonne équivalente en dioxyde de carbone

LMOPK : *Loi de mise en œuvre du Protocole de Kyoto*

m : Métrique

MAMROT : Ministère des Affaires municipales, Régions et Occupation du territoire

MDDEP : Ministère du Développement durable, l'Environnement et des Parcs

MDEIE : Ministère du Développement économique, de l'innovation et de l'Exportation

MRC : Municipalité régionale de comté

MRNF : Ministère des Ressources naturelles et de la Faune

MT éq.CO₂: Million de tonnes équivalentes en dioxyde de carbone

N₂O : Protoxyde d'azote ou oxyde nitreux

OCDE : Organisation de coopération et de développement économique

OEÉ : Office d'efficacité énergétique

O₃ : Ozone

PACC 2006-2012 : *Plan d'action 2006-20012 sur les changements climatiques*

PAGTCP : *Programme d'aide gouvernementale au transport collectif des personnes*

PFC : Perfluorocarbures

PMAD : *Plan métropolitain d'aménagement et de développement*

ppm : Partie par million

PRP : Potentiel de réchauffement planétaire

PSI : Pound per square inch

RMMQ v3 : Réseau modélisé multimodal du Québec

SAAQ : Société de l'assurance automobile du Québec

SF₆ : Hexafluorure de soufre

SOFIL : Société de financement des infrastructures locales

STM : Société de transport de Montréal

STO : Société de transport de l'Outaouais

TJ : Téra joules

t éq.CO₂ : Tonne équivalente de dioxyde de carbone

TOD: Transit-Oriented Development

UNFCCC : United Nations Framework Convention on Climate Change

VKP : Véhicules-kilomètres parcourus

VUS : Véhicules utilitaires sport

WCI : Western Climate Initiative

INTRODUCTION

L'effet de serre dans l'atmosphère terrestre est un phénomène naturel qui se produit par le rayonnement provenant du soleil et qui atteint la terre. Grâce à la couche d'ozone, une portion de ce rayonnement dont certains ultra-violets est repoussée dans l'espace. Toutefois, une autre partie de ce rayonnement solaire réussit à traverser l'atmosphère et vient réchauffer la planète pour ensuite rester emprisonnée dans l'atmosphère lorsqu'elle est réfléchiée par la Terre. Ce phénomène est altéré par les émissions de gaz à effet de serre (GES) provenant de sources anthropiques comprenant notamment les combustibles fossiles consommés par les différents modes de transports motorisés. C'est ainsi que les GES émis en trop grande quantité contribuent à bloquer davantage cette énergie produisant une augmentation de la température terrestre (Transports Québec, 2007a). La vapeur d'eau (H₂O), le dioxyde de carbone (CO₂ ou gaz carbonique), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O) et l'ozone (O₃) sont les principaux GES émis par transport routier (Transports Québec, 2007a). La majorité des véhicules fonctionnent grâce à la combustion d'énergies fossiles non renouvelables produisant ces gaz. En 2009, les transports contribuent à 27 % des émissions de GES au Canada, ce qui correspond à 198 000 kilotonnes équivalentes CO₂ des 734 000 kilotonnes équivalentes CO₂ totales émises au pays (Environnement Canada, 2010). Au Québec, le transport accapare à lui seul 43,5 % des émissions totales de GES de la province. De cette proportion, 33,1 % des émissions proviennent du transport routier (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP, 2011).

Plusieurs efforts sont réalisés pour diminuer les émissions de GES. Ceux-ci prennent la forme de lois et règlements nationaux, de mesures incitatives financières, de substitution de technologies hautement émettrices de GES, ainsi que d'ententes internationales telles que le *Protocole de Kyoto* qui fut ratifié par plusieurs pays. Bon nombre de ces mesures portent sur les émissions produites par le transport routier.

L'objectif principal de cet essai est de présenter une démarche de réduction des émissions de GES provenant des transports, plus spécifiquement au niveau du transport routier de passagers au Québec.

Afin de répondre à cet objectif, il est nécessaire de répondre à certains objectifs spécifiques. D'abord, l'analyse des méthodes de quantification des GES réalisée permet de faire ressortir

les éléments importants de chacune de ces méthodes. Ainsi, les forces et faiblesses des diverses méthodes existantes sont présentées.

De plus, des initiatives ayant permis de diminuer les GES dans le domaine du transport routier à travers le monde sont présentées. Par exemple, ces actions peuvent être destinées aux transports en commun et à l'aménagement de transports actifs. Elles peuvent aussi porter sur la planification d'un territoire à l'échelle régionale. Les schémas d'aménagement et de développement, ainsi que les plans d'urbanisme sont parmi les outils qui permettent de contrôler l'étalement urbain. De plus, des technologies moins émettrices de GES et prenant la forme d'équipement installé sur les véhicules ou par l'utilisation de sources d'énergie réduisant les émissions de GES sont décrites. Aussi, des programmes de sensibilisation et de communication mis en place sont présentés. En lien avec toutes ces actions, des indicateurs de suivi de performance pertinents seront développés.

Par ailleurs, l'implantation d'une démarche de réduction des émissions de GES rencontre certaines difficultés. Cet essai vise à identifier ces obstacles reliés notamment aux coûts de mise en place des mesures, à la sensibilisation des décideurs et de la population ainsi qu'à la forme des cadres légaux instaurés. Ceux-ci sont répertoriés et, pour chacun d'entre eux, des solutions sont proposées afin de les surmonter.

Afin d'assurer la crédibilité de cet essai, des sources d'informations pertinentes sont utilisées. D'abord, la date de parution de la source est un bon indicateur de la qualité de l'information. De plus, la crédibilité de l'auteur d'une source peut être vérifiée par la recherche d'informations sur ces derniers. La formation et l'employeur de l'auteur sont de bons indicateurs de la validité de l'information. Également, une source contenant les coordonnées d'une personne ressource augmente sa crédibilité. Les informations provenant d'organismes gouvernementaux et scientifiques sont priorisées puisque celles-ci sont en général vérifiables et neutres.

L'essai aborde un cadre d'analyse plus large qui mène vers des éléments d'analyses précis du sujet. Ceci permet de mieux comprendre le contexte dans lequel le sujet a été développé. Pour chacun de sujets traités, des exemples en liens avec les propos tenus sont présentés parfois sous forme de texte et d'autres fois sous forme de tableaux et figures afin de faciliter la compréhension.

Cet essai contient cinq chapitres distincts. D'abord, un premier chapitre porte sur le bilan de la situation des émissions de GES provenant du transport et permet de savoir si les efforts actuellement mis en place pour réduire les émissions de GES produisent des résultats. Elle comprend un portrait de la situation internationale, nationale et provinciale. Aux fins de ce chapitre, le seul bilan des émissions présenté est celui de la province de Québec. Aussi, les principaux gaz contribuant à l'effet de serre au niveau des transports seront présentés.

Le second chapitre traite des outils légaux entourant la réduction des GES dans le domaine des transports. Elle comprend les mécanismes et outils mis en place afin de réduire les émissions de GES au niveau international, national et provincial. Il s'agit de protocoles, de conventions, de lois, de règlements, de programmes et de plan d'action.

Subséquemment, un troisième chapitre porte sur les méthodes de quantification des GES dans le domaine des transports des individus. Elle comprend une revue de littérature des méthodes utilisées au Québec, ailleurs au Canada et à l'étranger. Cette section se veut davantage descriptive puisque les méthodes seront présentées sans analyse. Par ailleurs, les différentes méthodes utilisées sont présentées en utilisant des inventaires réalisés pour des municipalités. Cette démarche vise à déterminer quelles sont les méthodes qui peuvent être utilisées pour calculer le bilan des émissions.

Par la suite, le quatrième chapitre aborde une analyse de ces méthodes de quantification des GES. Cette section vise à comparer les différentes méthodes utilisées et à relever les avantages et inconvénients de chacune d'entre elles. Cette analyse inclut des recommandations visant à éclairer les municipalités qui désirent mettre en place des mesures de réductions de GES.

Enfin, le dernier chapitre porte sur les mesures pouvant être mises en place afin de réduire les émissions de GES dans les transports. Ces mesures portent sur la sensibilisation de la population à la réduction des GES, à l'amélioration de la performance environnementale du parc de véhicules automobiles et à la réduction de la dépendance à l'automobile.

1. SITUATION MONDIALE DES GES

Ce chapitre vise à présenter la situation actuelle des GES au niveau mondial pour ensuite de manière plus précise cibler la situation des transports. D'abord, des informations à l'échelle mondiale, canadienne et québécoise sont présentées. Il est à noter que les données portent uniquement sur la quantité d'équivalence de CO₂ émise puisque les émissions produites par les autres gaz ont été converties en CO₂ par un rapport d'équivalence.

1.1. Situation actuelle et projection

1.1.1. Internationale

Le niveau mondial sera représenté par les pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE). Les informations traitées dans cette section proviennent du dernier inventaire de GES portant sur la combustion de carburant paru en 2011 et produit par l'International Energy Agency (IEA). Les figures 5 et 7 de ce rapport ont servi à la rédaction de cette section (voir annexe 1).

Les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) de nature anthropique sont passées approximativement de 14 084 millions de tonnes en 1971 à 20 966 millions de tonnes en 1990 (IEA, 2011). L'année 1990 est considérée comme l'année de référence pour les niveaux d'émissions en vertu du *Protocole de Kyoto (ib.)*. La situation aux cours des années suivantes a continué de s'aggraver puisque les émissions ont augmenté pour atteindre 28 999 millions de tonnes en 2009 ce qui représente une hausse de 38,3 % par rapport aux émissions de 1990 (*ib.*).

Le transport détient une grande part des émissions de GES pour l'année 2009. En effet, il représente 23 % des émissions mondiales (*ib.*). Le transport routier est de loin le mode de transport qui produit le plus d'émissions. D'ailleurs, sur les 6 500 millions de tonnes approximatives près de 5 000 millions de tonnes proviennent des voitures, camions et autres véhicules qui circulent sur les routes.

Les projections présentées dans le rapport de la IEA de 2011 prédisent que la demande en carburant devrait augmenter de 40 % d'ici 2035 ce qui laisse présager une augmentation des émissions (*ib.*). Plus précisément, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du

climat (GIEC) prévoit grâce à ses scénarios prévisionnels que pour la période entre 2000 et 2030 un accroissement de 27 Gt de GES sera probablement survenu. Cette augmentation est notamment due à la hausse de la consommation de combustibles fossiles prévue entre 40 et 110 % (GEIC, 2007).

1.1.2. Nationale

Au niveau national, l'inventaire des GES le plus récent date de 2009. Celui-ci compare les kilotonnes équivalentes en CO₂ pour les années 1990, 1995, 2000, 2005, 2008 et 2009. Les informations mentionnées dans cette section font référence au tableau 5.1 de cet inventaire (voir annexe 2).

Malgré une légère diminution entre 2008 et 2009, il est possible de remarquer que les émissions de GES tous secteurs confondus sont en constante augmentation depuis 1990 passants de 592 000 kt éq.CO₂ à 732 000 kt éq.CO₂ en 2008. En 2009, ce total se chiffrait à 690 000 kt éq.CO₂ (Environnement Canada, 2011a).

Également, le secteur des transports a connu une augmentation passant de 146 000 à 196 000 kt éq.CO₂ en 2008 représentant une hausse de 25 % (*ib.*). Toutefois, en 2009 une diminution de 6 000 kt éq.CO₂ a été enregistrée pour un total de 190 000 kt éq.CO₂ (*ib.*). Le transport routier représente 36 % des émissions du secteur des transports (*ib.*).

Par ailleurs, les véhicules légers à essence ont suivi une tendance à la baisse dans le cas des émissions passant de 45 500 kilotonnes équivalentes en CO₂ à 41 400 ce qui représente une diminution de 4 100 kt éq. CO₂ correspondant à environ 10 % de réduction (*ib.*).

Néanmoins, ces réductions sont résorbées par des hausses marquées des émissions de plusieurs classes de véhicules. En effet, les secteurs des camions légers à essence et au diesel ont augmenté leurs émissions. Le secteur des camions légers à essence a émis 21 000 kt éq.CO₂ supplémentaires au 20 300 kt éq. CO₂ produite en 1990 (*ib.*). Dans le cas des camions légers au diesel, il s'agit d'une hausse de 1 238 kt éq. CO₂ supplémentaires portant le total de 732 kt éq. CO₂ en 1990 à 1 940 kt éq. CO₂ en 2009 (*ib.*). Au total, les camions légers émettent presque autant de GES que les véhicules légers. Ce constat peut être expliqué par le fait que plusieurs conducteurs ont délaissé les véhicules légers pour se procurer des camions légers. Effectivement, entre 1990 et 2007, la proportion de camions

légers dans le parc automobile a doublé et ceux-ci émettent davantage de GES que les véhicules légers (*ib.*). Toutefois, la puissance des véhicules a considérablement augmenté ce qui a diminué l'impact des réductions provenant de l'amélioration des technologies. Ainsi, les véhicules sont de plus en plus énergivores, faisant en sorte d'annuler le gain permis par les améliorations technologiques (*ib.*).

En ce qui a trait aux véhicules lourds au diesel, ceux-ci ont connu une augmentation de leurs émissions passant de 20 000 à 38 200 kt eq. CO_2 en 2009 (*ib.*). Ceci représente près de 18 200 kt eq. CO_2 soit une hausse de 91 % (*ib.*). L'assouplissement des lois et règlements pour le transport des marchandises permis par le traité de libre-échange est la principale cause de cette augmentation (*ib.*), car la déréglementation a favorisé l'essor du transport par camion (*ib.*). Toutefois, la diminution réalisée entre 2008 et 2009 a été le résultat du ralentissement économique mondial (*ib.*).

Selon le rapport intitulé Tendances en matière d'émissions au Canada et produit en 2011, si aucune mesure supplémentaire n'est mise en place au pays, les émissions de GES pour le transport de passager au sol devraient augmenter de 6 millions de tonnes en 2020 par rapport au niveau de 2010 situé à 79 millions de tonnes (Environnement Canada, 2011b). Cette hausse serait diminuée en partie par l'amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules, la hausse du prix des carburants et la mise en place de réglementation plus sévère notamment pour les camions légers (*ib.*).

1.1.3. Provinciale

Au Québec, le MDDEP a la responsabilité de produire un inventaire des GES pour la province. Cet inventaire permet de suivre l'évolution des GES depuis 1990 et est calculé en tonne métrique équivalente en CO_2 (t eq. CO_2). La version la plus récente date de 2011 et contient des données jusqu'à 2009.

Durant l'année 2009, les Québécois ont rejeté dans l'atmosphère, tous secteurs confondus, 81,79 Mt eq. CO_2 de GES ce qui correspond à une diminution de 2,5 % depuis 1990 (voir annexe 3). Il s'agissait de la deuxième année consécutive où le niveau des émissions était inférieur au niveau de 1990. Cependant, cette diminution ne serait pas causée par les

transports, mais plutôt par le secteur industriel qui, suite à la crise économique débutée en 2008, a connu un ralentissement de ses activités (MDDEP, 2011a).

En ce qui concerne les transports (voir annexe 4), un accroissement de 29,6 % des émissions de GES a été remarqué (*ib.*). Le transport routier est le secteur qui a connu la plus forte croissance de ses émissions passant de 20,30 à 27,07 Mt éq. CO₂, correspondant à une hausse de 33,4 % (*ib.*). Par ailleurs, le transport routier correspond à 27,07 des 81,79 Mt éq. CO₂ totales émises par le Québec ce et représente également 33 % des émissions totales (*ib.*).

Également, les automobiles sont les plus grandes productrices de GES pour le secteur du transport routier puisque leurs émissions correspondent à 41 % des émissions produites par le secteur du transport (voir annexe 5) (*ib.*). Elles ont émis, en 2009, 11,08 des 27,07 Mt éq. CO₂ pour ce secteur (*ib.*). Cependant, la situation semble s'améliorer en 2009 puisque depuis 1990 une diminution de 5,2 % peut être remarquée pour les automobiles (*ib.*). Cette diminution est notamment causée par le remplacement des vieilles voitures énergivores par de nouveaux véhicules émettant moins de GES (*ib.*).

Ensuite viennent les camions légers, qui comprennent les véhicules dont le poids est inférieur à 3 900 kg et ayant la capacité d'accueillir au plus 12 passagers. Cette catégorie inclut donc les fourgonnettes, les camionnettes et les véhicules utilitaires sport (VUS). Celle-ci a connu une augmentation de 96,8 % de ses émissions passant de 3,91 à 7,69 Mt éq. CO₂ (*ib.*). En effet, les camions légers utilisés comme véhicule de promenade ont connu un engouement passant de 955 337 t en 2004 à 1 201 962 t en 2009 ce qui représente une hausse de 15,5 % (voir annexe 6) (Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ), 2010).

Par ailleurs, les émissions des véhicules lourds comprenant notamment les autobus, camions et tracteurs routiers, ont connu une hausse de 79,6 % passant de 4,56 à 8,19 Mt éq. CO₂. Ce secteur est le deuxième plus grand émetteur pour le secteur du transport routier (MDDEP, 2011a).

Finalement, le secteur intitulé autres comprend les motocyclettes et les véhicules au gaz naturel. Celui-ci a connu une diminution passant de 0,14 en 1990 à 0,10 Mt éq. CO₂ en 2009

(*ib.*). Toutefois, ces modes de transports ne sont pas de grands contributeurs d'émission puisqu'ils représentent moins d'un pourcent des émissions (*ib.*).

Du côté des perspectives, le transport devrait connaître une augmentation par rapport au niveau de 1990 passant de 27,83 à 31,58 Mt eq.CO_2 en 2020, soit une augmentation de 13,5 %. Cette augmentation prévue est notamment attribuable à la croissance démographique dans les périphéries des grandes villes où, il est fréquent que l'offre de transports alternatifs à l'automobile soit déficiente et produit une augmentation de l'utilisation de l'automobile pour les déplacements quotidiens (MDDEP, 2011b).

1.2. Principaux contributeurs à l'effet de serre

Dans cette section, les principaux GES seront décrits. Bien que plusieurs gaz participent à l'effet de serre, l'attention sera portée dans le cadre de cet essai sur les gaz provenant du secteur des transports et soumis au *Protocole de Kyoto*. Ceci fait en sorte que les HFC, PFC et SF_6 qui font partie des principaux gaz soumis au protocole ne seront pas traités dans cet essai. Cette section de l'essai décrira les caractéristiques du dioxyde de carbone, du méthane et de l'oxyde nitreux.

D'abord, le dioxyde de carbone CO_2 est composé de deux atomes d'oxygène combinés à un atome de carbone (Environnement Canada, 2010a). Ce gaz est inodore, incolore et plus dense que l'air (*ib.*). Le dioxyde de carbone provient de la combustion des combustibles fossiles utilisés. Il peut être capté par les océans et par les végétaux sous l'action de la photosynthèse (*ib.*). Sa concentration atmosphérique est passée d'une valeur préindustrielle (avant 1750) d'environ 280 parties par million à 379 parties par million en 2005. Lors d'inventaire de GES, le CO_2 sert d'unité d'équivalence. De plus, sa durée de vie une fois émise varie de cinquante à deux cents ans (GEIC, 2007). Son potentiel de réchauffement planétaire (PRP) est considéré comme l'unité de référence et c'est pourquoi son potentiel est de un (Transports Québec, 2007a).

Ensuite, le méthane est un gaz composé d'un atome de carbone et de quatre atomes d'hydrogène. Il est également inodore, incolore et moins dense que l'air lui permettant de s'élever dans l'atmosphère où il est dégradé par le radical hydroxyle (Environnement Canada, 2010b). Sa concentration atmosphérique est passée d'une valeur préindustrielle

d'environ 715 parties par million (ppm) à 1 774 ppm (*ib.*). Le méthane a une durée de vie de 12 ans dans l'atmosphère (GEIC, 2007) et un potentiel de réchauffement de 21 (Transports Québec, 2007a). Le méthane anthropique provient principalement de l'élevage des animaux et de la dégradation anaérobie des résidus, mais également de la combustion des carburants utilisés par les véhicules. En effet, la combustion des carburants n'est jamais totalement complète et une partie des gaz s'échappe sans avoir été oxydée jusqu'au gaz carbonique, ce qui entraîne des émissions de méthane. Cependant, les émissions produites par la combustion du méthane lorsqu'il est utilisé comme carburant dans un véhicule sont moins nombreuses que celle provenant de la combustion de l'essence. D'ailleurs, les émissions de CO₂ seraient de 15 % inférieures aux émissions d'un véhicule à essence conventionnel pour un véhicule utilisant du gaz naturel pour véhicule (GNV) (Actu-environnement, 2012). Toutefois, les émissions de méthane sont plus nocives étant donné son potentiel de réchauffement plus élevé que celui du CO₂.

Par ailleurs, l'oxyde nitreux (N₂O) est un gaz incolore, ininflammable, plus lourd que l'air et composé de deux atomes d'azote et d'un atome d'oxygène (Environnement Canada, 2010c). Les sources principales d'émission sont la fabrication et l'utilisation des engrais azotés, mais une faible proportion de N₂O provient de la combustion des carburants des véhicules lorsqu'une partie des atomes d'azote et d'oxygène de l'air se combine ensemble. Bien qu'il soit émis en moins grande quantité par les véhicules, celui-ci a des effets non négligeables. C'est la réaction qu'il produit lorsqu'il est en contact avec les composés organiques volatiles (COV) qui favorise le développement de pollution photochimique de l'ozone qui est lui aussi un puissant gaz à effet de serre (Olivier, M.J., 2009). Sa concentration atmosphérique est passée d'une valeur préindustrielle de 270 ppm à 319 ppm (*ib.*). Sa durée de vie est de 120 ans (GEIC, 2007) et il possède un potentiel de réchauffement global de 310 (Transports Québec, 2007a).

2. CADRE LÉGAL

Cette section porte sur les mécanismes et outils réglementaires mis en place afin de réduire les émissions de GES au niveau international, national et provincial. D'abord au niveau international, la *Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques* et le *Protocole de Kyoto* sont présentés. Pour le Canada, la *Loi de mise en œuvre du Protocole de Kyoto*, le *Plan sur les changements climatiques aux fins de la Loi de mise en œuvre du Protocole de Kyoto*, le *Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des automobiles à passagers et des camions légers* et le *Règlement sur les carburants renouvelables* sont abordés. Finalement, le *Plan d'action sur les changements climatiques 2006-2012*, la *stratégie énergétique du Québec, 2006-2015 : L'énergie pour construire le Québec de demain*, la *Politique québécoise du transport collectif 2006 : pour offrir de meilleurs choix aux citoyens* et la *Stratégie de développement de l'industrie québécoise de l'environnement et des technologies vertes — 2008* sont synthétisés pour le niveau provincial. Cependant, le récent retrait du Canada du *Protocole de Kyoto* laisse présager que les lois, règlements et programmes seront modifiés.

2.1. International

Au niveau mondial, il existe plusieurs outils visant à réduire les GES. Aux fins de cet essai, deux d'entre eux sont présentés soit la *Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques* et le *Protocole de Kyoto*. Ces deux outils sont marquants dans la lutte aux changements climatiques puisqu'ils permettent notamment de travailler sur la réduction des GES.

2.1.1. Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques

La *Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques* a été signée lors du sommet de la terre de Rio en 1992 (United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), 2012a). Cette convention est un outil coopératif entre les États pour mener une lutte conjointe afin de réduire les émissions de GES (UNFCCC, 2012b). Elle permet de mettre en œuvre un cadre global qui vise à faire face aux changements climatiques. La convention sert d'outil menant à des rencontres impliquant le partage

d'informations entre les États afin de présenter les efforts et les progrès réalisés dans la lutte face aux changements climatiques (*ib.*).

Le principal objectif de cette convention est de stabiliser les émissions de GES anthropiques à un niveau qui empêche toute modification du climat pouvant bouleverser les écosystèmes (UNFCCC, 1992).

Afin d'atteindre cet objectif, des principes ont été mis de l'avant. D'abord, les pays développés doivent être des précurseurs dans la lutte contre les changements climatiques. Ils se doivent d'agir ainsi puisqu'ils émettent davantage et qu'ils ont plus facilement accès aux outils de réduction (*ib.*). Ensuite, les pays en voie de développement particulièrement vulnérables aux changements climatiques doivent également fournir des efforts de réduction (*ib.*). Cependant, la convention tient compte des capacités limitées de ces pays à concrétiser des mesures de réduction puisqu'ils ne sont pas les uniques responsables de la situation (*ib.*). Subséquemment, le principe de précaution est mis de l'avant par cette convention. Les mesures mises en place doivent être réalisées dans un contexte large évitant de prendre des décisions qui perturberont la quantité d'émission sans en connaître les conséquences (*ib.*). Ultérieurement, celle-ci laisse à la discrétion des parties d'utiliser ou non le développement durable comme outil de lutte. Elle laisse le soin aux parties d'adapter leur façon de faire du développement durable afin que celle-ci réponde à leurs besoins (*ib.*). Finalement, elle invite les parties à se doter d'un cadre économique commun et équitable pour tous (*ib.*).

2.1.2. Protocole de Kyoto

Les changements climatiques sont un phénomène qui va au-delà des frontières d'un pays. En effet, les impacts des émissions de GES peuvent être ressentis à plusieurs kilomètres du lieu d'émission. Suite à la *Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques*, les membres signataires ont cherché à mettre en place des mesures communes de réductions des émissions de GES concrètes. C'est dans ce contexte que les pays furent invités à signer le *Protocole de Kyoto* en 1997 (UNFCCC, 2012c). Ce protocole a été ratifié en 2005 par 55 États qui représentaient 55 % des émissions mondiales de GES en 1990. De plus, à cette même date, ce regroupement avait produit leurs instruments de ratification, d'acceptation, d'accession ou d'approbation (UNFCCC, 2012d).

Ce protocole vise à atteindre des objectifs de réduction propres à chaque état. Contrairement à la convention, le protocole contraint légalement les signataires à atteindre des cibles de réductions ou de limitation d'émissions de GES (UNFCCC, 2012e).

Pour le Canada, la ratification de ce protocole le contraint à atteindre entre 2008 et 2012 une diminution de 6 % en dessous du niveau de 1990 de l'ensemble des émissions de dioxyde de carbone, de méthane, d'oxyde nitreux, d'hydrofluorocarbones, de perfluorocarbures et d'hexafluorure de soufre. Pour atteindre cette cible, le Canada doit donc fournir un effort de réduction de 6 % ces émissions entre 2008 et 2012 pour atteindre la cible imposée (Gouvernement Canada, 2010). Toutefois, le Canada se retira du protocole en 2012 (Francoeur, 2012).

2.2. National

Au niveau national, le Canada a mis en place une série de lois, de plans et de règlements avant de se retirer du protocole. Il demeure toutefois pertinent de présenter ces outils afin de comprendre l'encadrement national établi. D'abord, une présentation de la *Loi de mise en œuvre du Protocole de Kyoto*, suivi du *plan sur les changements climatiques aux fins de la Loi de mise en œuvre du Protocole de Kyoto* (LMOPK) sont présentés dans cette section. Ensuite, deux règlements sont présentés. Il s'agit du *Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des automobiles à passagers et des camions légers* et du *Règlement sur les carburants renouvelables*

2.2.1. Loi de mise en œuvre du Protocole de Kyoto (LMOPK)

Comme son nom l'indique, cette loi a été rédigée suite à la ratification du *Protocole de Kyoto* en 2007. La LMOPK est une loi qui vise à s'assurer que le Canada prenne des engagements rapides et efficaces pour réduire ses émissions de GES afin de lutter contre les changements climatiques (Ministère de la Justice du Canada, 2012a).

D'une part, cette loi oblige le ministre à établir un plan sur les changements climatiques qui doit contenir des éléments précis qui sont élaborés dans la section suivante. La Loi peut permettre au ministre de fixer un seuil limite d'émission de GES à respecter, établir des normes de performances pour les équipements émetteurs et de légiférer l'utilisation et la production de procédés, de technologies, de véhicules ou de carburants (*ib.*). Également, elle

peut permettre d'exiger un certificat d'autorisation ou un permis d'émission de GES (*ib.*). De plus, la loi peut contrôler le système d'échange et de compensation pouvant être mis en place afin d'atteindre les cibles de Kyoto (*ib.*). Par ailleurs, cet outil légal peut instaurer des mécanismes de surveillance et de suivi pouvant être assujettis de sanctions si ceux-ci ne sont pas respectés (*ib.*).

Toutefois, cette loi ne mentionne pas le niveau d'émission à atteindre ou des exemples de mécanismes permettant de réduire les émissions. Cette loi expose exclusivement les grandes lignes directrices qui devront être suivies.

2.2.2. Plan sur les changements climatiques aux fins de la Loi de mise en œuvre du Protocole de Kyoto

Le plan découle de la loi de la mise en œuvre du *Protocole de Kyoto* et vise également à atteindre la cible de réduction de 6 % (Environnement Canada, 2011c). D'ailleurs, celui-ci est inclus en partie dans cette loi. Le plan doit répondre à certaines dispositions de la loi. D'abord, il doit inclure une description précise des mesures à prendre afin de respecter les engagements du protocole en incluant plusieurs paramètres tels que la date de prise d'effet et la quantité de diminution réalisée ou projetée pour chaque année durant la période 2008 à 2012 réparties pour chaque secteur émetteur (*ib.*). Toutes ces informations doivent être consignées dans un rapport faisant état de l'évolution de la situation en vue de respecter les engagements de Kyoto (*ib.*).

Par ailleurs, le plan propose des mesures qui ont été adoptées afin de réduire les émissions de GES. Pour chacune des mesures, des prévisions de réduction ont été établies en fonction d'un scénario de faible réduction et de forte réduction. Bien que plusieurs mesures aient été mises en place, seules les mesures portant sur le transport sont présentées dans cet essai.

D'une part, une mesure portant sur la diminution des émissions de GES pour les nouvelles voitures et pour les camions légers a été instaurée. Ainsi, les entreprises construisant des voitures et camions légers ou qui en importent au Canada doivent se soumettre à ce règlement (*ib.*) Le gouvernement fédéral se dota d'ailleurs d'un règlement à cet effet qui est présenté dans la section 2.2.3.

D'autre part, une autre mesure porte sur l'injection d'une proportion de carburant renouvelable pour l'ensemble des carburants. Pour l'essence il s'agit d'injecter une proportion de 5 % de carburant renouvelable tandis que pour le diesel et l'huile distillat de chauffage une proportion de 2 % (*ib.*) À l'instar de la première mesure présentée dans le plan sur les changements climatiques, un règlement national a aussi été conçu à cet effet. Ce règlement est davantage élaboré dans la section 2.2.4.

Également, plusieurs programmes ont été mis en place pour produire des réductions. Le programme de remise *Écoauto* est un programme offrant des incitatifs financiers aux Canadiens afin qu'ils se dotent de véhicules consommant moins d'énergie. La subvention pour l'achat ou la location comportait une variété de critères basés sur l'année d'achat ou de location et de la consommation de carburant par rapport aux modèles choisis (*ib.*).

Aussi, l'*Écoprélèvement* est une mesure qui s'appliquait en parallèle au programme *Écoauto*, mais qui s'adressait aux véhicules consommant plus de 13 litres au kilomètre. Afin de décourager les conducteurs de se procurer des véhicules énergivores, un montant prélevé sous forme de taxe devait être déboursé par le fabricant et par l'importateur rendant ainsi plus économique l'achat ou la location de véhicules à faibles émissions (*ib.*).

De plus, le programme *Écoénergie* destiné aux véhicules personnels et pour le parc automobile comprenait une vaste gamme d'outils de sensibilisation et de formation afin d'informer les conducteurs sur les habitudes de conduite moins nocives à adopter pour préserver la qualité de l'air (*ib.*).

Ensuite, le programme *Écomobilité* vise à appuyer financièrement les municipalités et organismes de gestion de transports de passagers à améliorer leurs désertes en transports en commun. L'argent de ce programme sert à adapter les circuits et les horaires afin d'attirer davantage d'utilisateurs au détriment de l'automobile (*ib.*).

De plus, le programme *Écotechnologie* pour les véhicules permet d'améliorer les composantes des véhicules légers afin qu'ils soient moins énergivores (*ib.*). Ce programme portait spécifiquement sur les technologies diesel, des batteries, des groupes moteurs propulseurs, des composantes du moteur et de la conception du véhicule. Il portait aussi sur

les technologies électriques et hybrides ainsi que sur les véhicules fonctionnant à l'hydrogène (*ib.*).

Finalement, une mesure visant à promouvoir le transport urbain durable a été mise en place. Il s'agissait d'un crédit d'impôt non remboursable équivalent au tarif mensuel ou de longue durée d'un titre de transport. Cette mesure a permis de rendre le coût du transport collectif plus compétitif face au coût du transport automobile (*ib.*).

2.2.3. Le Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des automobiles à passagers et des camions légers

Comme mentionné précédemment, le *Règlement sur les émissions de GES des automobiles à passagers et des camions légers* est une mesure qui découle de la LMOPK et qui fait partie des mécanismes mis en place par le gouvernement fédéral par le biais de son plan sur les changements climatiques aux fins de cette loi.

Ce règlement est entré en vigueur en 2010 et vise comme son nom l'indique à légiférer sur le rendement des automobiles et des véhicules légers afin que ceux-ci produisent moins de GES dans une démarche compatible avec la démarche américaine (Ministère de la Justice du Canada, 2012b).

Ce règlement est principalement destiné aux constructeurs de voitures qui veulent exporter des véhicules vers le Canada (*ib.*). Le règlement fixe des normes relatives au système antipollution destiné à réduire l'émission de N₂O, de CH₄ et de CO₂ de ces véhicules (*ib.*). Ces normes de rejets peuvent également être attribuables à un parc automobile. Le règlement indique les paramètres à considérer dans le calcul de ces émissions pour chaque année par modèle de véhicules (*ib.*). L'année du modèle signifie l'année choisie par le constructeur pour réaliser son calcul. Afin d'observer si les fabricants de véhicules respectent ces normes un système de pointage basé sur la quantité de CO₂ équivalent émis par le véhicule a été mis au point. Les constructeurs doivent donc accumuler des points à un niveau inférieur ou équivalant à la moyenne sinon ceux-ci s'exposent à une pénalité financière pour chaque 20 mégagrammes supplémentaires (*ib.*). Ce système comporte des mécanismes d'échanges, d'achats et de ventes de points auprès d'autres compagnies afin d'atteindre les cibles fixées.

Toutes ces informations doivent être compilées dans un rapport devant être remis au ministre sous forme de déclaration.

Bien que ce règlement soit fédéral, les provinces peuvent aussi prendre des dispositions similaires. Le Québec s'est d'ailleurs doté d'un *Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des véhicules automobiles* (L.R.Q., c. Q-2, r. 17.)

2.2.4. Le Règlement sur les carburants renouvelables

Ce règlement est entré en vigueur en 2010 et vise spécifiquement à inclure une proportion de carburant renouvelable dans les carburants. Il s'agit de 5 % pour l'essence et de 2 % pour le diesel (Ministère de la Justice du Canada, 2012c). Selon ce règlement, les carburants renouvelables comprennent l'éthanol et le biodiesel. Néanmoins, un carburant liquide ne consistant pas en une liqueur de cuisson résiduaire provenant de la production de matières premières de carburants renouvelables et qui peuvent contenir des substances synthétiques non renouvelables peut être considéré comme un carburant renouvelable si la combinaison de ces carburants correspond à moins de 1,5 % du carburant obtenu (*ib.*).

À l'instar du *Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des automobiles à passagers et des camions légers*, il dispose également d'un mécanisme d'échange d'émission. Dans ce cas-ci, il s'agit d'unité de conformité que les principaux fournisseurs ou que des participants volontaires s'échangent. Un participant volontaire consiste en une entité qui mélange, vend, produit, utilise ou importe des carburants renouvelables. (*ib.*)

Également, ce règlement dispose de clauses obligeant la consignation des renseignements et la production de rapports. Ces rapports doivent être soumis à un vérificateur pour ensuite être remis au ministre de l'Environnement (*ib.*).

2.3. Provincial

Au niveau provincial, le gouvernement s'est doté d'une panoplie d'outils. Dans le cadre de cet essai, quatre d'entre eux sont présentés soit le *PACC*, la *Stratégie énergétique du Québec 2006-2015*, La *Politique québécoise du transport collectif* et la *Stratégie de développement de l'industrie québécoise de l'environnement et des technologies vertes*. Ils ont été choisis

puisque'ils impliquent des efforts considérables de mise en application menant à des résultats concrets.

2.3.1. Plan d'action sur les changements climatiques 2006-2012

Le plan d'action sur les changements climatiques est un document-cadre qui regroupe plusieurs outils de réduction des GES. Il propose des actions sectorielles dans différents domaines comme dans les transports et le monde municipal. D'abord, ce plan vise à implanter une norme d'émission de GES inspirée de la norme californienne du Western Climate Initiative qui doit être respectée par les manufacturiers à partir de 2010 (MDDEP, 2008). Cette norme réglementaire fixe des plafonds d'émissions à l'industrie qui doivent être respectées (*ib.*). Advenant, le cas où l'entreprise ne peut respecter les normes, elle peut procéder à l'achat de droits d'émissions d'une compagnie qui a réussi à ne pas dépasser la quantité d'émission autorisée (*ib.*). De plus, le gouvernement souhaite que l'essence destinée aux véhicules comporte 5 % d'éthanol d'ici 2012 (*ib.*). Pour atteindre cet objectif, le gouvernement se dota d'un Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des véhicules automobiles en 2009 (L.R.Q., c. Q-2, r. 17.). Également, le gouvernement s'engage par l'intermédiaire de ce plan à fournir une aide financière aux municipalités qui souhaitent réaliser un inventaire de GES, un plan de lutte contre les changements climatiques ou de réglementer la marche au ralenti des véhicules (*ib.*). Par ailleurs, des mesures visant à améliorer le transport collectif et à développer une offre de transports alternatifs sont mises en place (*ib.*). Les transports alternatifs comprennent toutes formes de déplacements qui excluent l'automobile dont l'unique passager est le conducteur. Les mesures prirent la forme d'une politique intitulée *Politique québécoise du transport collectif 2006 : pour offrir de meilleur choix aux citoyens.*

2.3.2. Stratégie énergétique du Québec 2006-2015 : L'énergie pour construire le Québec de demain

La Stratégie énergétique québécoise n'est pas à proprement parler un outil légal. Il s'agit plutôt d'un outil de planification. Celle-ci regroupe six objectifs dont un concerne l'utilisation efficace de l'énergie (Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune (MRNF, 2006). Afin d'atteindre cet objectif, la stratégie prévoit entre autres que le gouvernement favorisera l'utilisation de carburant renouvelable afin d'introduire 5 % d'éthanol dans les ventes

d'essences d'ici 2012 (*ib.*), ce qui concorde avec le plan d'action sur les changements climatiques. Également, le gouvernement prévoit favoriser l'amélioration technologique des véhicules. Les moyens pris pour atteindre cet objectif prennent la forme de mesures incitatives financières, de programmes de sensibilisation et d'un resserrement des normes d'émissions (*ib.*). De plus, des efforts sont déployés par le gouvernement afin de rendre le transport en commun plus compétitif face à l'automobile (*ib.*). Encore une fois, les outils utilisés prennent la forme de mesures incitatives financières et de programmes de sensibilisation (*ib.*).

2.3.3. Politique québécoise du transport collectif 2006 : pour offrir de meilleurs choix aux citoyens

La politique québécoise du transport collectif vise à augmenter de 8 % l'achalandage des transports en commun d'ici 2012 (Transports Québec, 2007b). Ainsi, grâce à cette augmentation de passagers il est escompté qu'une diminution des utilisateurs d'automobiles sera ressentie. Afin d'atteindre cette cible, le gouvernement injectera une somme de 130 millions de dollars provenant du Fonds verts et destinée à l'amélioration du service offert à la population (*ib.*). De plus, des programmes financiers tels que le programme d'aide aux immobilisations en transport en commun et le *programme d'aide gouvernementale au transport collectif des personnes* ont été créés afin de moderniser et améliorer les infrastructures et équipements de transports (*ib.*). Également, des efforts de sensibilisation sont mis en place et visent à faire connaître les modes de transports alternatifs à la voiture. Le gouvernement ainsi que les municipalités sont les principaux acteurs mis à contribution dans cette politique.

2.3.4. Stratégie de développement de l'industrie québécoise de l'environnement et des technologies vertes – 2008

Bien que cette stratégie soit globale pour l'ensemble de l'industrie du Québec, elle peut tout de même agir dans le domaine des émissions de GES dans les transports (Ministère du Développement économique, de l'innovation et de l'Exportation [MDEIE], 2008). Elle permet notamment de soutenir le développement des technologies vertes en permettant aux industries de travailler de concert avec les instituts de recherches et favorise également la

mise en marché de ces technologies (*ib.*). Ainsi, le gouvernement soutient la recherche pour des projets de réductions des émissions de GES pour le transport de passager.

3. MÉTHODE DE QUANTIFICATION DES GES

Le chapitre qui suit porte sur les méthodes de quantification des GES utilisées par les municipalités dans le domaine du transport des individus. Elle comprend une revue de littérature des méthodes utilisées au Québec, ailleurs au Canada et aux États-Unis. Elle se veut plus descriptive puisque les méthodes et indicateurs sont présentés sans être analysés. L'étude des méthodes est davantage élaborée dans le chapitre quatre du présent essai.

Afin de répertorier les différentes méthodologies existantes, plusieurs inventaires de GES ont été consultés. Plus spécifiquement, les inventaires produits par les municipalités ont été choisis puisque les émissions de GES provenant du transport sont incluses dans leur bilan. De plus, les municipalités sont responsables de l'application de mesures concrètes de réductions des émissions atmosphériques. Bien que beaucoup de municipalités rendent public leur bilan, peu d'entre elles présentent les résultats totaux des émissions ainsi que les méthodes utilisées pour effectuer ces calculs. Les inventaires choisis dans le cadre de cet essai portent sur des municipalités ou sur des entités régionales plus grandes comme une communauté métropolitaine et une agglomération. Ainsi, quatre d'entre eux ont été sélectionnés soit celui de la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM), de l'agglomération de Québec, de Laval et de Sherbrooke. Par ailleurs, le *programme Climat municipal* est aussi présenté dans cette section puisque cet outil permet de soutenir les organisations municipales qui désirent réaliser un inventaire de GES. De plus, les inventaires des villes situées à l'extérieur de la province comme Vancouver, Kelowna et Toronto sont présentés. Finalement, des inventaires de villes situées à l'extérieur du pays ont pu être analysés tels que New York et Chicago.

3.1. Méthodes utilisées au Québec

Le chapitre qui suit présente en premier lieu le *programme Climat municipalité*. Le gouvernement québécois s'est doté d'un programme destiné à faciliter la réalisation d'un inventaire de GES. En ce qui concerne les villes québécoises, les inventaires de GES présentés sont ceux de la CMM, de l'agglomération de Québec, de la ville de Laval et de Sherbrooke.

3.1.1. Les méthodologies utilisées par le programme Climat municipalités

Le *programme Climat municipalités* est un programme qui découle du *Plan d'action sur les changements climatiques 2006-2012*. Il vise à offrir un soutien financier aux municipalités qui désirent produire un inventaire de GES (MDDEP, s.d.). Ce programme est doté d'une aide financière de 15,4 millions de dollars et s'adresse aux municipalités locales, à un regroupement de municipalités locales, à des municipalités régionales de comté (MRC), des régies inter municipales ou à des conseils d'agglomération (*ib.*). Néanmoins, cette aide financière se termine le 31 mars 2013 (*ib.*).

Les inventaires produits suite à ce programme doivent respecter une méthodologie qui s'inspire de la norme International Organization for Standardization (ISO) 14 064. Cette norme internationale indique la structure qui doit être suivie pour réaliser un inventaire de GES. Les rapports respectant cette norme doivent inclure une description de l'organisme qui réalise un inventaire et de l'organisme qui souhaite quantifier ses émissions (Conseil canadien des normes [CCN], s.d.). De plus, les périmètres organisationnels et opérationnels doivent être présentés (*ib.*). C'est dans ces sections que les sources d'émissions de GES doivent être identifiées et regroupées selon une classification. La classification inclut des sources directes qui comprennent les émissions sous le contrôle des activités de la municipalité et des sources indirectes c'est-à-dire pour lesquelles la municipalité a le contrôle, mais où le service est assuré par une autre organisation (MDDEP, 2009). Par ailleurs, une troisième classe comprend les émissions ne provenant pas des sources mentionnées précédemment, mais qui sont émises sur le territoire de la municipalité (*ib.*). De plus, pour les inventaires des municipalités une sous-division doit être réalisée. Cette sous-division est basée sur la provenance des activités émettrices sous le contrôle de la municipalité tel que l'électricité utilisée par les bâtiments de la ville ou par la flotte de véhicules municipaux et pour les émissions provenant de la collectivité telle que les émissions produites par les véhicules des citoyens de la ville (*ib.*).

Pour quantifier les émissions de GES, certains paramètres doivent être connus. En premier lieu, il est important de se procurer des informations de sources crédibles comportant un degré de précision élevé (*ib.*). En second lieu, il est préférable d'utiliser des données ayant des unités de mesure équivalentes afin de réduire les erreurs. Ainsi, ce programme suggère d'utiliser les facteurs de conversion utilisés par Statistiques Canada (*ib.*). Par la suite, le choix

de facteurs d'émissions doit être mentionné. Le programme suggère d'utiliser des facteurs d'émissions provenant de sources fiables telles que le MDDEP, Environnement Canada ou le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (*ib.*). Par ailleurs, il est important de collecter des données sur une même année.

Plusieurs des méthodes de quantification sont utilisées pour les diverses sources de GES du secteur corporatif ou collectif. Aux fins de cet essai, seules les méthodes de quantification du transport routier des passagers proposées par le programme sont présentées. Ce choix est motivé par le fait que les autres méthodes ne sont pas en lien avec le sujet de l'essai.

La méthode du prorata est basée sur un indicateur comprenant une valeur propre à un secteur choisi divisé par une valeur totale connue. Ainsi, il est possible de savoir quelle est la proportion des émissions provenant de ce secteur par rapport aux émissions totales. Par exemple, dans cette méthode le nombre de véhicules immatriculés dans une région et la quantité totale des émissions provenant du transport de la province peuvent être utilisés comme indicateurs (*ib.*).

La méthode basée sur la consommation de carburant utilise la quantité de carburant vendu sur un territoire et les taux d'émissions des véhicules selon leurs âges (*ib.*). Ainsi, en multipliant ces paramètres entre eux il est possible de calculer les émissions.

Une autre méthode suggérée par le programme consiste à calculer les émissions de GES à partir de diverses modélisations issues d'études de trafic et d'utiliser des taux moyens d'émissions issus d'études de caractérisation du parc de véhicules. Bien que cette méthode permette de connaître la quantité d'émission produite, il n'est pas possible de l'utiliser pour calculer d'autres paramètres semblables dans un autre territoire. Cette méthode est peu reproductible puisqu'elle comprend des paramètres uniques au trafic d'une région en fonction de son parc de véhicule (*ib.*).

Pour l'ensemble de ces méthodes lorsque le calcul est réalisé, il est nécessaire de multiplier les résultats obtenus par les facteurs d'émissions et les potentiels de réchauffement provenant de sources fiables tels que l'Agence de l'efficacité énergétique (AEE), Environnement Canada ou le GIEC. Également, il est important de mentionner que d'autres méthodes peuvent être utilisées pour quantifier les émissions.

3.1.2. Les méthodologies utilisées pour l'inventaire de la Communauté métropolitaine de Montréal

La Communauté métropolitaine de Montréal est un regroupement territorial comprenant 82 municipalités (CMM, s.d.). En 2010, dans le cadre de son inventaire, elle a décidé de mandater la firme AECOM Tecslult inc. qui réalisa l'inventaire, qui couvre la période comprise entre 1990 et 2006 (AECOM Tecslult inc., 2010). La répartition des émissions de GES pour le secteur des transports dans la CMM montre que 59 % des émissions proviennent des automobiles et des camions légers et que seulement 2 % des émissions sont dues aux autobus en 2006 (voir figure 3.1.). L'inventaire a répertorié les automobiles, les camions légers, les motocyclettes, les autobus urbains et les camions lourds comme, étant des catégories distinctes tandis que les autobus scolaire et interurbain se retrouvent dans la même catégorie.

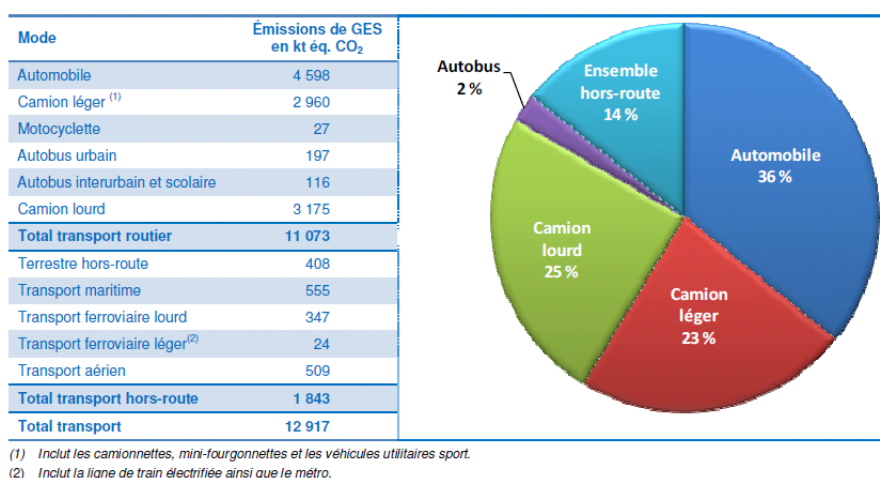


Figure 3.1. Bilan des émissions du transport sur le territoire de la CMM en 2006

tiré d'AECOM Tecslult inc., 2010, p.7-3

Pour obtenir ces résultats, la firme AECOM Tecslult a utilisé diverses méthodes. Elle a également utilisé des facteurs d'émissions provenant du rapport d'inventaire national d'Environnement Canada (*ib.*). Ces méthodes sont basées sur la consommation de carburant, du prorata et du nombre de véhicules par kilomètre parcouru.

D'abord, la méthode basée sur la consommation de carburant est présentée puisqu'elle fait partie des méthodes suggérées dans le *programme Climat municipalité*. Cette méthode a été

utilisée puisque, sur le territoire de la CMM, l'Agence Métropolitaine des Transports (AMT) perçoit une taxe sur l'essence consommée dans la région qu'elle dessert, ce qui permet d'obtenir la quantité totale d'essence consommée sur le territoire (*ib.*). Il est important de savoir que ce ne sont pas l'ensemble des municipalités qui ont les moyens de connaître la quantité de carburant vendu sur leur territoire.

Également, la méthode du prorata a été utilisée pour calculer la quantité de diesel consommée dans la CMM. Cette méthode a été utilisée puisque la méthode de la vente de carburant n'était pas utilisable pour le diesel. La firme de consultants a utilisé la consommation québécoise de diesel et le ratio de vente d'essence de la Communauté métropolitaine de Montréal pour calculer les émissions provenant du diesel (*ib.*). Ainsi, en divisant le ratio de vente d'essence de la CMM par rapport à la consommation de diesel de la province il est possible de savoir à combien se chiffre la contribution de la Communauté métropolitaine de Montréal pour la consommation de diesel.

Par ailleurs, la méthode impliquant le nombre de véhicules par leurs kilomètres parcourus a été utilisée. Cette méthode utilise comme indicateur le nombre de véhicules multiplié par la distance parcourue par véhicule. En connaissant la distance parcourue totale, il ne suffit que de multiplier la consommation de carburant des véhicules. Cette méthode a été utilisée pour calculer les émissions du transport en commun routier (*ib.*). En fait, pour plusieurs organismes offrant des services de transports en commun la consommation totale de carburant était connue. La méthode du nombre de véhicules par kilomètres parcourus n'a été utilisée que pour quelques organismes de transport collectif dont il n'était pas possible de calculer les émissions par une autre méthode (*ib.*).

Finalement, afin de confirmer les données obtenues la méthode estimative de mesure des émissions par le prorata des véhicules et la méthode estimative de mesure des émissions basée sur la vente de carburant ont été utilisées pour recalculer les données. Il semble que d'une méthode à l'autre les données sont similaires (voir figure 3.2.) (*ib.*). Seule la CMM a recalculé ces émissions à l'aide d'autres méthodes.

Mode de transport	Émissions de GES (kt éq. CO ₂)	Méthode retenue	Validation des émissions de GES (kt éq. CO ₂)	Méthode de validation
Automobile	4 598	Vente de carburant : taxe de l'AMT et estimation des ventes de diesel	4 694	Émissions québécoises au prorata du parc de véhicules immatriculés sur le territoire de la CMM
Camion léger	2 960		3 022	
Motocyclette	27		28	
Autobus urbain	197	Consommation de diesel	309	Émissions québécoises au prorata du parc de véhicules immatriculés sur le territoire de la CMM
Autre type d'autobus	116	Estimation des ventes de diesel à partir des ventes québécoises	3 055	
Camion lourd	3 175			

Figure 3.2. Approche méthodologique retenue et de validation, et résultats par mode de transport en 2006

tiré d'AECOM Tecslult inc., 2010, p.D-14

3.1.3. Les méthodologies utilisées pour l'inventaire de l'agglomération de Québec

L'agglomération de Québec est constituée de la ville de Québec et des villes de Saint-Augustin-de-Desmaures et de L'Ancienne-Lorette. La firme Tecslult inc. a été mandatée en 2008 pour réaliser un inventaire des GES pour une période comprise entre l'année 1990 et 2006. Pour cet inventaire chaque mode de transports correspond à une catégorie (voir figure 3.3.). Les déplacements en voiture, en camion léger et en motocyclettes occupent 75 % des 1595 kt éq. CO₂ des émissions produites par le transport routier (Tecslult inc., 2008). Les autobus ont produit 17 kt éq. CO₂ comparativement à 11 kt éq. CO₂ pour les autobus scolaires lors de l'année 2006 (*ib.*). Pour les besoins de cet essai, les émissions provenant des camions lourds ne sont pas considérées ce qui fait en sorte que les émissions totales pour le transport des passagers est de 1227 kt éq. CO₂.

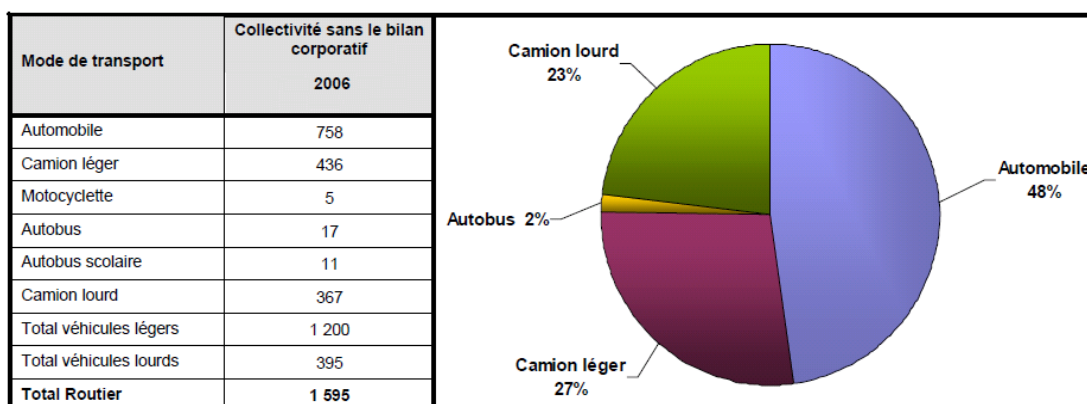


Figure 3.3. Bilan des émissions de GES du transport sur le territoire de l'agglomération de Québec en 2006

modifié de Tecslult inc., 2008, p. 51 et 52

Les méthodes utilisées dans le cadre de l'inventaire de la ville de Québec sont la vente de carburant, la modélisation des émissions grâce au réseau modélisé multimodal du Québec et la méthode du prorata pour le parc de véhicules.

Premièrement, la méthode basée sur la vente de carburant a été utilisée pour cet inventaire. Les données concernant la vente de carburant ont été compilées par la firme Kent Marketing qui est une firme de recherche et de consultants au service de l'industrie pétrolière (The Kent Group, 2012a). Grâce à ces informations, il a été possible de connaître la quantité de carburant consommée sur le territoire de l'agglomération. Par la suite, la firme Tecslult inc. a utilisé le taux moyen d'émissions de CH₄ et de N₂O en fonction du type de véhicules, du type de carburant, et de l'âge des véhicules (Tecslult inc., 2008). Ces informations ont pu être obtenues par l'intermédiaire du rapport d'inventaire national de GES d'Environnement Canada de 2007, ainsi que des rapports pour les années comprises dans l'inventaire produit par la Société de l'assurance automobile du Québec (*ib.*). Dans le rapport de la SAAQ, plusieurs informations ont été collectées afin de dresser un portrait du parc de véhicules sur les routes. La firme a d'abord calculé le taux d'émission de CO₂ pour chaque type de carburant en multipliant le potentiel de réchauffement climatique de chacun des GES (*ib.*). Ensuite, elle a réparti les émissions provenant des différents types de carburants pour chaque type de véhicule en fonction de la distribution observée au Québec dans le rapport d'inventaire national de GES de 2007 (*ib.*).

Deuxièmement, la méthode basée sur le réseau modélisé multimodal du Québec (RMMQ v3) et le MOTRAQ01 ont été utilisés. Cette méthode est basée sur un modèle de flux routier à l'échelle provinciale (*ib.*). Afin de parvenir à ce modèle, il a été nécessaire de réaliser une enquête origine-destination pour connaître les habitudes de déplacement de la population. Ces enquêtes sont complexes à réaliser puisqu'elles impliquent d'entrer en contact avec les usagers du réseau de transports afin de connaître leurs habitudes de déplacements tels que la distance parcourue en une journée, la fréquence d'utilisation de divers modes de transports, le nombre de véhicules possédés, le temps imparti aux déplacements, etc.. Ainsi, suite à cette enquête, le ministère des Transports a pu réaliser une modélisation de l'achalandage du réseau routier pour une période de vingt-quatre heures par l'intermédiaire de son modèle nommé réseau modélisé multimodal du Québec (*ib.*). Ce logiciel comprend une géobase de données qui inventorie l'ensemble des routes du Québec, une base de données comprenant les vitesses autorisées par la loi sur chacune de ces routes ainsi qu'une

autre base de données qui comprendra l'achalandage de chacune de ces voies (Babin A., 2006).

Suite à cette modélisation, il est possible d'obtenir la distance parcourue et, grâce à l'enquête origine-destination (OD), le nombre de véhicules en circulation pour une région (*ib.*). Ainsi, en combinant cette information et les taux d'émissions canadiens par type de véhicules et la flotte québécoise de véhicules, il est possible d'obtenir un taux d'émission moyen pour chaque véhicule.

Cependant, il s'avère que le nombre de véhicules et kilomètres parcourus pour les véhicules lourds soient sous-estimés avec le modèle RMMQv3 puisque les données nécessaires à cette comptabilisation datent de 1999 pour ces véhicules (Tecsult inc., 2008). De plus, les méthodes de comptage utilisées pour comptabiliser les émissions des véhicules lourds sont moins précises puisqu'elles négligent les données portant sur les déplacements intra-urbains comparativement aux véhicules légers dont sont connues les origines-destination entre centres urbains et le navettage occasionné par le travail. Les informations collectées par Statistique Canada sont utilisées puisqu'elles sont plus représentatives de la réalité (*ib.*).

Pour ajuster la situation, le modèle MOTRAQ01 a été utilisé. Il s'agit d'un modèle qui fonctionne de façon similaire au logiciel RMMQv3 et qui simule de manière précise les déplacements sur un territoire donné durant une période de la journée. Ainsi, on utilise le modèle RMMQv3 pour calculer une journée tandis que pour calculer une heure de pointe on utilise le MOTRAQ01 (*ib.*).

Troisièmement, la méthode du prorata a été utilisée pour cet inventaire. Dans le cas de la méthode du prorata du parc de véhicules, la méthode de calcul est similaire à celle utilisée pour l'inventaire de la CMM. Les indicateurs utilisés sont le nombre de véhicules immatriculés dans l'agglomération de Québec par rapport au reste de la province et les émissions à l'échelle provinciale. Ainsi, un rapport de proportionnalité basé sur la part de véhicule et d'émission est réalisé. Ces données proviennent du rapport d'inventaire national de GES de 2007 et du Bilan annuel de la SAAQ (*ib.*).

3.1.4. La méthodologie utilisée pour l'inventaire de la ville de Laval

La ville de Laval a mandaté la firme YHC Environnement pour produire son inventaire de GES. Cet inventaire inclut les émissions comprises entre 1990 et 2007 et a été réalisé en 2008 (YHC Environnement, 2008). L'inventaire de GES indique que 949 kt éq. CO₂ des 1354 kt éq. CO₂ produite sur l'île de Laval proviennent des automobiles et camions légers tandis que les camions lourds et autobus qui sont inclus dans la même classe ont émis 402, 4 kt éq.CO₂ (*ib.*) (voir tableau 3.1.). Dans le cadre de cet essai, il n'a pas été possible de dissocier les émissions provenant des véhicules lourds et des autobus dus à la manière de traiter les données qui a été préconisée par la firme qui a fait cet inventaire. Dans la classification des émissions, les automobiles, les camions légers et les motocyclettes ont leurs classes respectives tandis que les véhicules lourds et autobus sont compris dans la même classe.

Tableau 3.1. Bilan des émissions provenant du transport routier de Laval

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Éq. CO₂ (kt)	1 001	961	982	1 010	1 072	1 053	1 077	1 103	1 108	1 123	1 126	1 174	1 218	1 250	1 302	1 310	1 333	1 354
Automobiles	635	611	618	624	639	626	621	610	599	599	589	628	642	638	631	621	628	624
Camions Légers	151	153	166	179	196	205	219	230	248	252	253	270	281	288	297	304	319	325
Véhicules lourds et autobus	214	197	197	205	235	221	235	262	260	271	283	273	293	322	371	382	382	402
Motocyclettes	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3

tiré de YHC Environnement, 2008, p.36

La méthode du prorata a été utilisée dans le cadre de l'inventaire de la ville de Laval. YHC Environnement s'est basée sur les émissions du secteur des transports de la province indiquées par l'Office d'efficacité énergétique (OEE) qui ont été transposées à l'échelle de la Ville par le biais du nombre d'immatriculations obtenues par le rapport annuel de la SAAQ (*ib.*). Toutefois, aux fins de cet inventaire des ajustements ont dû être réalisés pour réduire à quatre le nombre de classes. C'est de cette façon que la firme a procédé pour connaître les émissions de chaque mode de transport.

3.1.5. La méthodologie utilisée pour l'inventaire de la ville de Sherbrooke

La Ville de Sherbrooke a mandaté la firme Enviro-Accès qui a produit un inventaire pour l'année 2009. Au total, la ville de Sherbrooke a émis 540 064 t éq. CO₂. Le bilan des

émissions provenant du transport est de 497 972 tonnes éq. CO₂ réparties entre les automobiles, camions légers, motocyclettes, autobus, autobus scolaires, camions lourds et véhicules hors-route (Enviro-Accès, 2009) (voir tableau 3.2.). Comme pour les autres inventaires présentés précédemment, les automobiles et les camions légers sont les secteurs produisant le plus d'émissions et se chiffrent à 226 988 tonnes éq. CO₂ pour les automobiles et 124 563 tonnes éq. CO₂ pour les camions légers (*ib.*).

Tableau 3.2. Nombre de véhicules immatriculés et émissions de GES par type de véhicule à Sherbrooke

Type	Nombre de véhicules immatriculés	CO ₂ éq (tonne)
Automobile	66 047	226 988
Camion léger	22 611	124 563
Motocyclette	4 225	1 799
Autobus	151	8 266
Autobus scolaire	75	1 157
Camion lourd	1 947	94 150
Véhicule hors-route	7 104	41 049

tiré de Enviro-Accès, 2009, p.35

La méthode du prorata est utilisée pour le calcul des émissions des véhicules. Cette méthode a dû être utilisée puisque la ville de Sherbrooke ne disposait pas d'enquête de la circulation sur son territoire ni d'indicateur des ventes de carburants sur son territoire (*ib.*) Enviro-Accès a estimé les émissions dues au transport situé à Sherbrooke par rapport à l'ensemble des émissions de la province présentées dans le rapport d'inventaire national en fonction du nombre de véhicules immatriculés sur son territoire provenant du Bilan annuel de la SAAQ (*ib.*). Toutefois, un ajustement a dû être porté au niveau de la distinction des autobus, des autobus scolaires et des camions lourds.

3.2. Méthodes utilisées ailleurs au Canada

Bien que le sujet de l'essai porte uniquement sur les émissions de GES à l'intérieur du Québec, il peut s'avérer pertinent d'étudier des inventaires provenant d'autres municipalités à l'extérieur de la province pour savoir quelles sont les méthodes utilisées ailleurs. Ainsi, les inventaires des municipalités de Vancouver, Kelowna et Toronto ont été choisis puisque leurs inventaires indiquaient la méthodologie utilisée. Plusieurs autres villes ont réalisé des

inventaires, mais étant donné le peu d'accessibilité des inventaires au public et aux délais impartis à la réalisation de cet essai ceux-ci n'ont pas été sélectionnés. De plus, certaines municipalités ont rendu public seulement les résultats obtenus en excluant la démarche parcourue pour réaliser ces calculs, ce qui s'avère peu pertinent pour l'essai.

3.2.1. La méthodologie utilisée pour l'inventaire de la ville Vancouver

L'inventaire a été réalisé en 2009 et comprend les émissions produites entre 1990 et 2008. Ce rapport d'inventaire a été produit grâce au programme *Partners for Climate Protection* de la Federation of Canadian Municipalities (FCM) en suivant les normes du International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol (City of Vancouver, 2009). Les autorités locales ont décidé de produire un inventaire répartissant les émissions provenant de la communauté et des émissions provenant des activités de la municipalité (voir tableau 3.3.) Ainsi, la classification des émissions provenant de la collectivité est divisée entre les bâtiments, les véhicules et les déchets solides (*ib.*). Les véhicules ont été classés selon leur poids, soit inférieur à 5000 kilos (Light Duty Vehicles) ou supérieur (Heavy Duty Vehicles). Ils ont produit en 2008, 1 005 000 de tonnes équivalentes en CO₂. Des prévisions pour 2012 établissent que ces émissions augmenteraient de 5000 tonnes.

Tableau 3.3. Bilan des émissions provenant de la collectivité de Vancouver

Community GHG Emissions (in tonnes of CO ₂ e)			
	1990	2008	2012 (forecast)
Buildings - Natural Gas	1,410,000	1,370,000	1,265,000
Buildings - Electricity	100,000	145,000	145,000
Light Duty Vehicles	760,000	880,000	880,000
Heavy Duty Vehicles	85,000	125,000	130,000
Solid Waste	380,000	220,000	115,000
TOTAL	2,735,000	2,740,000	2,535,000

tiré de City of Vancouver, 2009, p.2

La méthode estimative de mesure des émissions basée sur la vente de carburant a été utilisée pour calculer les émissions provenant des véhicules légers (Light Duty Vehicles). Les données ont été compilées grâce à une taxe de vente perçue sur le territoire de la ville de Vancouver (*ib.*). Une multiplication a ensuite été effectuée en utilisant un facteur de correction et un facteur d'émission pour quantifier inclusivement les émissions produites dans

le territoire de la ville (*ib.*). L'utilisation d'un facteur de correction a été nécessaire puisque cet inventaire tient compte du fait que les véhicules qui émettent des émissions à Vancouver peuvent sortir et entrer dans cette zone (*ib.*). De plus, le carburant consommé dans la ville peut provenir de stations-service situées à l'extérieur de la ville (*ib.*). Ainsi, ce facteur de correction est basé sur les ventes de carburant situé dans la région par rapport à ceux de la ville elle-même. Tout comme pour les inventaires du Québec, les facteurs d'émissions utilisés proviennent du rapport d'inventaire annuel du Canada (*ib.*).

Pour les véhicules dont le poids est supérieur à 5000 kg (Heavy Duty Vehicles), la méthodologie utilisée est basée sur une modélisation provenant du Lower Fraser Valley Air Emissions Inventory & Forecast and Backcast-Full Report de 2005, à laquelle ont été ajoutés le nombre de véhicules ainsi que les kilomètres parcourus (*ib.*).

3.2.2. La méthodologie utilisée pour l'inventaire de la ville de Kelowna

La Ville de Kelowna en Colombie-Britannique a produit un inventaire de GES en 2009 pour la période comprise entre 2002 et 2007 (City of Kelowna, 2009). Son inventaire est un Community Energy and Emissions Inventory (CEEI), un outil utilisé par plusieurs villes de la Colombie-Britannique pour dresser leur bilan d'émission de GES (Ministry of Environment British Columbia, s.d.). Son inventaire à l'instar de celui de Vancouver utilise une classification plus diversifiée par rapport aux modes de transports pouvant être utilisés sur le territoire de la ville de Kelowna. Le transport routier produit à lui seul 200 000 t éq. CO₂. Les petits et gros véhicules pour passagers, les petits camions, les minifourgonnettes et les VUS produisent 73 % des émissions du transport routier (City of Kelowna, 2009) (voir figure 3.4.).

Dans leur inventaire, les données ont été calculées à l'aide du nombre de véhicules immatriculés multiplié par la distance moyenne parcourue provenant de Statistiques Canada et par les facteurs d'émissions provenant du rapport d'inventaire annuel (*ib.*). Par ailleurs, la provenance des données sur le nombre de véhicules sur le territoire de Kelowna n'est pas mentionnée.

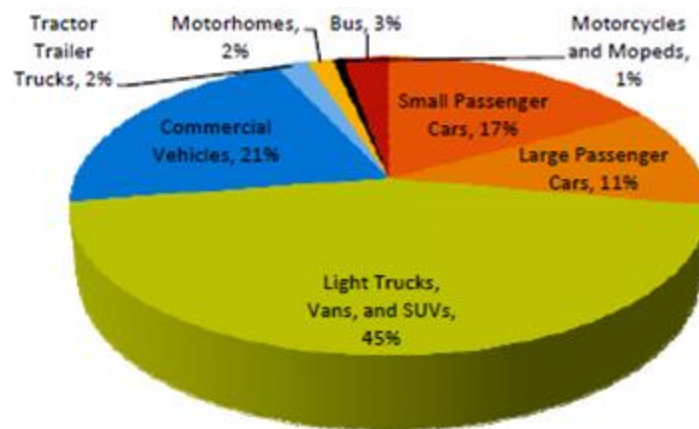


Figure 3.4. Bilan des émissions provenant des transports routiers de Kelowna

tiré de City of Kelowna, 2009, p.13

3.2.3. La méthodologie utilisée pour l'inventaire de la ville de Toronto

L'inventaire de GES de la ville de Toronto est le fruit d'une contribution entre le Toronto Atmospheric Fund, le Toronto Environment Office et ICF International (ICF International *et al.*, 2007). L'inventaire qui couvre les émissions de l'année 2004 a été réalisé en 2007 et comporte un inventaire des émissions corporatives et collectives (*ib.*). Toronto a utilisé une classification des véhicules élaborée puisque quatorze classes de véhicule sont présentées (voir annexe 7). Au niveau des émissions totales, le transport routier produit 8 558 966 t éq. CO₂ (voir tableau 3.4.). Comme pour la Communauté métropolitaine de Montréal, l'agglomération de Québec, la ville de Laval et celle de Sherbrooke, les véhicules de passagers légers sont les plus grands contributeurs de GES.

La ville de Toronto a utilisé la méthode des kilomètres parcourus par véhicule. Elle possédait cette information grâce à sa division du service des transports qui a compilé ces données pour la période de 1987 à 2004 et des données sur le trafic routier provenant du ministère des Transports de l'Ontario qui disposait des données concernant le trafic routier (*ib.*). Ensuite, ces données ont été associées aux facteurs d'émission attribuable aux différentes classes de véhicules fournie par Environnement Canada (*ib.*). Ainsi, pour chaque véhicule il a été possible de calculer les émissions des différents gaz.

Tableau 3.4. Bilan des émissions des véhicules routiers à Toronto

Vehicle Type and Fuel	CAC Emissions (kilo-tonnes)						GHG
	NOx	VOC	TPM (total)	TPM (exhaust)	CO	SO ₂	eCO ₂ (tonnes)
Passenger Cars - Gas	6,417	6,028	205	40	106,014	94	2,838,506
Light Trucks - Gas	4,962	4,765	142	31	91,905	80	3,515,750
Motorcycles - Gas	108	328	3	2	1,305	0	20,090
Diesel Truck Classes							
Class 1 and 2	136	59	23	20	126	14	92,573
Class 2B	3,854	189	132	113	894	148	682,681
Class 3	397	20	12	10	88	14	77,479
Class 4	470	24	13	11	112	16	95,709
Class 5	446	22	10	8	106	16	102,978
Class 6	620	32	18	16	113	18	116,218
Class 7	832	42	21	19	153	21	127,114
Class 8a	1,329	37	27	23	202	24	142,724
Class 8b	5,530	160	106	91	884	102	570,897
Diesel Transit Bus	1,219	40	50	49	311	30	171,948
Diesel School Bus	199	10	5	5	32	5	4,299
Total Emissions in Tonnes	26,519	11,755	767	437	202,243	584	8,558,966

tiré de ICF International *et al.*, 2007, p.14

3.3. Méthode utilisée aux États-Unis

Pour terminer le portrait des méthodes d'inventaire des GES liées au transport, des inventaires situés à l'extérieur du pays ont été analysés. En fait, cet exercice visait à savoir si d'autres méthodes de quantification des émissions de GES étaient utilisées ailleurs. Cependant, puisque l'objectif de ce travail ne visait pas l'analyse élaborée des inventaires à l'étranger peu d'inventaires sont présentés. Ainsi, les inventaires de GES de New York et de Chicago sont traités.

3.3.1. La méthodologie utilisée pour l'inventaire de la ville de New York

La ville de New York a réalisé un inventaire de GES pour l'année 2005 en 2007. En 2005, la ville a émis 58,3 Mt éq.CO₂ (New York City Mayor's Office of Long-Term Planning and Sustainability, 2007). Comme les inventaires mentionnés précédemment, les émissions provenant de sources corporatives et collectives ont été séparées. Les transports routiers ont

émis 13,6 mt éq. CO₂ ce qui représente 23 % des émissions totales de la ville de New York (*ib.*) (voir figure 3.5.). À eux seuls, les transports routiers ont produit 78 % de ces 13,6 mt éq. CO₂ (*ib.*). Cette proportion n'est pas étonnante puisque 55 % des déplacements sont réalisés en transports routiers (*ib.*). Également, il est possible de remarquer que 11 % des émissions proviennent des transports en commun. Cependant, la quantification des émissions de GES réalisée inclut dans ce total les émissions provenant des camions lourds qui ne sont pas abordés dans le cadre de cet essai.

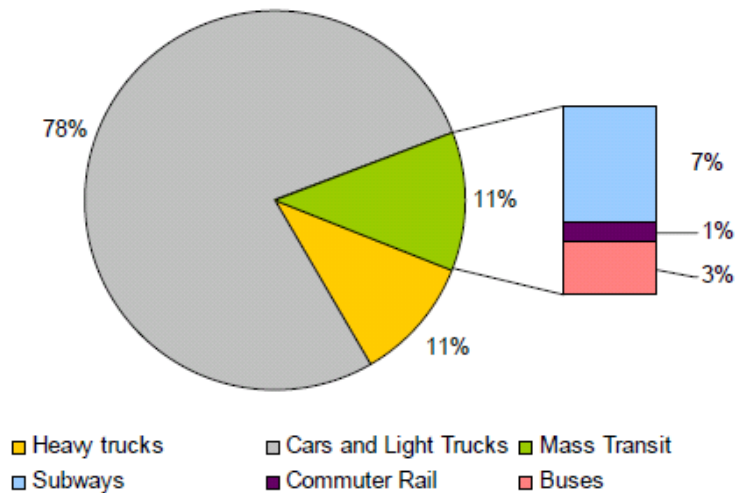


Figure 3.5. Bilan des émissions provenant des transports à New York

tiré de New York City Mayor's Office of Long-Term Planning and Sustainability, 2007, p.26

Pour calculer les émissions des véhicules, la méthode basée sur les kilomètres parcourus en fonction du nombre de véhicules a été utilisée. Cette estimation a été réalisée par le New York City Department of Transportation en utilisant la moyenne de kilomètre parcourue par jour en une année (*ib.*). Ce calcul est automatisé dans un programme nommé *Clean Air and Climate Protection (CACP)* qui a été mis en place par le National Association of Clean Air Agencies, ICLEI, et Torrie Smith Associates Inc. (*ib.*). New York a utilisé quatre classes de véhicules soit les automobiles et motocyclettes, les camions légers, les camions lourds et les autobus multipliées par la moyenne d'énergie consommée par classe (*ib.*). Pour cette donnée, l'information était disponible auprès du U.S. Energy Information Administration's Transportation Energy Databook (*ib.*). Finalement, un coefficient d'émission de GES pour chaque carburant a aussi été multiplié dans le calcul (*ib.*).

3.3.2. La méthodologie utilisée pour l'inventaire de la ville de Chicago

En 2010, la Ville de Chicago et sa région métropolitaine ont rendu public leur inventaire des émissions de GES pour la période comprise entre les années 2000 et 2005 (Center for Neighborhood Technology (CNT), 2010). Les émissions produites par le transport sur route se chiffrent à 6,5 millions de tonnes éq. CO₂ (*ib.*) (voir tableau 3.5.). Cet inventaire a utilisé un système de classification général qui donne peu d'information sur le type de véhicule utilisé. En effet, la classification choisie comprend uniquement les véhicules sur routes et les véhicules hors route.

Tableau 3.5. Bilan des émissions provenant des transports à Chicago

Emissions Source	Primary Activity Data Sources for Chicago Inventory	2000 Chicago GHG Emissions MMTCO ₂ e	2005 Chicago GHG Emissions MMTCO ₂ e	Percent of 2005 Total Chicago Emissions
Transportation: On-Road	Vehicle travel statistics for city from state department of transportation	6.6	6.5	18%
Transportation: Off-Road	National transit database commuter rail fuel use, Amtrak passenger rail energy use, regional air quality monitoring agency cargo rail fuel use, utility electric use data for transit system	0.7	0.7	2%

tiré de CNT, 2010, p.6

Le CNT a utilisé la méthode basée sur la distance parcourue par les véhicules sur le territoire de la ville en incluant sa région métropolitaine. Ces informations proviennent du département des Transports de l'état et ont ensuite été associées à la distance parcourue par les autobus (*ib.*). Puisque le CNT connaissait la distance parcourue par le véhicule (VKP), il n'a eu qu'à multiplier la consommation des véhicules qui provenait du Federal Highway Administration (*ib.*). Finalement, les facteurs d'émissions proviennent du U.S. Environmental Protection Agency (EPA) Inventory of U.S.Greenhouse Gas Emissions and Sinks et du U.S. EPA State Inventory Tool (*ib.*).

En résumé, les inventaires présentés dans cette section utilisent quatre méthodes de quantification des émissions de GES. D'abord, la méthode de la distance parcourue par rapport au nombre de véhicules où un taux d'émission par véhicule est associé. Ensuite, la

méthode de ventes des carburants sur un territoire nécessite un suivi quotidien qui sera conservé sur une période de temps donné. De plus, la méthode du prorata peut être utilisée pour connaître le nombre de véhicules ou la distance parcourue proportionnelle à une région par rapport à l'ensemble de la province. Finalement, la méthode par modélisation qui nécessite l'acquisition de donnée par des enquêtes sur les habitudes de déplacements des usagers qui seront ensuite modélisées par des logiciels.

4. ANALYSE DES MÉTHODES DE QUANTIFICATION

Suite à l'analyse de divers inventaires municipaux, quatre méthodes de quantification ont été répertoriées dans le chapitre précédent. Il s'agit de la méthode du prorata, la méthode par la vente de carburant, la méthode de modélisation et la méthode estimative du nombre de kilomètres parcourus par le nombre de véhicules (VKP).

Ce chapitre consiste en une analyse de ces méthodes visant à déceler les avantages et les inconvénients qu'offrent ces méthodes. Il débute par une analyse critique des facteurs d'émissions et des coefficients de réchauffement utilisés dans les différentes méthodes. Ensuite, l'analyse critique porte sur les méthodes. Elles sont toutes des méthodes estimatives. Cela fait en sorte que les résultats ne sont pas nécessairement les mêmes que ceux qui seraient obtenus dans la réalité par une analyse des émissions directes de chacun des véhicules sur le territoire couvert. Dans le cadre des inventaires plusieurs de ces méthodes peuvent être combinées afin d'obtenir des résultats plus précis. De plus, à l'aide de mesures de réduction des GES, il sera démontré que les méthodes de calculs utilisées sont parfois difficilement applicables afin d'observer des réductions de GES localement.

Pour cette section certains intervenants ont été contactés comme monsieur Mathieu Muir, conseiller technique GES chez Enviro-Accès, une firme qui réalise des inventaires de GES pour différentes organisations (Enviro-Accès, 2012a). Monsieur Muir a réalisé plusieurs inventaires de GES pour le compte de municipalités dans le cadre de ses fonctions. Également, Monsieur François Roberge travaillant aussi chez Enviro-Accès en tant que directeur au soutien à l'innovation (Enviro-Accès, 2012b), a pu fournir des informations venant appuyer les propos soutenus dans ce chapitre.

4.1. Paramètres communs aux différentes méthodes

Le calcul des émissions de GES comporte l'utilisation de paramètres communs, peu importe la méthode utilisée. Des facteurs d'émissions et des coefficients de réchauffement doivent être utilisés pour calculer les émissions puisque la quantité de carburant consommé, la distance parcourue ou la puissance d'un moteur ne nous permet pas de connaître directement la quantité de CO₂ équivalent produite.

Les facteurs d'émissions ou coefficients d'émissions sont des « *facteurs rapportant les données d'activité aux émissions ou suppressions de GES* » (CCN, s.d., p.2). Ces facteurs sont produits par divers organismes crédibles qui mettent ces facteurs à la disposition des organisations qui réalisent un inventaire de GES (voir tableau 4.1.). Bien que ces facteurs soient basés sur une moyenne de carburant consommé, ceux-ci ont été obtenus dans des conditions optimales à un moment fixe dans le temps ce qui fait en sorte que, dans la réalité, plusieurs paramètres externes peuvent influencer le résultat (Muir, 2012a).

Par ailleurs, le potentiel de réchauffement global est « *un facteur décrivant l'impact du forçage radiatif d'une unité massique d'un gaz à effet de serre donné par rapport à une unité équivalente de dioxyde de carbone pour une période donnée* ». (Roberge, 2012). Ces potentiels ont été instaurés par le GIEC et tout comme les coefficients d'émission, ils sont utilisés pour la quantification des émissions. Néanmoins, ces facteurs ne sont pas statiques et varient selon diverses conditions (*ib.*). De plus, par convention, les potentiels datant de 1996 sont toujours en vigueur, et ce, malgré le fait que de nouveaux potentiels de réchauffement aient été calculés (*ib.*). Également, d'une organisation à l'autre, les facteurs utilisés sont différents, ce qui crée une certaine confusion lorsque l'on compare les bilans d'émissions (voir tableau 4.2.).

Tableau 4.1. Répartition des GES selon les facteurs d'émissions utilisés en fonction du type de carburant

Gaz	Facteurs d'émissions				
	GIEC			Environnement Canada (g/L)	AEE (g/L)
	Valeur par défaut (kg/TJ)	Limite inférieure	Limite supérieure		
Dioxyde de carbone (CO ₂)					
Essence	69 300	67 500	73 000	2289	2289
Diesel	74 100	72 600	74 800	2663	2663
Méthane (CH ₄)					
Essence	n.d.	n.d.	n.d.	Varie de 0,14 à 2,3	0,52
Diesel	n.d.	n.d.	n.d.	Varie de 9×10^{-3} à 0,64	0,133
Oxyde nitreux (N ₂ O)					
Essence	n.d.	n.d.	n.d.	Varie de 0,022 à 0,66	0,200
Diesel	n.d.	n.d.	n.d.	Varie de 6×10^{-5} à 0,22	0,400

compilation d'après le GIEC, 2006, d'Environnement Canada, 2011d et AEE, s.d.

Tableau 4.2. Répartition des différents GES selon leur potentiel de réchauffement

Gaz	Potentiel de réchauffement	
	Deuxième rapport d'évaluation du GIEC (1996)	Quatrième rapport d'évaluation du GIEC (2007)
Dioxyde de carbone (CO ₂)	1	1
Méthane (CH ₄)	21	25
Oxyde nitreux (N ₂ O)	310	298

tiré d'Environnement Canada, 2011e

Ainsi, le fait d'utiliser des paramètres communs pour chacun des inventaires permet de comparer plus facilement les différents inventaires entre eux. Toutefois, ces facteurs ont été attribués il y a quelques années et nécessiteraient une mise à jour pour les rendre plus représentatifs de la situation actuelle (Muir, 2012a).

4.2. Analyse des méthodes de quantification

L'analyse est basée sur l'utilisation des méthodes de quantification par rapport à différentes mesures de réduction pouvant être mises en place. Ces mesures sont regroupées à l'intérieur d'objectifs généraux soient :

- Sensibiliser la population à la réduction des GES
- Améliorer la performance environnementale du parc de véhicules
- Réduire la dépendance à l'automobile

Pour chacun d'entre eux, une courte présentation est incluse dans l'analyse.

Sensibiliser la population à la réduction des GES

La sensibilisation de la population regroupe les actions qui visent à produire une conscientisation face à la problématique des GES. Ces mesures sont davantage volontaires puisqu'elles n'obligent pas les usagers à adhérer à ces mesures. Des actions de sensibilisation peuvent prendre la forme de changement aux habitudes de conduites. Par exemple, le ministère des Ressources naturelles du Canada a mis en place, par l'intermédiaire de l'OEEÉ, des capsules vidéo destinées aux usagers du réseau routier leur

vantant les mérites de l'écoconduite (Ressources naturelles Canada, 2009) ou de participer à des campagnes de sensibilisation aux changements climatiques tels que les journées En ville sans ma voiture! (Agence métropolitaine de transport [AMT], 2011).

Améliorer la performance environnementale du parc de véhicules

Cette mesure vise à modifier les véhicules routiers afin que ceux-ci soient de moins grands émetteurs de GES. Pour améliorer les performances environnementales des véhicules, des modifications peuvent être apportées aux batteries, aux groupes moteurs propulseurs, aux composantes du moteur et à la conception du véhicule. De plus, ces modifications peuvent porter sur l'utilisation de carburants moins nocifs tels que le biodiesel, l'électricité, l'éthanol et le GNV. Ces améliorations peuvent être réalisées par la mise en place de réglementation qui force les constructeurs de véhicules ou les fabricants et distributeurs de carburant à créer des produits moins dommageables pour l'environnement. Elles peuvent aussi être stimulées par une forme d'aide financière qui rend accessible aux consommateurs les produits éco-énergétiques.

Réduire la dépendance à l'automobile

La dépendance à l'automobile est une situation qui concerne les métropoles, les banlieues et les villes éloignées des grands centres urbains. En fait, il est difficile de s'affranchir de l'automobile puisqu'elle est à la fois la cause et la conséquence de sa dépendance (voir figure 4.1.). La possession et l'utilisation de l'automobile ont créé des problèmes de circulation produisant la congestion du réseau routier. Afin d'améliorer la fluidité du réseau, de nouvelles voies de circulation ont été construites. En permettant cette facilité de déplacement, les usagers du réseau ont ainsi eu accès à de nouveaux territoires aptes à recevoir des développements immobiliers. Cependant, ces développements sont basés sur un aménagement dont l'élément structurant est le réseau routier, ce qui fait en sorte que le mode de transport convenant le mieux à ces aménagements est la voiture (Bennicelli *et al.*, 2009).

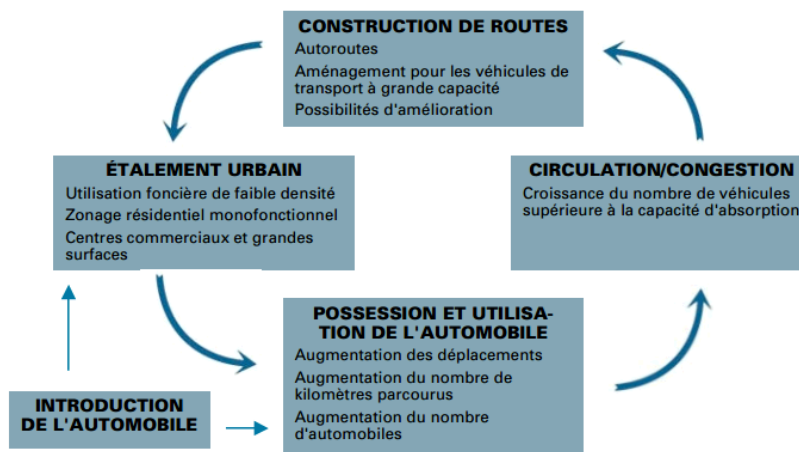


Figure 4.1. Schéma de la dépendance à l'automobile

tiré de Bennicelli *et al.*, 2009, p.8

Les mesures pouvant être mises en place pour réduire la dépendance à l'automobile se traduisent par l'aménagement des transports en commun et du territoire. Elles prennent la forme de voies réservées aménagées pour les autobus, de pistes cyclables, de zonage offrant une diversité d'activités rapprochées les unes des autres réduisant le temps de déplacements, de densité de population plus élevée sur un territoire, etc.

4.2.1. Méthode du prorata

Cette méthode est basée sur une estimation proportionnelle de véhicules immatriculés sur un territoire par rapport à l'ensemble des véhicules immatriculés dans la province. Elle est la méthode préconisée par le *programme Climat municipalité* (Muir, 2012a). Celle-ci a été utilisée dans le cadre de tous les inventaires québécois présentés dans la section précédente.

Cette méthode a pour avantage d'indiquer précisément le nombre de véhicules immatriculés sur un territoire évitant ainsi d'utiliser une moyenne. Cette information est crédible puisqu'elle provient de la SAAQ. Par ailleurs, le mode de compilation des données de la SAAQ utilise comme division territoriale les MRC (SAAQ, 2011). Pour la réalisation d'inventaire, pour le compte de municipalité, il s'agit d'une division territoriale qui outre passe les limites du territoire de la municipalité. C'est pourquoi ce calcul doit subir des modifications pour être exclusivement sur le territoire de la ville (Muir, 2012a). Néanmoins, pour le cas de l'inventaire

de la CMM, cette méthode s'avère pertinente puisque son territoire comprend plusieurs MRC. L'utilisation de cette méthode est aussi appropriée pour les inventaires de la ville de Laval et de Sherbrooke puisqu'il s'agit de villes dont le territoire est compris exclusivement dans une MRC (Ministère des Affaires municipales, Régions et Occupation du territoire [MAMROT], 2010).

Cependant, la méthode du prorata est peu adaptée pour le calcul des émissions provenant des autobus. Le calcul utilisé comprend le nombre d'autobus en service dans la MRC qui est ensuite répartie à travers les villes la composant. Toutefois, la répartition du nombre d'autobus sur le territoire ne tient pas compte de l'efficacité du service de transport en commun sur un territoire. Par exemple, pour un territoire comprenant une certaine quantité d'autobus, ce nombre est divisé entre le nombre de municipalités présentes dans la MRC (Muir, 2012a). Cette façon de calculer omet le fait que les résidents de certaines municipalités utilisent davantage le transport en commun puisque celui-ci est mieux adapté par rapport à d'autres régions (*ib.*). Ainsi, il est supposé que les déplacements en territoires urbains et ruraux sont équivalents alors que ce n'est pas nécessairement la réalité (*ib.*).

De plus, cette méthode ne permettrait pas d'observer si la densification et la multifonctionnalité du territoire ont eu un impact sur les émissions de GES. En effet, selon certaines études, un territoire ayant une densité plus élevée et un regroupement d'activités variées permettrait de réduire les émissions de GES (Bennicelli *et al.*, 2009). Le prorata permettrait seulement d'observer une diminution du nombre de véhicules, sans pour autant démontrer que la diminution obtenue est directement liée à une mesure mise en place (Roberge, 2012).

Par ailleurs, cette méthode ne permettrait pas de connaître la diminution des émissions provenant de programmes de sensibilisation. Puisque cette méthode ne peut révéler avec exactitude les motifs qui ont poussé les usagers à ne pas utiliser leur véhicule, ni les diminutions spécifiques des véhicules utilisés par les personnes touchées par le programme de sensibilisation (Muir, 2012a). Il serait donc nécessaire d'obtenir cette information par l'intermédiaire d'études telles que des sondages afin de savoir si la diminution de GES obtenue provient réellement de la tenue d'activités de sensibilisation (Roberge, 2012).

4.2.2. Méthode par la vente de carburant

La méthode basée sur la vente de carburant est une méthode qui permet de savoir avec précision la quantité de carburant consommée pour une flotte de véhicules. Ainsi, en sachant la quantité de litres consommés et les caractéristiques des véhicules, il est possible d'évaluer à combien s'élève la quantité totale d'émissions de GES.

Cette méthode est davantage appropriée pour le calcul des émissions provenant des véhicules sous l'autorité d'une organisation. En effet, une organisation peut avoir à sa disposition son propre système de distribution de carburant lui permettant de savoir la quantité exacte de carburant consommée (Fédération canadienne des municipalités [FCM] *et al.*,s.d). Par exemple, pour l'inventaire des émissions provenant des transports collectifs de la CMM cette méthode a été utilisée puisque l'AMT avait compilé la consommation de ses véhicules. Pour les véhicules n'étant pas sous le contrôle d'un organisme de transports, il est possible d'obtenir cette information par le biais de la quantité de carburant vendu sur un territoire. Des firmes comme Kent Marketing disposent de ce genre d'information (The Kent Group, 2012b).

Toutefois, cette méthode ne permettrait pas d'établir un lien de causalité entre l'augmentation de l'utilisation des transports en commun par rapport à l'augmentation de la consommation de carburant par les véhicules assurant le transport en commun. En fait, plusieurs autres facteurs peuvent influencer la quantité de carburant consommée par les véhicules de transport en commun, tels que l'agrandissement du réseau routier, les trajets des véhicules et l'âge des véhicules (Muir, 2012b).

De plus, en utilisant cette méthode il est difficile de savoir si le carburant acheté est consommé à même le territoire d'achat. Cela fait en sorte que les émissions produites par la combustion du carburant ne sont pas comptabilisées dans le même territoire (Muir, 2012a). Cette situation est plus fréquente le long des autoroutes où se trouvent des stations-service qui vendent du carburant pour tous les usagers du réseau routier (FCM *et al.*,s.d). Ainsi, en suivant cette logique, il serait difficile de quantifier les émissions provenant d'un quartier densément peuplé qui utilise majoritairement les transports alternatifs. Certes, il serait possible d'attribuer une quantité d'émission moyenne par individu, mais il s'agirait d'un calcul basé sur une moyenne ce qui ne représente pas nécessairement la réalité (*ib.*).

Certaines des organisations ayant réalisé un inventaire de GES ont tenté d'être plus précises dans le découpage de leur territoire afin d'obtenir davantage d'information sur la provenance des émissions. L'inventaire de la CMM vise également à calculer les émissions des cinq régions qui la composent (voir figure 4.2.) et associe des émissions par rapport à la population de ces régions. Toutefois, il n'existe pas de mécanisme qui permet de vérifier où sont produites les émissions. Cette incertitude est d'ailleurs mentionnée dans l'inventaire de la ville de Sherbrooke (Enviro-Accès, 2009).

La collecte d'information pour cette méthode doit utiliser un territoire géographique semblable pour effectuer le calcul ce qui n'est pas toujours possible. Pour le cas de certains inventaires étudiés tel que celui de la CMM, les données provenant de l'AMT et de Kent Marketing englobaient des régions différentes nécessitant l'application de correctif au niveau du découpage du territoire et pouvant biaiser les résultats obtenus (AECOM Tecslut inc., 2010).

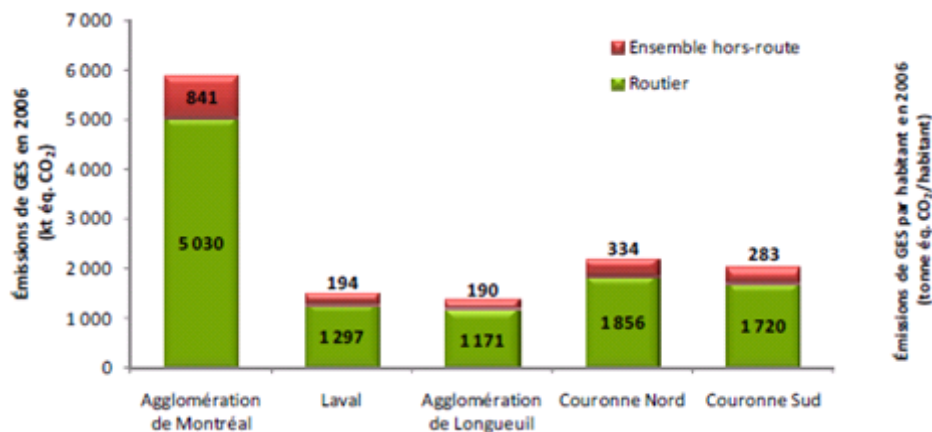


Figure 4.2. Répartitions des émissions de GES du transport pour les cinq secteurs de la CMM en 2006

tiré de AECOM Tecslut inc., 2010, p.7-6

Également, en ce qui a trait aux émissions de méthane et d'oxyde nitreux il est difficile d'obtenir l'information exacte puisque l'âge des véhicules affecte les émissions. En effet, selon l'âge des véhicules différents équipements ont été mis en place afin de diminuer les émissions (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 2006). Par exemple, certains types de catalyseurs émettent moins de GES lors de la combustion des carburants. Il est donc nécessaire d'obtenir des informations sur le parc automobile pour

utiliser cette méthode. Cette information est disponible auprès de la Société de l'assurance automobile du Québec.

De plus, suite à la mise en place de technologies moins émettrices, il serait possible à l'aide de cette méthode d'observer l'évolution de la situation (Muir, 2012b). Par exemple, cette méthode pourrait démontrer une plus grande proportion de carburant renouvelable consommée par les véhicules suite à l'entrée en vigueur du *Règlement sur les carburants renouvelables*. Par contre, en ce qui concerne uniquement les déplacements de passagers calculés par cette méthode, le calcul s'avère plus complexe puisque les données portant sur la vente de carburant ne font pas la distinction entre le carburant destiné aux déplacements de la population et aux déplacements non destinés à ceux-ci (*ib.*). Pour les données de la Société de l'assurance automobile du Québec, la classification des véhicules permet de faire la distinction entre les véhicules utilisés exclusivement pour le transport de passagers. La classification inclut les véhicules de promenades, les véhicules à utilisation institutionnelle, professionnelle ou commerciale, la circulation restreinte et la circulation hors réseau (SAAQ, 2011). Il n'existe pas de classification équivalente à celle-ci pour la vente de carburant qui est plutôt basé sur le type de carburant vendu soit de l'essence, du diesel, de l'éthanol, etc. ou par le type d'essence soit régulier, intermédiaire ou super (The Kent Group, 2012b).

Par ailleurs, tout comme pour la méthode du prorata il est difficile d'évaluer si des actions de sensibilisation ont mené à la réduction de la vente de carburant (Roberge, 2012). Cette situation se situe au niveau de la méthode en elle-même puisqu'elle n'a pas été prévue pour calculer les émissions de GES, mais pour calculer la quantité de carburant vendu dans un secteur. Malgré le fait que cette méthode peut être utilisée pour observer la quantité de carburant vendu durant un événement de sensibilisation comme les journées en ville sans ma voiture, il n'est pas possible d'établir un lien de causalité entre la consommation de carburant et la tenue de ces événements (Muir, 2012b).

De plus, les données provenant de la vente de carburant peuvent ne pas être représentatives des ventes réelles. En effet, la collecte de données peut omettre de calculer les ventes de certaines stations-service gérées par des indépendants (Muir, 2012a).

4.2.3. Méthode de modélisation

La méthode basée sur une modélisation est une manière de quantifier les émissions de GES du transport de passagers de façon précise. Malgré cela, un seul inventaire a utilisé cette méthode, soit celui de l'agglomération de Québec.

D'abord, cette méthode est basée sur des enquêtes origines-destinations (OD) qui permettent de connaître les habitudes de déplacements des usagers du réseau routier (Transports Québec, 2007c). Grâce à cette enquête, il a été possible pour l'agglomération de Québec de calculer les émissions de GES sur différents tronçons routiers à différents moments de la journée.

Toutefois, les enquêtes OD sont des sondages distribués à la population permettant de connaître les habitudes de déplacements pouvant contenir une multitude de facteurs qui biaisent les résultats. Deux erreurs peuvent être rencontrées dans les enquêtes OD soient les erreurs d'échantillonnages et les erreurs d'observations (Transports Québec, 2007d). L'enquête peut avoir été remplie par un nombre de participants non représentatif de la réalité. C'est-à-dire que dépendamment de la manière dont l'enquête est conçue, il se peut que certains groupes participent davantage au détriment d'autres groupes (*ib.*). Par exemple, une grande région comprenant des sous-régions plus peuplées dotées d'un système de transport collectif achalandé ne représente pas nécessairement les habitudes de déplacements de sous-régions utilisant davantage les véhicules personnels pour leurs déplacements. Afin de réduire les erreurs d'échantillonnage, il est préférable d'augmenter le nombre de participants à l'étude (*ib.*). Les erreurs d'observations provenant entre autres du traitement de l'information et de la formulation des questions peuvent être évitées par un contrôle de la qualité du travail à chacune des étapes de l'enquête (*ib.*). Ce genre d'erreur peut se produire lorsque le questionnaire n'offre pas de choix de réponses adéquat aux participants qui feront un choix se rapprochant le plus de leur situation ou si plusieurs modes de transports sont utilisés.

Par ailleurs, cette méthode permettrait d'observer les impacts produits suite à l'implantation d'une mesure. Transports Québec utilise la version canadienne adaptée du progiciel MOBILE créé par l'EPA qui permet de suivre l'évolution des polluants atmosphériques et des GES sur une année (Transports Québec, 2007e). Les informations nécessaires pour utiliser ce

projet sont les taux de base moyens de chacun des polluants qui sont jumelés aux informations du réseau routier provenant de la Société de l'assurance automobile du Québec et des enquêtes OD. Par contre, plusieurs facteurs peuvent modifier les taux de base moyens des polluants comme les conditions climatiques, les caractéristiques des véhicules pour la situation de référence et les taux de consommation moyens de carburant selon le type de véhicule (Transports Québec, 2007d). Pour les régions de Montréal, Québec et Sherbrooke, il est possible de cartographier les émissions et de modéliser l'impact qu'aurait un projet de réduction des GES (*ib.*) (voir figure 4.3.). Sur cette figure, les carrés verts représentent une diminution de CO₂ en kilogramme par kilomètre tandis que les carrés rouges signifient une augmentation. Néanmoins, il n'est pas possible de garantir que les prévisions des émissions seront conformes à la réalité lorsque le projet sera réalisé.

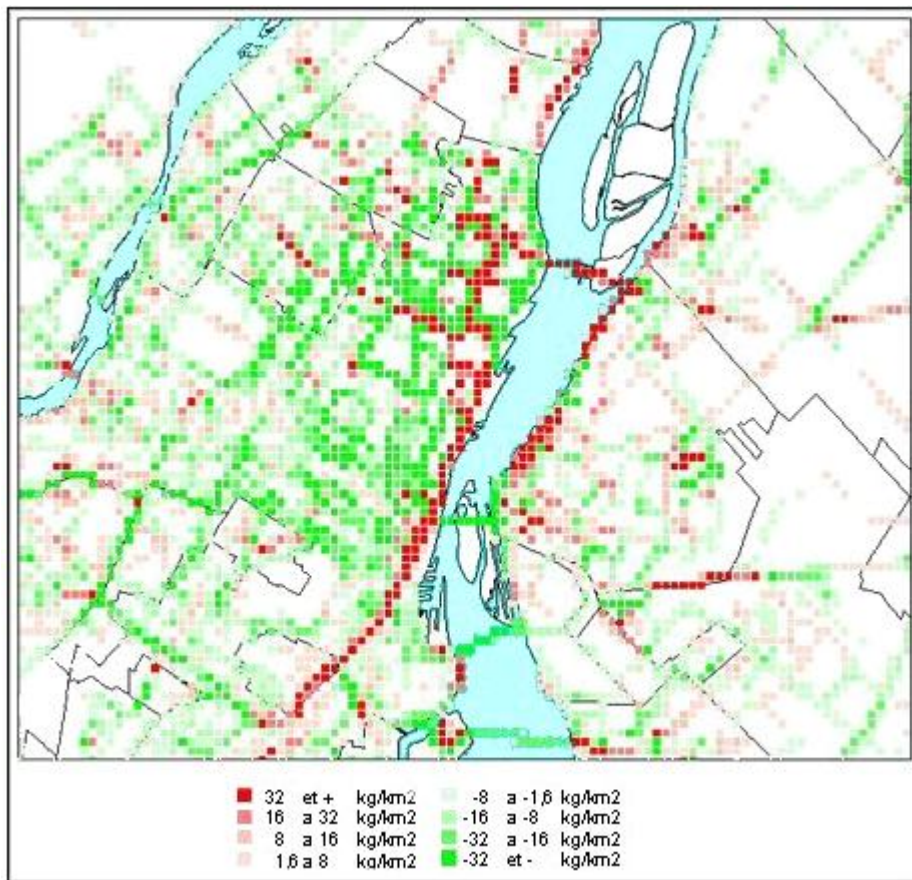


Figure 4.3. Modélisation des émissions de CO₂ liées à la modernisation du boulevard Notre-Dame

tiré de Transports Québec, 2007e

Par ailleurs, le but ultime de la démarche de quantification des GES est de réduire les émissions de GES et non pas d'avoir un inventaire dont la précision des données est parfaite. Dans le cas de l'agglomération de Québec, des ressources et des fonds ont dû être alloués pour la gestion des données. Cependant, ce qui est le plus coûteux dans la démarche de réduction des GES est la mise en place d'actions concrètes. Ainsi, ce sont des fonds et des ressources qui ne sont pas destinés à cet effet (Muir, 2012a). Ce ne sont pas toutes les municipalités qui ont les moyens de consacrer autant d'argent à leurs inventaires et à la lutte aux émissions de GES qui fait partie des nombreuses problématiques auxquelles doivent faire face les municipalités québécoises (*ib.*). De plus, pour les mêmes motifs présentés pour les autres méthodes, il est difficile d'évaluer l'impact qu'aurait une action de sensibilisation, et ce malgré l'utilisation des modélisations permises par un logiciel.

4.2.4. Méthode estimative du nombre de kilomètres parcourus par le nombre de véhicules (VKP)

Cette méthode n'est pas préconisée par le *programme Climat municipalités*, mais est une façon de calculer les émissions qui a été utilisée pour les inventaires de Vancouver, Kelowna, Toronto, New York et Chicago. L'inventaire de la CMM a aussi utilisé cette méthode pour calculer les émissions des transports en commun ne faisant pas partie de l'AMT, mais qui desservent certaines régions de la CMM (AECOM Tecult inc., 2010). Par ailleurs, elle est l'une des deux méthodes proposées par le GIEC (GIEC, 2006) pour calculer les émissions provenant de sources mobiles.

Cette méthode est complexe puisqu'elle comporte beaucoup d'acquisitions de données. En effet, il s'agit d'obtenir les types de véhicules, les types de carburants, le nombre de véhicules, le kilométrage annuel parcouru par véhicule et la consommation moyenne en litre par kilomètre (Muir, 2012a).

Cependant, celle-ci est basée sur un kilométrage moyen provenant de l'ensemble des déplacements effectués sur un territoire, ce qui ne correspond pas nécessairement à la réalité. En effet, les résultats obtenus grâce à cette méthode ne permettent pas de savoir si les kilomètres parcourus sont à l'intérieur du territoire de la municipalité qui réalise son inventaire ou à l'extérieur (FCM *et al.*, s.d.).

De plus, elle ne tient pas compte des conditions de circulation du réseau routier. En fait, si les émissions produites sont calculées par rapport à une distance, une multitude de paramètres peuvent influencer le résultat. La vitesse, la signalisation routière, la température, le style de conduite, la congestion du réseau routier ont une influence sur la consommation de carburant (Muir, 2012b).

Tout comme les méthodes du prorata et de la vente de carburant, celle-ci ne permet pas de calculer les réductions d'émissions causées par la mise en place de mesures visant à réduire la dépendance à l'automobile, à l'amélioration du parc de véhicules routiers ou à la sensibilisation. Certes, pour l'ensemble de ces actions, il serait possible d'observer une réduction du nombre de kilomètres parcourus, mais il ne serait pas possible de confirmer que ces réductions sont dues aux mesures mises en place (Roberge, 2012).

4.3. Propositions face à l'utilisation des méthodes de quantification

Suite à l'analyse des méthodes de quantification, des facteurs d'émissions et des coefficients de réchauffement, il ne semble pas possible de calculer exactement les émissions de GES provenant des véhicules de transports de passagers rejetées dans l'atmosphère.

Par ailleurs, il est possible de formuler certaines propositions sur l'utilisation de ces méthodes. Un tableau synthèse présentant les forces et faiblesses est inclus dans cette section du chapitre (voir tableau 4.3).

D'abord, il semble que l'utilisation de plusieurs méthodes pour une même application permet de confirmer les données obtenues. En effet, l'inventaire de la CMM fait état de quelques méthodes différentes pour calculer leurs émissions et ainsi observer les écarts.

De plus, la méthode qui semble être la plus efficace à évaluer les mesures mises en place est la méthode de modélisation. Toutefois, elle est la plus coûteuse et la plus élaborée.

Également, les méthodes du prorata et de la vente des carburants sont reconnues par le *programme Climat municipalités* et permettent d'avoir une information assez précise des émissions produites dans un territoire, mais ne permettent pas d'évaluer l'impact des mesures mises en place. Cependant, en ce qui concerne la méthode basée sur la vente de carburant, il est important de jumeler les informations provenant de la méthode basée sur les

véhicules-kilomètres parcourus (VKP) afin de réellement mesurer la diminution d'émissions. En fait, la diminution des ventes de carburants est plutôt associée à l'amélioration de la performance des véhicules réduisant la consommation de carburant. Toutefois, cette diminution est modifiée par l'augmentation des véhicules du parc automobile.

Finalement, la méthode des véhicules-kilomètres parcourus (VKP) s'avère être une méthode qui peut être utilisée, s'il s'agit de l'unique donnée disponible. Elle permet tout de même d'avoir une certaine précision, mais tout comme les méthodes du prorata et de la vente de carburant, elle ne permet pas d'évaluer la réduction des émissions produites par une mesure.

Par ailleurs, l'utilisation du programme Climat municipalité est un outil qui devrait être utilisé par l'ensemble des municipalités québécoises puisqu'il donne un cadre et une structure commune aux inventaires. De plus, il propose des méthodes de quantification fiables et reconnues. Mais avant tout, ce programme offre des fonds pour supporter les villes dans leur démarche de réduction de GES.

Tableau 4.3. Propositions face à l'utilisation des méthodes de quantification

Méthode	Points forts	Points faibles
Prorata	Fiabilité des données concernant le parc de véhicules.	Peu adaptée aux calculs des émissions de véhicules de transport en commun.
		Impossibilité d'observer les impacts des mesures de réduction de la dépendance à l'automobile, de l'amélioration de la performance environnementale du parc de véhicules et de la sensibilisation.
		Découpage territorial des données différentes d'une organisation à l'autre.
Vente de carburant	Adaptée aux calculs des émissions de véhicules de transport en commun.	Aucune garantie que le territoire d'achat de carburant est le même que celui de consommation.

	Adaptée pour calculer les émissions suite à l'amélioration de la performance environnementale du parc de véhicules.	Impossibilité d'observer les impacts des mesures de réduction de la dépendance à l'automobile et de la sensibilisation.
	Fiabilité des données concernant les ventes de carburants.	Difficile d'avoir les émissions pour le CH ₄ et le N ₂ O puisqu'elle varie selon l'âge d'un véhicule à l'autre.
Modélisation	Méthode la plus précise des quatre.	Démarche lourde à réaliser puisqu'elle nécessite beaucoup de données.
	Adaptée pour calculer les émissions suite à une amélioration menant à la réduction de la dépendance à l'automobile	Accapare une part significative du budget alloué à la réduction des GES. Impossibilité d'observer les impacts des mesures de la sensibilisation. Risque élevé d'erreur lors de la collecte des données.
Nombre de kilomètres parcourus par le nombre de véhicules (VKP)	Fiabilité des données concernant les distances parcourus.	Démarche lourde à réaliser puisqu'elle nécessite beaucoup de données.
	Fiabilité des données concernant le parc de véhicules.	Impossibilité de mesurer la réduction de la dépendance à l'automobile, de l'amélioration de la performance environnementale du parc de véhicules et de la sensibilisation.

5. MESURES POUR DIMINUER LES ÉMISSIONS DE GES

Le cinquième chapitre de cet essai porte sur différents projets pouvant être mis en place et qui peuvent avoir un impact sur les émissions de GES produites par les transports routiers. Il est divisé en trois sections soit :

- Sensibiliser la population à la réduction des GES
- Améliorer la performance environnementale du parc de véhicules
- Réduire la dépendance à l'automobile

Pour la section portant sur la sensibilisation de la population, des ressources mises à la disposition des conducteurs sont présentées. Il s'agit de sites internet comportant des informations sur la conduite moins dommageable pour l'environnement à adopter au volant ou des sites vantant les bienfaits de l'utilisation du transport en commun. De plus, le programme « Coupez le moteur! » est présenté dans cette section qui vient en aide aux municipalités pour contrer la marche au ralenti. Une seconde section traite de l'amélioration de la performance environnementale du parc de véhicules, celle-ci aborde l'utilisation de technologie hybride et électrique pouvant faire fonctionner des véhicules. Également, il existe des systèmes de conversion de carburant des voitures comme le propane et le gaz naturel qui sont aussi présentés dans cette section. Elle traite aussi des autobus hybrides qui produisent moins d'émissions de GES. La dernière section porte sur les méthodes utilisées pour réduire la dépendance à l'automobile. Elle aborde comment l'aménagement urbain peut réduire les émissions de GES et quels sont les aménagements qui peuvent favoriser l'utilisation des transports en commun routiers.

Cette section de l'essai ne vise pas à quantifier les réductions qui seront produites suite à l'implantation des mesures proposées. Comme il a été démontré dans les chapitres précédents, les méthodes de quantification des GES utilisées pour calculer les émissions de GES provenant des transports comportent certaines lacunes. Il s'agit plutôt de présenter des mesures qui peuvent avoir un impact sur les émissions de GES ainsi que leurs avantages et leurs inconvénients.

5.1. Sensibiliser la population à la réduction des GES

En 2009, une étude réalisée à partir de l'enquête OD de 2003 de l'agglomération de Montréal révélait que durant la période de pointe du matin, un automobiliste se rendant au travail sur un trajet de 26,1 minutes allait passer en moyenne 22 % du temps de son trajet arrêté, ou ralenti dû à la congestion du réseau routier (ADEC inc., 2009). Les statistiques en heure de pointe de l'après-midi sont similaires. La congestion routière produit beaucoup de GES et nécessite des actions concrètes pour diminuer les émissions atmosphériques. La sensibilisation des conducteurs à adopter des comportements responsables envers l'environnement est difficile à faire et à évaluer.

La sensibilisation des conducteurs peut prendre la forme de campagne publicitaire vantant les bienfaits des transports en communs et actifs. Elles peuvent utiliser différents médias passant par internet jusqu'à la télévision. Les efforts de sensibilisation s'inscrivent dans le *Plan d'action sur les changements climatiques 2006-2012* et de la *Politique québécoise du transport collectif 2006 : pour offrir de meilleurs choix aux citoyens*.

La Société de transport de Montréal (STM) présente sur son site internet, plusieurs dossiers sur les bienfaits produits par l'utilisation du transport en commun. Ce site permet à l'utilisateur de comprendre quelles sont les actions qui se produisent lorsqu'il utilise le transport en commun (STM, s.d.a). Par l'entremise du portail Facebook de ce site, il est possible de constater que près de 13 000 personnes ont pris connaissance de ce site. Ceci indique que 13 000 personnes déclarées semblent avoir été sensibilisées en date du 17 avril 2012 et pourraient possiblement changer leurs habitudes de déplacement (*ib.*).

D'autres mesures destinées aux conducteurs de voitures visent à fournir de l'information afin que ceux-ci adoptent des modes de conduite favorisant des économies de carburant. Transports Québec a mis en ligne une série d'astuces permettant de diminuer les émissions de GES regroupées dans son onglet « *conduire en polluant moins* » sur son site internet (Transports Québec, 2007f). Par ailleurs, la ville de Laval a rendu disponible un guide des pratiques écoresponsables dans les transports qui proposent des astuces similaires à celles de Transport Québec en incluant le transport actif et le transport en commun (Ville de Laval, s.d.).

De plus, la sensibilisation peut être supportée par un programme de sensibilisation provincial. Le programme « *Coupez le moteur!* » est un programme qui offrait une aide financière et une expertise technique aux municipalités leur permettant de se doter d'un règlement interdisant la marche au ralenti des véhicules (Poluga, 2011). Cette aide financière permet aux municipalités de tenir des campagnes de sensibilisation et d'adapter la signalisation routière pour répondre à l'objectif du programme (*ib.*).

5.1.1. Avantages

La sensibilisation à adopter des habitudes de déplacement responsable et assurer un bon entretien de son véhicule sont des mesures qui visent directement les émissions à la source. Si les conducteurs suivent les conseils indiqués dans les nombreuses ressources mises à leurs dispositions, il sera possible d'observer une diminution des émissions de GES par la méthode de vente de carburant.

D'une part, il est important de se demander s'il est pertinent d'utiliser sa voiture pour effectuer un trajet sur de courtes distances. L'utilisation de la voiture est souvent le mode de déplacement le plus rapide pour vaquer aux occupations quotidiennes des conducteurs. Toutefois, ce ne sont pas tous les déplacements qui valent la peine d'être faits en voiture. De plus, il est nécessaire de faire fonctionner le moteur sur une distance de cinq kilomètres avant que celui-ci n'atteigne son plein rendement (Transports Québec, 2007f). Il est donc préférable de ne pas utiliser l'automobile pour des trajets inférieurs à cinq kilomètres.

D'autre part, circuler en voiture à grande vitesse ne favorise pas la réduction des émissions. En effet, circuler à une vitesse de 120 km/h augmenterait la consommation de carburant de 30 % par rapport à une vitesse de 90 km/h (*ib.*). Il est donc préférable de circuler à une vitesse se rapprochant de 90 km/h pour éviter de gaspiller le carburant.

Par ailleurs, la conduite agressive et sportive d'un véhicule peut augmenter sa consommation de carburant. Un style de conduite plus souple et moins brusque par rapport à des accélérations et des décélérations permet une économie de un à deux litres de carburant au 100 km (*ib.*).

La marche au ralenti d'un véhicule contribue aussi à l'émission de GES. Le démarrage d'une automobile consomme moins d'essence qu'une immobilisation de dix secondes d'un véhicule

qui tourne au ralenti (*ib.*). Il est donc préférable d'éteindre le moteur de sa voiture lorsque le temps d'immobilisation est supérieur à dix secondes. Quelques villes ont mis en place des règlements qui régissent la marche au ralenti tel que Montréal, Québec et Laval grâce au programme « *Coupez le moteur!* » (Poluga, 2011).

La pression des pneus peut avoir un effet modéré sur la consommation d'essence d'un véhicule. Des pneus étant sous-gonflés d'à peine 40 kPa, soit l'équivalent de 5,8 PSI, peuvent produire chacun une augmentation de la consommation de trois pour cent (Transports Québec, 2007f). Ainsi, si les quatre pneus sont sous-gonflés, la consommation d'essence peut augmenter de 12 %.

5.1.2. Désavantages

Il est difficile de mesurer les impacts réels des mesures de sensibilisation puisque les méthodes de quantifications des GES ne disposent pas d'indicateurs pouvant être utilisés pour observer les progrès réalisés suite à la mise en place d'un programme de sensibilisation. Il est nécessaire de réaliser un sondage pour savoir si le changement de comportement survenu est bel et bien dû à la sensibilisation réalisée (Roberge, 2012). Si le programme de sensibilisation a fonctionné, les résultats pourraient être observés au niveau des distances parcourues par les conducteurs, par la vente de carburant et par l'achalandage du réseau de transport en commun. Cependant, le lien de causalité entre la sensibilisation et les réductions est difficile à évaluer.

Le programme « *Coupez le moteur!* » n'a pas été renouvelé (MDDEP, s.d.). Ce programme comportait une enveloppe budgétaire de quatre millions de dollars qui a été distribuée aux municipalités (Poluga, 2011). L'aide financière de ce programme a cessé le 31 mars 2012 puisque le gouvernement n'a pas injecté de nouveaux fonds. Toutefois, l'expertise technique est toujours disponible pour aider les municipalités qui s'étaient inscrites au programme et qui désirent implanter une démarche de sensibilisation menant à l'entrée en vigueur d'un règlement contre la marche au ralenti (MDDEP, s.d.).

5.2. Améliorer la performance environnementale du parc de véhicules

Les efforts visant à améliorer la performance environnementale du parc de véhicules s'inscrivent dans le respect de la *Politique québécoise du transport collectif 2006 : pour offrir*

de meilleurs choix aux citoyens, dans la *Stratégie de développement de l'industrie québécoise de l'environnement et des technologies vertes – 2008*, de la *Stratégie énergétique du Québec 2006-2015 : L'énergie pour construire le Québec de demain* et du *Plan sur les changements climatiques aux fins de la Loi de mise en œuvre du Protocole de Kyoto*.

Afin d'améliorer le bilan de GES du Québec, le gouvernement a adopté un règlement visant à réduire les émissions de GES produites par les véhicules. Le *Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des véhicules automobiles* qui est entré en vigueur le 14 janvier 2010 permet d'intervenir directement sur les véhicules. La section qui suit propose des alternatives aux véhicules à essence conventionnelle ainsi que des modifications pouvant être appliquées sur les véhicules afin de les rendre moins polluants.

Depuis quelques années, de nombreux fabricants automobiles offrent des modèles hybrides (voir tableau 5.1.). Ces voitures ont des consommations de carburants inférieures aux voitures à l'essence. Le fonctionnement du véhicule est fort simple. Celui-ci comporte deux moteurs, l'un fonctionnant à l'électricité tandis que l'autre fonctionne à l'essence conventionnelle (Terre en santé, s.d.a). Le moteur électrique sera sollicité lorsque la vitesse du véhicule est inférieure à 30 km/h (*ib.*). Lors de l'accélération, les deux moteurs fonctionnent simultanément pour atteindre la vitesse de pointe désirée pour ensuite fonctionner uniquement à l'essence (*ib.*). Pendant que le moteur électrique ne fonctionne pas, l'énergie cinétique produite par la décélération et le freinage permettent de le recharger (*ib.*).

Tableau 5.1. Répartition des modèles hybrides selon le fabricant

Fabricant	Modèle
Chevrolet	Volt
Honda	Civic
	CR-Z
	Insight
Buick	LaCrosse
	Regal
Ford	Fusion
Hyundai	Sonata
Kia	Optima
Toyota	Camry
	Prius
	Highlander
Lexus	CT200h

Compilation d'après Protégez-Vous, 2012

De plus, les autobus peuvent aussi fonctionner avec un système hybride. Ils peuvent combiner le diesel et l'électricité. Il est aussi possible d'utiliser du biodiesel comme le fait la Société de transport de Montréal (STM, 2009). Le fonctionnement est similaire à celui des automobiles hybrides.

Par ailleurs, il est possible de modifier le système de ventilation du moteur et la programmation optimisée de la transmission qui permettent de réduire les émissions de GES (STM, 2009). La ventilation du moteur sur un autobus au diesel fonctionne à l'aide du carburant stocké dans l'autobus. Cette ventilation peut être assurée par un moteur électrique à bas voltage (*ib.*). De plus, la programmation optimisée de la transmission permet d'assurer une accélération en douceur et d'augmenter la température et la pression de la combustion du carburant entraînant du même coup une réduction de la consommation de carburant (*ib.*).

Également, quelques fabricants de voitures offrent aux conducteurs des véhicules uniquement électriques tels que la Mitsubishi i-MiEV ou la Nissan Leaf (Protégez-vous, 2012). Les véhicules électriques fonctionnent de façon similaire aux véhicules hybrides, mais

disposent de batterie pour stocker l'électricité (Terre en santé, s.d.b). Ce système nécessite l'utilisation d'un régulateur et d'un convertisseur. Lors de l'accélération, la batterie libère l'électricité accumulée en courant continu dans un convertisseur qui le transforme en courant alternatif (*ib.*). Quant au régulateur, il modifie l'intensité du courant en fonction du besoin en énergie pour faire avancer le véhicule (*ib.*).

Par ailleurs, des modifications peuvent être apportées aux véhicules afin de convertir sa consommation d'essence par un carburant alternatif. Les véhicules peuvent être convertis au propane. Le propane est un des gaz les moins nocifs au niveau des GES. Cette conversion a été rendue possible par le programme Écotecnologie. La conversion consiste à installer un réservoir de propane dans le véhicule muni d'une conduite de carburant qui se rend jusqu'aux injecteurs de carburant dans le moteur (Transports Canada, 2010a). De plus, le gaz naturel peut servir de carburant pour les véhicules. Le système de conversion est similaire à celui du propane et est aussi promulgué par le programme Écotecnologie (Transports Canada, 2010b).

5.2.1. Avantages

Les voitures hybrides sont une alternative intéressante puisqu'elles offrent les mêmes avantages qu'un véhicule conventionnel tout en étant moins énergivores (voir tableau 5.2.).

Tableau 5.2. Répartition des modèles selon leur consommation d'énergie au 100 km

Fabricant	Modèle	Électricité (kW/100km)	Essence (L/100km)	Hybride (L/100km)
Chevrolet	Volt	22,5	n.d.	6,7
Honda	Civic	n.d.	7,2	4,4
	CR-Z		6,5	5,6
	Insight		n.d.	5,7
Buick	LaCrosse		12,7	9,3
	Regal		10,7	8,3
Ford	Fusion		12,3	5,4
Hyundai	Sonata		9,8	6,5
Kia	Optima		9,2	6,7
Toyota	Camry		4,9	9,4
	Prius		n.d.	4,6
	Highlander	12,6	7,3	
Lexus	CT200h	n.d.	4,8	

compilation d'après Protégez-Vous, 2012 et du Guide de l'auto, 2012

Pour le cas des voitures électriques, le principal avantage se trouve au niveau des émissions de GES puisqu'aucune émission n'est produite. De plus, au Québec le coût de l'électricité est moins élevé que celui de l'essence, ce qui engendre des économies (voir tableau 5.3.).

Tableau 5.3. Répartition des coûts et des gains selon le type de motorisation

Type de motorisation			
Coût pour faire le plein d'électricité ou d'essence	Essence	Électrique à autonomie prolongée	Tout électrique
Pour 100 km	11,50 \$	2,76 \$	1,24 \$
Par semaine	44,23 \$	7,40 \$	4,78 \$
Gain par semaine par rapport au véhicule à essence	n.d.	36,83 \$	39,45 \$
Gain annuel par rapport au véhicule à essence	n.d.	1915 \$	2051 \$

tiré de Gouvernement du Québec, 2011

De plus, pour les véhicules écoénergétiques, le gouvernement québécois offre un crédit d'impôt pouvant aller jusqu'à 3000 \$ pour les hybrides et de 8000 \$ pour les véhicules tout électrique (Gouvernement du Québec, 2011). Ce crédit d'impôt est en vigueur depuis 2009 et prendra la forme d'un rabais à l'achat à partir du 1^{er} janvier 2012 (*ib.*). En 2011, c'est près de 9,6 millions de dollars qui ont été remis aux contribuables qui se sont dotés de ces véhicules (*ib.*).

En ce qui concerne les modifications pouvant être apportées à un véhicule pour substituer l'essence comme carburant, le propane produit 20 % de moins de GES lors de la combustion que l'essence (Transports Canada, 2010c). Le propane émet moins de matières particulaires lorsqu'il est brûlé comparativement à l'essence (*ib.*). Le propane a aussi l'avantage de ne pas être affecté lors d'un démarrage à froid conservant ainsi une consommation constante (*ib.*).

Le gaz naturel offre plusieurs avantages. D'abord, pour une même quantité, le gaz naturel produit 25 % moins de GES que le diesel (Gaz Métro, 2005). Également, aucune particule fine et oxyde d'azote ne sont émis par ce combustible et son système peut aussi fonctionner au biométhane qui produit 85 % moins de GES que le diesel (*ib.*). De plus, son taux d'octane plus élevé lui permet d'offrir un meilleur rapport d'efficacité (Transports Canada, 2010 b).

Les mesures adoptées pour favoriser l'utilisation de carburant émettant moins de GES peuvent être observées par la méthode des ventes de carburants. Ainsi, il est possible de suivre l'évolution d'un parc de véhicule par rapport à la quantité de carburant consommé.

En ce qui concerne les autobus hybrides, les avantages sont multiples. Certains sont en lien avec les émissions de GES puisque la consommation de diesel est réduite de 10 à 40 % ce qui signifie un taux de réduction des émissions similaire (Transports Canada, 2010d). D'ailleurs, deux séries d'essais routiers ont eu lieu. La première en laboratoire consistait à observer la combustion de carburant dans des conditions optimales à des températures variant de 20 à moins 20 degrés Celsius (*ib.*). Cet essai en laboratoire a démontré qu'un autobus hybride consommait 36 % moins de carburant qu'un autobus conventionnel au diesel (*ib.*). Le deuxième essai a été réalisé sur un circuit fermé. L'autobus hybride a circulé à des vitesses variant de 0 à 50 km/h. Pour simuler le poids des passagers, des sacs de sable ont été utilisés. L'essai a démontré que l'autobus hybride consommait 28 % moins de carburant que l'autobus au diesel (*ib.*). Toutefois, l'essai a permis de démontrer que la vitesse, le poids, la température et le relief ont une influence sur la quantité d'énergie consommée (*ib.*).

Par rapport aux modifications pouvant être apportées sur un autobus conventionnel, le refroidissement du moteur à l'aide d'un moteur électrique et la programmation optimisée de la transmission permet de réduire de 31 % la consommation de carburant (STM, 2009). Pour un modèle hybride, à elle seule la ventilation électrique du moteur permet une réduction de 22 % de la consommation de biodiesel (*ib.*).

Les autres avantages n'ont pas d'impact sur les émissions, mais peuvent motiver le choix de ces autobus (voir tableau 5.4.). De plus, les réductions des émissions obtenues par la conversion des autobus d'une flotte de transport en commun peuvent être mesurées par la méthode de la vente de carburant. En effet, étant donné que les factures de carburant sont conservées pour l'exercice budgétaire annuel, il est possible de savoir d'une année à l'autre si la quantité de carburant acheté a diminué, indiquant du même coup des réductions des émissions. Puisque le coût élevé des autobus hybrides est l'un des principaux désavantages, le gouvernement québécois a mis en place le programme d'aide gouvernementale à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le transport routier des personnes (Transports Québec, 2007g). Ce programme offre une aide financière provenant du Fonds vert pouvant

équivaloir à 50 % des dépenses admissibles jusqu'à concurrence de 500 000 \$ pour l'achat d'un autobus hybride (*ib.*). D'autres programmes destinés au transport en commun existent comme le programme d'aide gouvernementale au transport collectif des personnes ou le programme d'aide aux immobilisations en transport en commun. Ces programmes sont davantage traités dans la section 5.3.

Tableau 5.4. Avantages indirects de l'utilisation d'autobus hybrides

Avantages indirects	<ul style="list-style-type: none"> • niveau de bruit réduit grâce à un moteur à combustion interne plus petit ou à une vitesse de rotation plus basse; • prolongation de la vie des freins grâce au freinage électrodynamique par récupération; • baisse possible de l'entretien (changements d'huile moins fréquents, moindre usure du moteur); • meilleure accélération au démarrage; • bon accueil de la part des passagers en raison du roulement en douceur et du respect de l'environnement;
---------------------	---

inspiré de Transports Canada, 2010d

5.2.2. Désavantages

Pour les voitures hybrides et électriques, les désavantages n'influencent pas les émissions puisque les réductions d'émissions de CO₂ sont significatives. Le principal inconvénient de ces voitures est leur coût d'achat qui est supérieur à celui de modèles conventionnels (voir tableau 5.5.).

Par ailleurs, les voitures électriques ont une autonomie de route limitée. Avec une recharge, la Nissan Leaf peut circuler sur une distance de 160 km (Nissan Canada, s.d.) tandis que la i-MiEV de Mitsubishi a une autonomie de 120 km (Desjardins, 2012). Également, le temps de recharge des véhicules est assez élevé (voir tableau 5.6.). De plus, le système de borne de recharge n'est pas encore très développé dans les lieux publics et est principalement concentré dans la région montréalaise et dans la ville de Québec (Circuit électrique, s.d.). Néanmoins, le principal lieu de recharge est situé à même les résidences des utilisateurs de

véhicule électrique puisqu'une prise de 120V peut permettre la recharge (Hydro-Québec, 2012a).

Tableau 5.5. Répartition des véhicules selon leur coût d'achat en fonction de leur type de motorisation

Fabricant	modèle	Type de motorisation		
		Prix modèle essence	Prix modèle hybride	Prix modèle électrique
Chevrolet	Volt	n.d.	43 590 \$ à 51 635 \$	n.d.
Honda	Civic	14 499 \$ à 27 350 \$	16 385 \$ à 27 485 \$	n.d.
	CR-Z	23 470 \$ à 24 290 \$	24 980 \$ à 25 785 \$	n.d.
	Insight	n.d.	23 900 \$ à 27 500 \$	n.d.
Buick	LaCrosse	37 025 \$ à 47 855 \$	37 025 \$ à 55 240 \$	n.d.
	Regal	32 175 \$ à 44 580 \$	32 715 \$ à 48 250 \$	n.d.
Ford	Fusion	18 999 \$ à 35 099 \$	21 599 \$ à 41 949 \$	n.d.
Hyundai	Sonata	22 699 \$ à 34 499 \$	24 364 \$ à 36 164 \$	n.d.
Kia	Optima	21 995 \$ à 35 000 \$	23 550 \$ à 34 450 \$	n.d.
Toyota	Camry	23 700 \$ à 33 700 \$	25 365 \$ à 36 175 \$	n.d.
	Prius	n.d.	27 660 \$ à 38 795 \$	n.d.
	Highlander	31 675 \$ à 51 950 \$	33 410 \$ à 53 940 \$	n.d.
Lexus	CT200h	30 950 \$ à 35 950 \$	33 000 \$ à 41 900 \$	n.d.
Mitsubishi	i-MiEV	n.d.	n.d.	34 798 \$ à 38 098 \$
Nissan	Leaf	n.d.	n.d.	40 385 \$ à 43 185 \$

Compilation d'après Protégez-Vous, 2012 et du Guide de l'auto, 2012

Tableau 5.6. Répartition des types de charge selon le temps de recharge

Type de recharge	Temps de recharge hybride	Temps de recharge électrique
Niveau 1 (120V)	6 à 8 heures	11 à 16 heures
Niveau 2 (240V)	3 à 4 heures	6 à 8 heures
Recharge rapide (400V et +)	n.d.	10 minutes pour 50 km

inspiré de Hydro-Québec, 2012b

En ce qui concerne l'utilisation du propane comme carburant de voiture, son désavantage réside dans le fait que celui-ci comporte une densité d'énergie inférieure de 35 % par rapport à celle de l'essence ce qui fait en sorte que, pour parcourir une même distance, il faudra davantage de litres de propane que de litres d'essence (Transports Canada, 2010c).

Pour sa part, le gaz naturel comporte des désavantages par rapport au coût du système de conversion du carburant. Le coût pour convertir un véhicule qui fonctionnera au gaz naturel est approximativement de 6000 \$ (Transports Canada, 2010b). De plus, la bombonne installée dans le véhicule pour contenir le gaz occupe une grande superficie du coffre du véhicule et il n'existe pas de réseau de distribution de ce carburant spécifique pour les véhicules (*ib.*). Toutefois, les services de distribution résidentielle et commerciale peuvent fournir ce carburant aux détenteurs de ce type de véhicule (*ib.*).

Autobus

Pour les autobus, il n'y a pas de désavantage lié aux émissions de GES. Par contre, le modèle hybride a tendance à émettre 5 % de plus d'oxyde d'azote qui est compensé par une réduction de 36 % des émissions de CO₂ (STM, 2009).

Les désavantages résident plutôt dans le coût d'achat de ces autobus qui est de 50 à 70 % supérieur au coût d'un autobus conventionnel (Transports Canada, 2010d). Aussi, le coût élevé de remplacement des batteries et leurs durées de vie limitées sont d'autres désavantages associés aux autobus hybrides (*ib.*). De plus, l'entretien de ces autobus est différent, ce qui nécessite l'adaptation des équipements et infrastructures d'entretien et de réparation des véhicules (*ib.*).

5.3. Réduire la dépendance à l'automobile

La section qui suit porte sur l'aménagement urbain et sur des mesures d'amélioration de l'efficacité du réseau de transport en commun. Les efforts de réduction de la dépendance à l'automobile s'inscrivent dans le *Plan d'action sur les changements climatiques 2006-2012*, dans la *Stratégie énergétique du Québec 2006-2015 : L'énergie pour construire le Québec de demain* et dans la *Politique québécoise du transport collectif 2006 : pour offrir de meilleurs choix aux citoyens*.

L'étalement urbain doit être contrôlé puisqu'il est la source de deux problèmes.

« Selon Downs, il est la source de deux problèmes majeurs qui affectent l'espace tant urbain que périurbain. Le premier comprend la congestion, la pollution de l'air, la surconsommation d'espace, des dépenses énergétiques accrues, l'incapacité d'offrir des infrastructures adéquates, l'incapacité à localiser des équipements régionaux sans produire d'impacts négatifs, l'absence d'offre de logements près des zones où les emplois se créent et le manque de main-d'œuvre. Le second problème, tout aussi grave, concerne la concentration en milieu urbain des ménages à faibles et très faibles revenus, soit la création de disparités intra-régionales de plus en plus fortes. C'est la paupérisation des villes-centres. » (STM, 2003).

L'étalement urbain est un facteur qui favorise l'utilisation de l'automobile (Turcotte, 2008). La lutte aux émissions de GES passe par le réaménagement des villes qui favoriserait une diminution des distances parcourues et qui offrirait une variété de modes de déplacements. En effet, *« 80 % des déplacements piétons font moins de 1,5 km. Au-delà de 1,5 km, les déplacements ne se font plus à pied, sauf exception »* (Bennicelli et al., 2009). Le développement des banlieues traditionnelles est composé majoritairement d'habitations peu denses et d'un zonage comportant des usages et fonctions spécifiques afin d'éviter les nuisances que causerait la cohabitation d'usage non compatible. Ceux-ci contribuent à l'utilisation de l'automobile qui est le principal émetteur de GES dans les transports routiers puisque les distances pour vaquer aux occupations quotidiennes s'accroissent. Afin de traduire concrètement cette volonté de lutter contre l'étalement urbain, deux concepts urbanistiques sont préconisés soit le Smarth Growth et le Nouvel Urbanisme.

Smart Growth

Le Smart Growth est un concept urbanistique inspiré du développement durable. Les principes sont la préservation des ressources (naturelles et financières) et la réduction de la ségrégation spatiale des fonctions, des activités, des classes de population, etc. (Ouellet, 2006). Ce concept né aux États-Unis dans les années 60 a connu un fort engouement dans les années 80 (*ib.*). Ce concept comporte plusieurs thèmes comportant des actions spécifiques (voir tableau 5.7.) (Lewis *et al.*, 2002). Il ne s'agit pas d'une façon d'aménager le territoire visant spécifiquement à diminuer les émissions, mais comporte de nombreux thèmes qui peuvent avoir un impact sur les GES.

Tableau 5.7. Thèmes et mesures abordés par le Smart Growth

Thèmes	Mesures
Gestion de l'urbanisation	Orienter la croissance vers les quartiers anciens.
	Mettre en place une forme urbaine plus compacte.
	Préserver et mettre en valeur les espaces agricoles et naturels, importants pour l'environnement.
Secteurs centraux	Réutiliser les bâtiments et terrains abandonnés.
	Mettre en valeur les bâtiments anciens (patrimoniaux et autres).
Périphéries	Restreindre les aménagements d'importance sur les terres agricoles.
Aménagement urbain	Favoriser la mixité des fonctions (commerces, bureaux, etc.).
	Diversifier l'offre résidentielle (typologie et prix de logements).
	Développer les services de proximité, à distance de marche (environ 500 mètres).
Transports	Fournir une diversité de modes de transports.
	Restreindre l'utilisation de l'automobile.
Processus décisionnel	Favoriser des aménagements où la marche est possible
	Rendre le processus décisionnel plus transparent.
	Favoriser la participation des citoyens et des partenaires aux décisions.

tiré de Lewis *et al.*, 2002

Nouvel Urbanisme

Le nouvel urbanisme est un concept urbanistique inspiré par les urbanistes et les designers urbains. Ce concept vise à recréer une ville dans la ville en favorisant le transport alternatif à l'automobile et le développement de quartiers compacts comportant tous les usages et

fonctions nécessaires à la vie de tous les jours et où les distances de marche sont réduites entre le centre et la périphérie. Ce concept comporte plusieurs thèmes avec des actions correspondantes (voir tableau 5.8.) (*ib.*). Comme le Smart Growth, il a pour effet indirect de réduire les GES.

Tableau 5.8. Thèmes et mesures abordés par le Nouvel Urbanisme

<i>Thèmes</i>	<i>Mesures</i>
Quartiers	Aménager es quartiers à échelle humaine
Équipements et services	Localiser les équipements à une distance de marche de 5 minutes (environ 500 mètres) de la limite du quartier.
	Réserver les localisations de choix aux bâtiments civiques.
Densité	Prévoir une densité d'environ 5 ou 6 unités résidentielles/acre, avec des lots généralement plus petits que ceux que l'on trouve en banlieue et des bâtiments de deux étages ou plus (plutôt que d'un seul étage), sans pour autant dépasser l'échelle humaine.
Mixité	Prévoir une mixité des fonctions et des usages (résidences, commerces, bureaux, industries, etc.).
	Prévoir une mixité des types de logements (détachés, semi-détachés, appartements, etc.), pour convenir à une population variée.
Design	L'espace et le caractère du lieu sont définis par le design et l'échelle (rues plus importantes / bâtiments plus importants). Établir des normes de design pour assurer une cohérence à l'ensemble (permettant de maintenir les valeurs foncières) et pour amener les résidants à s'approprier l'espace.
Centralité	Aménager les quartiers autour de véritables noyaux d'activités (commerces, bureaux et services).
Transport	Réduire la dépendance à l'égard de l'automobile : infrastructures de transports en commun et commerces et services à distance de marche des résidences.
	Prévoir une grille de rues qui offre plusieurs trajets pour se rendre d'un point à un autre et pour éviter la monotonie.
Espaces publics	Aménager des espaces publics, pour encourager l'interaction entre les résidants et créer un sentiment d'appartenance.

tiré de Lewis *et al.*, 2002

Ces deux concepts urbanistiques peuvent se traduire concrètement sur le territoire par des aménagements prenant la forme de Transit Oriented Development.

Transit-Oriented Development

Le Transit-Oriented Development (TOD) est une forme d'aménagement très en vogue. En effet, le *Plan métropolitain d'aménagement et de développement (PMAD)* prévoit crée 156 de ces aires dans la Communauté métropolitaine de Montréal CMM (Roulot-Ganzmann, 2011). Cet aménagement consiste à créer un projet immobilier de moyenne à haute densité comportant différents usages et fonctions dont l'élément structurant est une gare, une station de métro ou un terminus d'autobus (voir tableau 5.9.) (Lewis *et al.*, 2002). Deux exemples de TOD sont présentés, soit celui de Sainte-Thérèse et de Saint-Hilaire.

Tableau 5.9. Thèmes et mesures abordés par le Transit-Oriented Development

<i>Thèmes</i>	<i>Mesures</i>
Mixité	La mixité est essentielle. Elle variera en fonction des quartiers, et de la fonction du centre. Selon Calthorpe, la répartition idéale serait la suivante : entre 10 et 15 % pour les usages publics, entre 10 et 40 % pour les activités productives (bureaux, commerces, etc.) et entre 50 et 80 % pour le logement.
Densité	Il faut augmenter la densité, à la fois sur les lieux d'origine (résidences) et sur les lieux de destination (emplois). Il faut également augmenter le nombre d'emplois dans les pôles.
Desserte en transport collectif	Les activités doivent se retrouver à une distance de marche d'environ 5 minutes (500 mètres) d'une station de transport collectif. La distance peut être augmentée à 1000 mètres, lorsque l'expérience de marche est agréable pour le piéton ; au-delà, la tentation de se servir de la voiture augmente.

tiré de Lewis *et al.*, 2002

Sainte-Thérèse

Le TOD de Sainte-Thérèse est limitrophe à la gare de train de banlieue de la ligne Montréal Blainville Saint-Jérôme et est doté d'un stationnement incitatif destiné à accueillir les voitures des usagers du train (Schiff, 2009).

Le projet comporte une densité de 134 unités d'habitation par hectare et se situe à moins de 100 m d'un terminus d'autobus régional et d'une gare de train de banlieue (*ib.*). De plus, ce

projet comporte des sentiers piétonniers qui mènent vers la gare et le terminus, mais aussi vers le noyau urbain comprenant des commerces de services et des institutions (*ib.*).

Saint-Hilaire

Le TOD de Saint-Hilaire est situé aux abords de la gare de train de banlieue de la ligne Montréal Saint-Hilaire et est lui aussi doté stationnement incitatif. La densité de ce projet varie puisqu'elle est de 30 unités d'habitation à l'hectare pour les multilogements et de 20 unités à l'hectare pour les maisons en rangées (Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) 2009). Tout comme le TOD de Sainte-Thérèse, il est doté d'espaces consacrés aux commerces, d'un réseau cyclable et piétonnier, d'espaces verts, d'une garderie et d'une résidence pour personnes âgées (Schiff, 2009). Dans ce quartier, peu importe où l'on se trouve, la gare est située dans un rayon de moins de 750 m (*ib.*).

Aménagement destiné au transport en commun

L'attractivité de l'utilisation de l'automobile est toujours très forte par rapport à celle des transports en commun.

« A la fois vecteur d'autonomie et de liberté, la voiture incarne le triomphe des valeurs individuelles au détriment des valeurs collectives. Elle est aujourd'hui adoptée par toutes les classes sociales et est considérée comme l'une des clés d'une intégration réussie dans une société où la mobilité sous toutes ses formes (résidentielle, sociale, physique) est synonyme de vitalité. » (Larose, 2011).

Face à cette perception favorable des déplacements automobiles en solo, il est important de créer des aménagements qui avantagent les transports en commun.

En 2009, la firme de consultant ADEC inc. a été mandatée pour calculer les coûts reliés à la congestion routière du réseau compris dans l'agglomération de Montréal. Au total, il se trouve que socio économiquement 1 423 millions de dollars par année sont perdus en temps de productivité, en carburant et en préservation de la qualité de l'environnement (Les Conseillers ADEC inc, 2009). Ces coûts socio-économiques comprennent les retards subis par les usagers et par l'industrie du camionnage (*ib.*). Des coûts supplémentaires sont inclus à ce calcul soit les coûts additionnels d'utilisation des véhicules excluant le carburant, les coûts du carburant, les coûts des émissions polluantes et les coûts associés aux émissions de gaz à effet de serre attribuables à la congestion (*ib.*).

Pour favoriser l'utilisation des transports en commun, il est nécessaire d'améliorer leur efficacité, ce qui peut être fait par la mise en place de voies réservées et de signalisation intelligente.

Les voies réservées pour les autobus visent à permettre aux autobus de circuler librement et de ne pas être ralentis par la congestion routière (Société de transport de l'Outaouais [STO], 2012). Ces voies sont indiquées par des panneaux de signalisation et par des marquages au sol (*ib.*). En 2008, les véhicules de la Société de transport de Montréal pouvaient circuler sur 62 km de voies réservées (STM, 2012). Les automobilistes qui s'aventurent dans ces voies s'exposent à recevoir une contravention (STM, s.d.b). De plus, la signalisation permet de favoriser les autobus dans leurs déplacements. Il s'agit d'inclure une prolongation du temps ou le feu de circulation indique aux autobus de circuler ou d'ajouter sur les feux de circulation une icône qui indiquera une priorité aux autobus qui leur permettra de démarrer avant que le feu passe au vert pour les automobilistes (STM, 2012).

5.3.1. Avantages

Les TOD offrent de nombreux avantages dans la lutte aux émissions de gaz à effet de serre. La conversion d'aménagements urbains de faible densité (3,6 unités à l'hectare) vers des aménagements urbains de densité élevée (43,5 unités à hectare) permet une réduction des GES provenant du transport de 38 % (Bennicelli *et al.*, 2009). Cette réduction est produite grâce à l'inutilisation de l'automobile puisque les activités sont situées à proximité du lieu d'habitation permettant les déplacements autres qu'en voiture (*ib.*).

De plus, il semble qu'il y aurait un lien entre la densité d'un secteur et l'achalandage du transport en commun

« De plus, à l'intérieur d'un développement compact, les habitants effectuent jusqu'à 40 % moins de déplacements motorisés. Aussi, la part modale du transport collectif est quatre fois plus importante dans les quartiers très denses que dans les quartiers peu denses. » (ib., p.13).

Également, la diversité des usages dans un même secteur favoriserait la marche

« une augmentation de 5 % de la densité, de la diversité des usages, de la perméabilité de la trame urbaine et du ratio "surface des commerces / surface des terrains", mène à une augmentation de 32 % de la marche » (ib., p.13).

Par ailleurs, le TOD permettrait de réduire le nombre de kilomètres parcourus par véhicule étant donné la proximité des lieux de résidence et des services de proximité (AECOM, 2012). De plus, les aménagements sont conçus pour favoriser l'utilisation de modes de transports alternatifs à l'automobile. Aussi, ils permettent aux conducteurs de la région d'utiliser un stationnement incitatif à proximité d'un service de transport en commun qui viendra diminuer la quantité de carburant consommée puisque les automobilistes ne feront pas tout le trajet en voiture. Également, des services de transports en commun mettent à la disposition des usagers des autobus qui sillonnent le territoire se rendant à ces stations de trains de banlieue permettant d'éviter l'utilisation de l'automobile.

En ce qui concerne les transports en commun, ils sont un autre moyen utilisé permettant de réduire les émissions de GES. En effet, « *L'efficacité énergétique d'un autobus par kilomètre-passager est 16 fois supérieure à celle d'une automobile* ». (STM, 2003 p.6). Ainsi, il est nécessaire de favoriser l'utilisation de ce mode de transport.

Par ailleurs, les transports en commun permettent une économie variant de cinq à six milliards de dollars par an en coûts sociaux (Bennicelli *et al.*, 2009). En effet, les émissions de GES et les autres polluants émis par les voitures nuisent à la qualité de l'air et causent des problèmes de santé chez certains individus.

De plus, en utilisant les transports en commun plutôt que la voiture individuelle, davantage de passagers peuvent se déplacer en produisant moins de GES. Un autobus de la STM peut contenir en moyenne 65 personnes comparativement à une voiture qui contient en général 1,3 passager. (STM, 2010). Pour atteindre cette même capacité, il est nécessaire d'utiliser 50 voitures (*ib.*).

Par ailleurs, le gouvernement provincial a mis en place des programmes visant à améliorer les services de transports en commun. Premièrement, le *Programme d'aide gouvernementale au transport collectif des personnes* (PAGTCP) a été mis en place dans les années 70 et offre une aide financière de plusieurs millions de dollars aux organismes de transports en commun leur permettant de prendre en charge le service et d'améliorer le service au niveau de la desserte et de la fréquence (Transports Québec, 2007h). Ces subventions sont diverses et portent sur les recettes provenant du transport des usagers et sur les études de la desserte (voir figure 5.1.).

Aide financière
<ul style="list-style-type: none"> • La subvention de fonctionnement, dont bénéficient tous les organismes admissibles. Celle-ci équivaut à 40 p. 100 des recettes provenant du transport des usagers; <p>La somme de la subvention de fonctionnement et de la subvention spécifique aux laissez-passer mensuels ne peut excéder 75 p. 100 du déficit d'exploitation de l'organisme ni le montant de la subvention versée pour l'année 1996.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • La subvention spécifique aux laissez-passer mensuels pour les organismes offrant cette catégorie de titre à leurs usagers. Celle-ci est égale au montant de la réduction consentie, jusqu'à 50 p. 100 du prix de chaque laissez-passer vendu ; <p>La somme de la subvention de fonctionnement et de la subvention spécifique aux laissez-passer mensuels ne peut excéder 75 p. 100 du déficit d'exploitation de l'organisme ni le montant de la subvention versée pour l'année 1996.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • La subvention destinée aux études ayant pour objet l'évaluation ou la révision de la desserte de transport en commun. Celle-ci peut atteindre 50 p. 100 du coût de l'étude, jusqu'à un maximum d'un dollar par habitant du territoire desservi.
<ul style="list-style-type: none"> • La subvention visant à compenser les recettes en raison de la réduction des tarifs pour les usagers utilisant deux réseaux de transport en commun à l'extérieur du territoire de l'Agence métropolitaine de transport. La subvention est égale à 50 p. 100 de la réduction consentie par l'organisme pour chaque laissez-passer vendu.

Figure 5.1. Aspects touchés par l'aide financière du PAGTCP

tiré de Transports Québec, 2007h

Également, la Société de financement des infrastructures locales (SOFIL) par l'intermédiaire de son *programme d'aide aux immobilisations en transport en commun* permet de financer des projets d'infrastructures de transports en commun (SOFIL, s.d.). Les revenus de ce programme proviennent de diverses sources :

« une partie des recettes de la taxe fédérale d'accise sur l'essence du droit spécial d'immatriculation sur les véhicules énergivores, des contributions additionnelles que le gouvernement du Québec s'est engagé à verser à la SOFIL, des revenus de placements. » (ib.).

L'aide financière peut être attribuée autant aux véhicules qu'à l'aménagement de voies réservées, des abribus ou des stationnements incitatifs (voir figure 5.2.) (*ib.*).

Aide financière attribuable
• Autobus et minibus urbains (50 %);
• Véhicule de service pour l'exploitation du réseau d'autobus (50 %);
• Biens présentant un caractère innovateur au point de vue technologique : repérage de véhicules, information à la clientèle, priorisation des véhicules, source d'énergie des véhicules, logiciel d'exploitation, délivrance des titres de transport et perception des recettes (75 %);
• Terrain (75 %) (non admissible au programme de la SOFIL);
• Garage, terminus, centre administratif (75 %);
• Voie réservée et stationnement incitatif (75 %);
• Équipement et dispositif pour l'exploitation d'un garage ou d'un terminus, et équipement immobilier pour l'exploitation de l'infrastructure et l'information à la clientèle lorsque le garage ou le terminus a au moins 20 ans ou à des fins de mise aux normes pour des raisons de sécurité ou environnementales (75 %);
• Réfection de la toiture d'un garage, d'un terminus ou d'un centre administratif après 20 ans (75 %);
• Abribus (75 %);
• Support à vélo (75 %);
• Développement du réseau du métro, du réseau de trains et des autres systèmes de transport rapide – voiture, équipement et infrastructure (100 %);
• Maintien et amélioration des services d'un système de transport rapide (75 %);
• Voiture de service pour l'exploitation du réseau de métro (75 %).

Figure 5.2. Aspects touchés par l'aide financière du programme d'aide aux immobilisations en transport en commun

tiré de Transports Québec, 2007h

En ce qui concerne la quantification des suppressions d'émissions, les mesures destinées à améliorer sont difficilement quantifiables. Il est possible de quantifier les émissions à l'aide des logiciels RMMQ v3, le MOTRAQ01 et du progiciel MOBILE, mais cette démarche est complexe. Elle nécessite la réalisation d'enquête OD, et accapare une partie importante du

budget qui ne sera pas alloué aux actions permettant de lutter face aux émissions de GES (Muir, 2012a).

5.3.2. Désavantages

Les désavantages des TOD n'ont pas réellement d'impact sur les émissions de GES. Les méthodes de quantification des GES ne permettraient pas de connaître avec exactitudes les émissions supprimées grâce à l'aménagement d'un transit oriented development. Peut-être que la méthode de modélisation pourrait être utilisée, mais celles-ci est très dispendieuse à utiliser (Muir, 2012b).

Également, il est à considérer que l'aménagement d'un TOD n'est pas à la portée de toutes les municipalités puisqu'il est nécessaire d'avoir des conditions particulières pour réaliser ces ambitieux aménagements. D'abord, des barrières financières sont rencontrées puisque les TOD sont des aménagements non traditionnels qui sont plus dispendieux (Schiff, 2009). De plus, des barrières réglementaires seront rencontrées durant la création de l'aménagement du quartier et nécessiteront des modifications réglementaires (*ib.*). Également, une barrière politique peut être rencontrée. L'aménagement d'un TOD peut rencontrer un mouvement d'opposition de la part du public puisqu'il s'agit d'aménagement qui transforme un quartier et peut être perçu comme une menace par certaines personnes (*ib.*) Aussi, une barrière opérationnelle peut survenir puisque plusieurs acteurs ayant des procédures propres et des objectifs spécifiques à atteindre sont appelés à travailler ensemble sur un projet (*ib.*). Les acteurs impliqués sont divers comme les agences de transports en commun, les gouvernements locaux et leurs services techniques, les promoteurs, les ministères, la population, etc. Une autre barrière pouvant être rencontrée est d'ordre structurel (*ib.*). Les désavantages portent davantage sur le réseau de transport, les terrains, la fiscalité et la demande (voir tableau 5.10.).

Tableau 5.10. Conditions nécessaires à la réalisation d'un TOD

<i>Thèmes</i>	<i>Transport</i>	<i>Aménagement</i>
Réseaux	<p>Les voies ferrées ne traversent pas nécessairement les secteurs résidentiels, qui doivent être desservis en transport en commun (Boarnet et Compin, 1999).</p> <p>Les systèmes de transport en commun sur rails ne sont pas très flexibles (Bernick, 1996).</p>	<p>Les espaces que traversent les voies ferrées sont souvent mal adaptés à l'habitation (Loukaitou-Sideris et Banarjee, 1996 ; Boarnet et Compin, 1999).</p> <p>Le manque de compatibilité entre les lieux d'origine et de destination (Bernick, 1996).</p>
Terrains		<p>La disponibilité de terrains, le long des infrastructures de transport.</p> <p>L'incompatibilité des usages.</p> <p>La contamination des terrains disponibles, dans les secteurs centraux.</p> <p>La fragmentation des terrains (Cervero et Landis, 1999).</p>
Fiscalité	La fiscalité locale n'est pas favorable au transport en commun.	Le coût des taxes en banlieue, nettement plus faibles qu'au centre.
Demande		<p>La demande n'est pas suffisante (Steiner, 1998).</p> <p>L'opposition aux projets denses est souvent très forte (Landis et Cervero, 1999).</p> <p>Le financement des projets n'est pas toujours facile (Cervero, 1996).</p>

tiré de Lewis *et al.*, 2002

De plus, les gouvernements fédéraux, provinciaux et locaux n'ont pas investi assez de fonds pour maintenir en état les infrastructures et équipements destinés aux transports en commun (Groupe de travail sur les transports en commun (GTTU), 2009). La situation devrait s'améliorer grâce aux ressources octroyées par le Programme d'aide gouvernementale au transport collectif des personnes et le Programme d'aide aux immobilisations en transport en commun de la Société de financement des infrastructures locales du Québec (Transports Québec, 2007g). Par ailleurs, le gouvernement fédéral a décidé de retirer le volet financement de son programme Écomobilité présenté dans le chapitre deux de cet essai

(Transports Canada, 2012). Toutefois, ce programme avait peu d'impact sur l'aménagement des transports en commun au Québec puisque la majorité des projets qui ont été retenus se trouvent à l'extérieur de cette province (Transports Canada, 2010e).

CONCLUSION

Les problèmes entraînés suite aux émissions de GES des transports routiers sont une problématique qui va au-delà des limites d'une municipalité, d'une province ou d'un pays. C'est un phénomène planétaire qui nécessite des efforts collectifs concertés. Peu importe l'endroit, les inventaires de GES montrent une tendance à la hausse des émissions au cours des dernières années causée par l'augmentation du taux de motorisation (Environnement Canada, 2011b).

Cependant, il est possible de remarquer que les États et la communauté internationale ont uni leurs efforts pour se doter d'outils les contraignant à agir face à la problématique des GES.

- International :
 - *Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques*
 - *Protocole de Kyoto*
- National
 - *Loi de mise en œuvre du Protocole de Kyoto*
 - *Plan sur les changements climatiques aux fins de la Loi de mise en œuvre du Protocole de Kyoto*
 - *Règlement sur les carburants renouvelables*
- Provincial
 - *Plan d'action sur les changements climatiques 2006-2012*
 - *Stratégie énergétique du Québec 2006-2015*
 - *Politique québécoise du transport collectif 2006*
 - *Stratégie de développement de l'industrie québécoise de l'environnement et des technologies vertes*

Plusieurs méthodes de quantification des GES ont été utilisées dans les inventaires de GES présentés dans cet essai. Il en ressort que les municipalités québécoises utilisent majoritairement les méthodes proposées par le *programme Climat municipalité* soit la méthode du prorata, de la vente de carburant ou de la modélisation. Ceci pourrait être expliqué par le fait que ce programme fixe des paramètres qui doivent être respectés lors de la réalisation d'inventaires et de plans d'action afin d'être éligible à des subventions. Du côté

des inventaires canadiens et américains, il semble que la méthode du prorata et la méthode de la distance parcourue par rapport au nombre de véhicules (VKP) soient préconisées. Il n'est pas réellement possible de comparer entre elles les émissions obtenues d'un bilan à l'autre puisque les méthodes, les paramètres considérés et le contexte géographique et socio-économique diffèrent d'un inventaire à l'autre.

L'utilisation de ces méthodes comporte de nombreux avantages et désavantages. Aucune des méthodes n'est parfaite, mais il est possible de réduire les erreurs en utilisant plusieurs méthodes de façon simultanée pour effectuer les calculs associés aux activités.

Méthode estimative de mesure des émissions par le prorata des véhicules

- Points forts :
 - Fiabilité des données concernant le parc de véhicules.
- Points faibles :
 - Peu adaptée aux calculs des émissions de véhicules de transport en commun;
 - Impossibilité d'observer les impacts des mesures de réduction de la dépendance à l'automobile, de l'amélioration de la performance environnementale du parc de véhicules et de la sensibilisation;
 - Découpage territorial des données différentes d'une organisation à l'autre.

Méthode estimative de mesure des émissions basée sur la vente de carburant

- Points forts :
 - Adaptée aux calculs des émissions de véhicules de transport en commun;
 - Adaptée pour calculer les émissions suite à une amélioration de la performance environnementale du parc de véhicules;
 - Fiabilité des données concernant les ventes de carburants.
- Points faibles :
 - Aucune garantie que le territoire d'achat de carburant est le même que celui de consommation;
 - Impossibilité d'observer les impacts des mesures de réduction de la dépendance à l'automobile et de la sensibilisation;
 - Difficile d'avoir les émissions pour le CH₄ et le N₂O puisqu'elle varie selon l'âge d'un véhicule à l'autre.

Méthode estimative de mesure des émissions basée sur une modélisation du trafic routier

- Points forts :
 - Méthode la plus précise des quatre,
 - Adaptée pour calculer les émissions suite à une amélioration menant à la réduction de la dépendance à l'automobile.
- Points faibles :
 - Démarche lourde à réaliser puisqu'elle nécessite beaucoup de données,
 - Accapare une part significative du budget alloué à la réduction des GES,
 - Impossibilité d'observer les impacts des mesures de la sensibilisation,
 - Risque élevé d'erreur lors de la collecte des données.

Méthode estimative de mesure des émissions basée sur le nombre de kilomètres parcourus par le nombre de véhicules (VKP)

- Points forts :
 - Fiabilité des données concernant les distances parcourus;
 - Fiabilité des données concernant le parc de véhicules.
- Points faibles :
 - Démarche lourde à réaliser puisqu'elle nécessite beaucoup de données;
 - Impossibilité d'observer les impacts des mesures de réduction de la dépendance à l'automobile, de l'amélioration de la performance environnementale du parc de véhicules et de la sensibilisation.

Néanmoins, plusieurs mesures peuvent être utilisées par la population, les agences de transport en commun, les municipalités et le gouvernement provincial. Il serait préférable de combiner les mesures proposées dans cet essai pour engendrer des réductions maximales de GES. Bien qu'il ne soit pas vraiment possible d'attribuer des réductions de GES à la sensibilisation, elle permettrait aux usagers de changer leurs habitudes de déplacements vers des modes de transports moins dommageables et économiquement avantageux pour ceux-ci. De plus, les technologies hybrides et électriques ainsi que la conversion des systèmes polluants vers des systèmes moins polluants permettraient aux usagers n'ayant pas la possibilité de se déplacer autrement qu'en voiture de le faire tout en réduisant les émissions de GES. Également, l'utilisation de véhicule de transport en commun moins

émetteur de GES améliorerait le bilan des émissions. Le gouvernement du Québec s'est doté de programme d'aide qui accompagne les agences de transports collectifs dans l'amélioration de la performance de leurs véhicules. Aussi, la réduction de l'usage de l'automobile passe par un contrôle de l'étalement urbain qui peut être réalisé à l'aide d'une symbiose entre des aménagements urbains multifonctionnels et denses dont les éléments structurants sont basés sur un réseau multimodal de transport. Par ailleurs, il est important de rendre les déplacements en transports en commun aussi attractifs que les déplacements automobiles en solo.

La mise en place des mesures réduisant les émissions de GES ne devrait pas être conçue seulement dans l'optique de réduire les émissions de GES qui sont responsables des changements climatiques puisqu'il est difficile de quantifier spécifiquement les suppressions d'émissions d'une mesure.

Il se trouve que les mesures de réductions des GES peuvent aussi produire de nombreux autres bienfaits économiques, environnementaux, et sociaux. L'amélioration de la qualité de l'air, la réduction de la congestion routière, la réduction de la consommation de carburant, la préservation des ressources permise par le contrôle de l'étalement urbain, l'efficacité et l'efficience des infrastructures et équipements collectifs sont quelques-uns des nombreux avantages indirects produits grâce à l'évitement de l'utilisation de la voiture solo.

RÉFÉRENCES

- Actu-environnement (2012). Dictionnaire encyclopédique. *In* Actu environnement L'actualité professionnelle du secteur de l'environnement. Définition de gaz naturel pour véhicules (GNV), [En ligne]. http://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/gaz_naturel_pour_vehicules_gnv.php4 (Page consultée le 16 janvier 2012).
- AECOM (2012). *Impact du Plan métropolitain d'aménagement et de développement sur le Portrait des émissions de gaz à effet de serre sur le territoire de la Communauté métropolitaine de Montréal*. [En ligne]. http://cmm.qc.ca/fileadmin/user_upload/pmad2012/documentation/20120131_PMAD_rapportGES.pdf (Page consultée le 9 avril 2012).
- AECOM Tecslut inc. (2010). *Portrait des émissions de gaz à effet de serre sur le territoire de la Communauté métropolitaine de Montréal*, [En ligne]. http://cmm.qc.ca/fileadmin/user_upload/documents/20100922_rapportTecslut_GES.pdf (Page consultée le 29 février 2012).
- Agence de l'efficacité énergétique (AEE) (2009). *Facteurs d'émission et de conversion, Calcul des émissions de GES*, [En ligne]. http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/facteurs_emission.pdf (Page consultée le 17 mars 2012).
- Agence métropolitaine de transport AMT (2011). En ville sans ma voiture!. *In* Agence métropolitaine de transport. *Promotion*, [En ligne]. <http://www.amt.qc.ca/promotion/enville/> (Page consultée le 13 mars 2012).
- Babin, A. (2006). *Modèle exploratoire sur l'utilisation du réseau routier à l'échelle du Québec*, [En ligne]. <http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/Librairie/Publications/fr/ministere/recherche/etudes/rtq0606.pdf> (Page consultée le 19 février 2012).
- Bennicelli, C., Méthé-Myrand, L., Petit, P., Robin, J. Savard, C. et Turgeon, A. (2009). *Le développement urbain viable au coeur de la stratégie québécoise de réduction des émissions de GES*, [En ligne]. http://vivreenville.org/dev/wp-content/uploads/2011/05/VenV_2009_CiblesGES2020_CommParlement_r.pdf (Page consultée le 15 mars 2012).
- Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) (2009). Village de la gare, Mont Saint-Hilaire, Québec. *In* Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC). *Transit-Oriented Development Case study*. [En ligne]. http://www.cmhc-schl.gc.ca/en/inpr/su/sucopl/sucopl_007.cfm (Page consultée le 5 avril 2012).
- Center for Neighborhood Technology (CNT) (2010). *Greenhouse Gas Emissions in Chicago: Emissions Inventories and Reduction Strategies for Chicago and its*

Metropolitan Region, [En ligne]. www.cntenergy.org/download/39/ (Page consultée le 26 février 2012).

Circuit électrique (s.d.). Trouver une borne de recharge *In* Circuit électrique, Trouver une borne de recharge, [En ligne].
<http://evnet.avinc.com/EVPortal/TheElectricCircuit/FindChargingStation.aspx> (Page consultée le 14 avril 2012).

City of Vancouver (2009). *2008 Greenhouse Gas Emissions Inventory Summary and Methodologies*, [En ligne].
<http://vancouver.ca/sustainability/documents/2008GHGInventoryMethodologiesDocument20091210.pdf> (Page consultée le 24 février 2012).

City of Kelowna (2009). *Kelowna Community Greenhouse Gas Emissions Inventory and Projections Report*, [En ligne].
http://www.kelowna.ca/CityPage/Docs/PDFs/Environment%20Division/GreenhouseGasEmissionsInventory_2009.pdf (Page consultée le 22 février 2012).

Communauté métropolitaine de Montréal (CMM) (s.d.). Cartes générales. *In* Communauté métropolitaine de Montréal (CMM). *Territoire et Population*, [En ligne]. <http://cmm.qc.ca/> (Page consultée le 27 février 2012).

Conseil canadien des normes (CCN) (s.d.). Gaz à effet de serre— Partie 1 : Spécifications et lignes directrices, au niveau des organismes, pour la quantification et la déclaration des émissions et des suppressions des gaz à effet de serre. *In* Conseil canadien des normes. *Norme internationale ISO 14064-01*, [En ligne].
[https://int.scc.ca/forums/standards/dispatch.cgi/f.lesnormespo99/showFile/100004/d2011219191850/Yes/ISO_14064-1_2006\(F\)-Character_PDF_document.pdf](https://int.scc.ca/forums/standards/dispatch.cgi/f.lesnormespo99/showFile/100004/d2011219191850/Yes/ISO_14064-1_2006(F)-Character_PDF_document.pdf) (Page consultée le 27 février 2012).

Desjardins, G. (2012). Les voitures électriques démystifiées. *In* Le Guide de l'auto. *Technologie*, [En ligne]. <http://www.guideautoweb.com/articles/10045/> (Page consultée le 11 avril 2012).

Enviro-accès (2012a). Mission. *In* Enviro-accès. *Enviro-accès*, [En ligne].
<http://www.enviroaccess.ca/expert-conseil/a-propos-denviro-acces/mission/> (Page consultée le 12 mars 2012).

Enviro-accès (2012b). Équipe. *In* Enviro-accès. *Enviro-accès*, [En ligne].
<http://www.enviroaccess.ca/expert-conseil/a-propos-denviro-acces/equipe/> (Page consultée le 12 mars 2012).

Enviro-accès (2009). *Mise à jour de l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre de la Ville de Sherbrooke, selon le programme Climat municipalités*, [En ligne].
[https://www.ville.sherbrooke.qc.ca/webconcepteurcontent63/000023300000/upload/environnementsherbrooke.ca/Neutralisation/2011-07-08RapportfinalinventaireGES-VilledeSherbrooke\(Final\).pdf](https://www.ville.sherbrooke.qc.ca/webconcepteurcontent63/000023300000/upload/environnementsherbrooke.ca/Neutralisation/2011-07-08RapportfinalinventaireGES-VilledeSherbrooke(Final).pdf) (Page consultée le 25 février 2012).

- Environnement Canada (2011a). Rapport d'inventaire national 1990-2009 Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada sommaire, [En ligne].
<http://www.ec.gc.ca/Publications/A07097EF-8EE1-4FF0-9AFB-6C392078D1A9/RapportDIinventaireNational19902009SourcesEtPuitsDeGazAEffetDeSerreAuCanadaSommaire.pdf> (Page consultée le 17 janvier 2012).
- Environnement Canada (2011b). Tendances en matière d'émissions au Canada, [En ligne].
<http://www.ec.gc.ca/Publications/E197D5E7-1AE3-4A06-B4FC-CB74EAAAA60F/TendancesEnMatiereDEmissionsAuCanada.pdf> (Page consultée le 16 janvier 2012).
- Environnement Canada (2011c). Plan sur les changements climatiques aux fins de la loi de la mise en œuvre du Protocole de Kyoto, [En ligne].
http://www.climatechange.gc.ca/Content/4/0/4/4044AEA7-3ED0-4897-A73E-D11C62D954FD/COM1410_KPIA%202011_f%20-%20May%2031.pdf (Page consultée le 20 janvier 2012).
- Environnement Canada (2011d). Combustion des combustibles. *In* Environnement Canada (EC). *Changements climatiques*, [En ligne]. <http://www.ec.gc.ca/ges-ghg/default.asp?lang=Fr&n=AC2B7641-1> (Page consultée le 10 mars 2012).
- Environnement Canada (2011e). Potentiel de réchauffement planétaire. *In* Environnement Canada (EC). *Changements climatiques, Émissions canadiennes de gaz à effet de serre, Orientation sur la quantification des émissions de GES*, [En ligne].
<http://www.ec.gc.ca/ges-ghg/default.asp?lang=Fr&n=CAD07259-1> (Page consultée le 10 mars 2012).
- Environnement Canada (2010a). Dioxyde de carbone, dont la formule moléculaire est CO₂, [En ligne].
<http://www.ec.gc.ca/toxiques-toxics/Default.asp?lang=Fr&n=98E80CC6-1&xml=DF76322C-49E3-4335-811F-D0E1DA54938A> (Page consultée le 24 janvier 2012).
- Environnement Canada (2010b). Méthane, dont la formule moléculaire est CH₄, [En ligne].
<http://www.ec.gc.ca/toxiques-toxics/Default.asp?lang=Fr&n=98E80CC6-1&xml=34BCA9B2-5EAF-4203-BB4D-5AAA517693F8> (Page consultée le 18 janvier 2012).
- Environnement Canada (2010c). Oxyde nitreux, dont la formule moléculaire est N₂O, [En ligne].
<http://www.ec.gc.ca/toxiques-toxics/Default.asp?lang=Fr&n=98E80CC6-1&xml=1D1D7312-8100-4BDC-89AE-2AFE65076BAF> (Page consultée le 13 janvier 2012).
- Fédération Canadienne des Municipalités (FCM), Centre pour le développement des collectivités viables et ICLEI Les Gouvernements Locaux pour le Développement Durable (s.d.). *Le développement des inventaires des émissions de gaz à effet de serre et de la consommation d'énergie : Guide pour les partenaires dans la protection du climat au Canada*, [En ligne].
http://www.fcm.ca/Documents/reports/PCP/Developing_Inventories_for_Greenhouse_Gas_Emissions_and_Energy_Consumption_FR.pdf (Page consultée le 10 mars 2012).

- Francoeur, L.G. (2012). Le retrait du protocole de Kyoto est-il illégal?. *In* Le Devoir, Environnement, Actualités sur l'environnement, [En ligne]. <http://www.ledevoir.com/environnement/actualites-sur-l-environnement/340287/le-retrait-du-protocole-de-kyoto-est-il-illegal> (Page consultée le 29 janvier 2012).
- Gaz métro (2005). Transport au gaz naturel. *In* Gaz métro. *Gaz métro, la vie en bleu*, [En ligne]. <http://www.corporatif.gazmetro.com/Le-Gaz-Naturel/Transport-Au-Gaz-Naturel.aspx?culture=fr-CA> (Page consultée le 13 avril 2012).
- Gouvernement Canada (2010). Plan sur les changements climatiques aux fins de la Loi de mise en œuvre du Protocole de Kyoto, [En ligne]. <http://www.climatechange.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=4D57AF05-1> (Page consultée le 24 janvier 2012).
- Gouvernement du Québec (2011). *Plan d'action 2011-2020 sur les véhicules électriques, Québec roule à la puissance verte!*, [En ligne]. <http://www.vehiculeselectriques.gouv.qc.ca/pdf/plan-action.pdf> (Page consultée le 12 avril 2012).
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2007). Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport synthèse, [En ligne]. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf (Page consultée le 17 janvier 2012).
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2006). Combustion mobile. *In* *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 2, Chapitre 3*, [En ligne]. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf (Page consultée le 9 mars 2012).
- Groupe de travail sur les transports en commun (GTTU) (2009). *Le transport en commun au Canada : un inventaire des progrès récemment réalisés*, [En ligne]. <http://www.comt.ca/french/urbainsprogres.pdf> (Page consultée le 11 avril 2012).
- Guide l'auto (2012). *Le Guide de l'auto*, [En ligne]. <http://www.guideautoweb.com/> (Page consultée le 10 avril 2012).
- ICF International, Toronto Atmospheric Fund and Toronto Environment Office (2007). *Greenhouse Gases and Air Pollutants in the City of Toronto Toward a Harmonized Strategy for Reducing Emissions*, [En ligne]. <http://www.toronto.ca/teo/pdf/ghg-aq-inventory-june2007.pdf> (Page consultée le 23 février 2012).
- Hydro-Québec (2012a). Lieux de recharge. *In* Hydro-Québec. Électrification des transports, [En ligne]. <http://www.hydroquebec.com/electrification-transport/lieux-recharge.html> (Page consultée le 12 avril 2012).
- Hydro-Québec (2012b). Durée de recharge d'un véhicule. *In* Hydro-Québec. Électrification des transports, [En ligne]. <http://www.hydroquebec.com/electrification-transport/duree-recharge.html> (Page consultée le 12 avril 2012).

- International Energy Agency (IEA) (2011). CO₂ Emissions from fuel combustion highlight, [En ligne]. http://www.iea.org/co2highlights/CO2_highlights.pdf (Page consultée le 20 janvier 2012).
- Larose, F. (2011). L'automobile, un choix par défaut? Étude de la dépendance à l'automobile. *In* Cités territoires gouvernance (CITEGO). *Mobilité urbaine*, [En ligne]. http://base.citego.info/fr/corpus_analyse/fiche-analyse-59.html (Page consultée le 29 mars 2012).
- Lefèbvre, J-F. et Romanelli, M. (2003). Quelques priorités pour la mise en œuvre du Protocole de Kyoto, [En ligne]. http://www.grame.org/quelques_priorites.pdf (Page consultée le 8 mars 2012).
- Les Conseillers ADEC inc. (2009). *Évaluation des coûts de la congestion routière dans la région de Montréal pour les conditions de référence de 2003*, [En ligne]. http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/Librairie/Publications/fr/regions/montreal/etude_eval_couts_congestion_mtl.pdf (Page consultée le 13 avril 2012).
- Lewis, P., Barcelo, M. et Larrivée C. (2002). *Améliorer la mobilité en aménageant autrement, Examen du potentiel des mesures et stratégies pour améliorer la mobilité entre Montréal et la Rive-Sud*, [En ligne]. <http://mapageweb.umontreal.ca/lewis/LP/lewis3a.pdf> (Page consultée le 8 mars 2012).
- Logé, H. (2006). *Inventaire des émissions de gaz à effet de serre 2002-2003, collectivité montréalaise*. Montréal, Centre d'impression numérique et de communications visuelles, 26 p.
- Loi sur la qualité de l'environnement, Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des véhicules automobiles, L.R.Q., c. Q-2, r. 17.
- Ministère des Affaires municipales, des régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT) (2010). *L'organisation municipale et régionale au Québec en 2010*, [En ligne]. http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/organisation_municipale/organisation_territoriale/organisation_municipale.pdf (Page consultée le 11 mars 2012).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (2011a). Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2009 et leur évolution depuis 1990, [En ligne]. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/changements/ges/2009/inventaire1990-2009.pdf> (Page consultée le 12 janvier 2012).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (2011b). État des lieux de la lutte contre les changements climatiques au Québec, [En ligne]. http://www.mddep.gouv.qc.ca/changements/plan_action/etat-lieux/etat-lieux.pdf (Page consultée le 20 janvier 2012).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (2009). Guide d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre d'un organisme municipal. *In* Développement durable, Environnement et Parcs, Québec. *Trousse d'information à*

- l'intention des municipalités*, [En ligne].
<http://www.mddep.gouv.qc.ca/programmes/climat-municipalites/guide-inventaire-GES.pdf> (Page consultée le 27 février 2012).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2008). Plan d'action 2006-2012. Le Québec et les changements climatiques : un défi pour l'avenir. In Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. Air, [En ligne]. http://www.mddep.gouv.qc.ca/changements/plan_action/2006-2012_fr.pdf (Page consultée le 22 janvier 2012).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (s.d.). Pour des collectivités engagées dans la lutte contre les changements climatiques, Une mesure du Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques. In Développement durable, Environnement et Parcs, Québec. Programme Climat municipalités, [En ligne]. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/programmes/climat-municipalites/depliant.pdf> (Page consultée le 27 février 2012).
- Ministère du Développement économique, de l'innovation et de l'Exportation (MDEIE) (2008). Stratégie de développement de l'industrie québécoise de l'environnement et des technologies vertes – 2008, [En ligne]. http://www.mdeie.gouv.qc.ca/fileadmin/contenu/publications/administratives/strategies/quebec_vert.pdf (Page consultée le 28 janvier 2012).
- Ministry of Environment British Columbia (s.d.). *Community Energy and Emissions Inventory*, [En ligne]. <http://www.env.gov.bc.ca/cas/mitigation/ceei/index.html> (Page consultée le 26 février 2012).
- Ministère de la Justice du Canada (2012a). Loi de mise en œuvre du Protocole de Kyoto (LMOPK), [En ligne]. <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/K-9.5/page-1.html> (Page consultée le 18 janvier 2012).
- Ministère de la Justice du Canada (2012b). Règlement sur les émissions de GES des automobiles à passagers et des camions légers, [En ligne]. <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-2010-201/page-1.html> (Page consultée le 25 janvier 2012).
- Ministère de la Justice du Canada (2012c). Le règlement sur les carburants renouvelables, [En ligne]. <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-2010-189/page-1.html> (Page consultée le 24 janvier 2012).
- Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) (2006). Stratégie énergétique du Québec 2006-2015: L'énergie pour construire le Québec de demain, [En ligne]. <http://www.mrn.gouv.qc.ca/publications/energie/strategie/strategie-energetique-2006-2015.pdf> (Page consultée le 25 janvier 2012).
- Muir, M. (2012a). Discussion au sujet des méthodes de quantification des émissions de GES utilisé dans le cadre du programme Climat municipalité. Communication orale. *Entrevue téléphonique menée par Marc-Olivier Gaudette Boisvert avec Mathieu Muir, conseiller technique GES chez Enviro-accès*, 5 mars 2012, Longueuil.

- Muir, M. (2012b). Discussion au sujet de la quantification des émissions suite à la mise en place de mesure de réductions. Communication orale. *Entrevue téléphonique menée par Marc-Olivier Gaudette Boisvert avec Mathieu Muir, conseiller technique GES chez Enviro-accès*, 23 mars 2012, Longueuil.
- New York City Mayor's Office of Long-Term Planning and Sustainability (2007). *Inventory of New York city greenhouse gas emissions*, [En ligne]. http://www.nyc.gov/html/om/pdf/ccp_report041007.pdf (Page consultée le 15 février 2012).
- Nissan Canada (s.d.). *La nouvelle voiture : caractéristiques*, [En ligne]. <http://nissan.ca/vehicules/ms/leaf/fr/features-and-specs.aspx> (Page consultée le 10 avril 2012).
- Olivier, M.J. (2009). *Chimie de l'environnement*. 6e édition, Lévis, Les productions Jacques Bernier, 368 p.
- Ouellet, M. (2006). « Le Smart Growth et le Nouvel Urbanisme : synthèse de la littérature récente et regard sur la situation canadienne ». In *Érudit. Cahiers de géographie du Québec*, vol. 50, n° 140, 2006, p. 175-193, [En ligne]. <http://www.erudit.org/revue/cgq/2006/v50/n140/014083ar.pdf> (Page consultée le 7 avril 2012).
- Poluga, G. (2011). *Réduction des émissions de GES du transport routier des personnes dans les municipalités québécoises : comparaison de méthodologies de quantification pour assurer un suivi et rendre compte des efforts*. Essai, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, 133 p.
- Protégez-vous (2012). *Guide annuel autos 2012*. Montréal, Éditions Protégez-vous, 96p.
- Ressources naturelles Canada (2009). Le bon \$ens au volant. In *Ressources naturelles Canada. Office of Energy Efficiency*, [En ligne]. <http://oe.nrcan.gc.ca/node/2041> (Page consultée le 11 mars 2012).
- Roberge, F. (2012). Discussion au sujet de la quantification des émissions suite à la mise en place de mesure de réductions. Communication orale. *Entrevue menée par Marc-Olivier Gaudette Boisvert avec François Roberge, directeur – Soutien à l'innovation chez Enviro-accès*, 12 mars 2012, Longueuil.
- Roulot-Ganzmann H. (2011). Le Transit-Oriented Development expliqué. In *Le Devoir.com. Politique*, [En ligne]. <http://www.ledevoir.com/politique/montreal/332067/le-transit-oriented-development-explique> (Page consultée le 9 avril 2012).
- Schiff, S. (2009). *Les TOD dans la région de Montréal : la demande et les barrières de l'offre*. Mémoire, Université de Montréal, Montréal, Québec, 185p.
- Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) (2011). Dossier statistique, bilan 2010 : accidents, parc automobile, permis de conduire. In *Société de l'assurance automobile*

du Québec. Sécurité routière, [En ligne].
<http://www.saaq.gouv.qc.ca/rdsr/sites/files/12011003.pdf> (Page consultée le 17 mars 2012).

Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) (2010). Dossier statistique, bilan 2009 : accidents, parc automobile, permis de conduire. *In* Société de l'assurance automobile du Québec. Sécurité routière, [En ligne].
<http://www.saaq.gouv.qc.ca/rdsr/sites/files/12009002.pdf> (Page consultée le 12 janvier 2012).

Société de transport de Montréal (STM) (2012). Des mesures préférentielles de bus qui vous mèneront en tête de peloton. *In* Société de transport de Montréal (STM). *Mouvement collectif, STM*, [En ligne]. http://www.mouvementcollectif.org/fr/grand_projets/des-mesures-preferentielles-de-bus-qui-vous-meneront-en-tete-de-peloton (Page consultée le 12 avril 2012).

Société de transport de Montréal (STM) (2010). En prenant le bus plutôt que votre auto, vous réduisez de plus de moitié vos émissions polluantes. *In* Société de transport de Montréal (STM). *Mouvement collectif, STM*, [En ligne].
http://www.mouvementcollectif.org/fr/gestes_verts/en-prenant-le-bus-plutot-que-votre-auto-vous-reduisez-de-plus-de-moitie-vos-emissions-polluantes (Page consultée le 4 avril 2012).

Société de transport de Montréal (STM) (2009). Les résultats, la propulsion hybride biodiesel-électrique à la STM, *In* Société de transport de Montréal, Bulletin d'information sur la mise à l'essai des bus hybrides à la STM, [En ligne]. <http://www.stm.info/en-bref/images/depliant09juin.pdf> (Page consultée le 12 avril 2011).

Société de transport de Montréal (2003). Le transport en commun : un choix pour l'environnement. *In* Société de transport de Montréal. *Mémoire préparé dans le cadre des auditions publiques sur la mise en œuvre du protocole de Kyoto au Québec*, [En ligne]. http://www.stm.info/en-bref/memoire_kyoto.pdf (Page consultée le 4 avril 2012).

Société de transport de Montréal (STM) (s.d.a). *Mouvement collectif, STM*, [En ligne].
<http://www.mouvementcollectif.org/fr> (Page consultée le 27 mars 2012).

Société de transport de Montréal (STM) (s.d.b). Merci de respecter nos voies réservées. *In* Société de transport de Montréal (STM). *Info STM*, [En ligne].
<http://www.stm.info/info/infostm/2009/091117.pdf> (Page consultée le 14 avril 2012).

Société de transport de l'Outaouais (STO) (2012). Voies réservées. *In* Société de transport de l'Outaouais (STO). Services, [En ligne].<http://www.sto.ca/index.php?id=50&L=fr> (Page consultée le 10 avril 2012).

Société de financement des infrastructures locales (SOFIL) (s.d.). *Missions et loi*, [En ligne].
<http://www.sofil.gouv.qc.ca/mission/index.asp> (Page consultée le 12 avril 2012).

- Tecult inc. (2008). *Inventaire global des émissions de gaz à effet de serre de l'agglomération de Québec*, [En ligne]. http://www.ville.quebec.qc.ca/publications/docs_ville/rapport_inventaire_ges_2008.pdf (Page consultée le 28 février 2012).
- Terre en santé (s.d.a). Les véhicules hybrides. *In Terre en santé. Terre en santé, Pour des êtres en santé*, [En ligne]. <http://www.terreensante.com/vehicule/vehicule-hybride.php> (Page consultée le 2 avril 2011).
- Terre en santé (s.d.b). Voiture électrique, fonctionnement. *In Terre en santé. Terre en santé, Pour des êtres en santé*, [En ligne]. <http://www.terreensante.com/vehicule/vehicule-electrique-fonctionnement.php> (Page consultée le 2 avril 2011).
- The Kent Group (2012a). *Kent Marketing Services Limited MJ Ervin and Associated*, [En ligne]. <http://www.kentmarketingservices.com/dnn/Default.aspx?tabid=40> (Page consultée le 20 février 2012).
- The Kent Group (2012b). *Kent Marketing Services Limited MJ Ervin and Associated*, [En ligne]. <http://www.kentmarketingservices.com/dnn/Default.aspx?tabid=75> (Page consultée le 20 février 2012).
- Transports Canada (2012). Demande pour le programme écomobilité. *In Transports Canada, Environnement*, [En ligne]. <http://www.tc.gc.ca/fra/programmes/environnement-ecomobilite-participer-fra-582.htm> (Page consultée le 7 avril 2012).
- Transports Canada (2010a). Module de conversion au propane liquide Roush Clean Tech installé dans une camionnette Ford Econoline E-150. *In Transports Canada, Environnement*, [En ligne]. <http://www.tc.gc.ca/fra/programmes/environnement-etv-vehicules-ficheeconoline-fra-2354.htm> (Page consultée le 8 avril 2012).
- Transports Canada (2010b). Gaz naturel comprimé (GNC). *In Transports Canada, Environnement*, [En ligne]. <http://www.tc.gc.ca/fra/programmes/environnement-etv-comprime-fra-159.htm> (Page consultée le 6 avril 2012).
- Transports Canada (2010c) Les véhicules alimentés au propane. *In Transports Canada, Environnement*, [En ligne]. <http://www.tc.gc.ca/fra/programmes/environnement-etv-vehicules-ficheeconoline-fra-1966.htm> (Page consultée le 6 avril 2012).
- Transports Canada (2010d). Autobus hybrides. *In Transports Canada, Environnement*, [En ligne]. <http://www.tc.gc.ca/fra/programmes/environnement-pdtu-etudedecas-ec71f-autobushybrides-272.htm> (Page consultée le 13 avril 2012).
- Transports Canada (2010e). Projets retenus – écomobilité. *In Transports Canada, Environnement*, [En ligne]. <http://www.tc.gc.ca/fra/programmes/environnement-ecomobilite-projetsretenus-fra-141.htm> (Page consultée le 2 avril 2012).
- Transports Québec (2007a). Effet de serre et changements climatiques, [En ligne]. <http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/environnement/chang>

ements_climatiques/effet_serre_changements_climatiques (Page consultée le 13 janvier 2012).

Transports Québec (2007b). Politique québécoise du transport collectif 2006 : pour offrir de meilleurs choix aux citoyens, [En ligne].
http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/grand_public/transport_collectif/politique_quebecoise_transport_collectif (Page consultée le 25 janvier 2012)

Transports Québec (2007c). Enquêtes origine-destination. *In* Gouvernement du Québec, *Ministère, Recherche et innovation, Modélisation des systèmes de transport*, [En ligne].
http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/recherche_innovation/modelisation_systemes_transport/enquetes_origine_destination (Page consultée le 18 mars 2012).

Transports Québec (2007d). Méthodologie. *In* Gouvernement du Québec, *Ministère, Recherche et innovation, Modélisation des systèmes de transport, Enquêtes origine-destination*, [En ligne].
http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/recherche_innovation/modelisation_systemes_transport/enquetes_origine_destination/methodologie (Page consultée le 18 mars 2012).

Transports Québec (2007e). Modèles d'évaluation des émissions polluantes et des GES. *In* Gouvernement du Québec, *Ministère, Recherche et innovation, Modélisation des systèmes de transport*, [En ligne].
http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/recherche_innovation/modelisation_systemes_transport/modele_evaluation_emissions_polluantes_ges (Page consultée le 18 mars 2012).

Transports Québec (2007f). Conduire en polluant moins. *In* Transports Québec. *Ministère*, [En ligne].
http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/environnement/changements_climatiques/mobilite_durable/conduire_polluant_moins#entretien (Page consultée le 10 avril 2012).

Transports Québec (2007g). Efficacité énergétique dans le transport routier des personnes. *In* Transports Québec. *Ministère*, [En ligne].
http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/programmes_aide/transport_collectif/effi_energ_transp_routi_person (Page consulté le 13 avril 2012).

Transports Québec (2007h). Transport collectif des personnes et de la SOFIL. *In* Transport Québec. *Entreprises*, [En ligne].
http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/entreprises/transport_collectif/programmes_aide/transport_collectif_personnes (Page consultée le 13 avril 2012).

Turcotte, M. (2008). *Dépendance à l'automobile dans les quartiers urbains, La vie dans les régions métropolitaines*, [En ligne]. <http://www.statcan.gc.ca/pub/11-008-x/2008001/article/10503-fra.htm> (Page consultée le 11 mars 2012).

- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (2012a). État des ratifications. In UNFCCC. Informations introductives, La convention, [En ligne]. http://unfccc.int/portal_francophone/essential_background/convention/status_of_ratification/items/3271.php (Page consultée le 15 janvier 2012).
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (2012b). La Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. In UNFCCC. Informations introductives, La convention, [En ligne]. http://unfccc.int/portal_francophone/essential_background/convention/items/3270.php (Page consultée le 18 janvier 2012).
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (2012c). Le Protocole de Kyoto. In UNFCCC. Informations introductives, [En ligne]. http://unfccc.int/portal_francophone/essential_background/kyoto_protocol/items/3274.php (Page consultée le 18 janvier 2012).
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (2012d). État de la ratification. In UNFCCC. Informations introductives, Le Protocole de Kyoto, [En ligne]. http://unfccc.int/portal_francophone/essential_background/kyoto_protocol/status_of_ratification/items/3346.php (Page consultée le 25 janvier 2012).
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (2012e). Le Protocole de Kyoto, un résumé. In UNFCCC. Informations introductives, La température monte, [En ligne]. http://unfccc.int/portal_francophone/essential_background/feeling_the_heat/items/3294.php (Page consultée le 20 janvier 2012).
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (1992). Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, [En ligne]. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convfr.pdf> (Page consultée le 23 janvier 2012).
- Ville de Laval (s.d.). Guide des pratiques écoresponsables dans les transports, [En ligne]. http://www.ville.laval.qc.ca/wlav2/docs/folders/portail/fr/guichet_municipal/publications/environnement/guideco_transport.pdf (Page consultée le 12 avril 2012).
- YHC Environnement (2008). *Inventaire des émissions de gaz à effet de serre de la Ville de Laval (1990-2007)*, [En ligne]. http://www.ville.laval.qc.ca/wlav2/docs/folders/portail/fr/guichet_municipal/publications/environnement/inventaire_laval_emission_gaz.pdf (Page consultée le 18 février 2012).

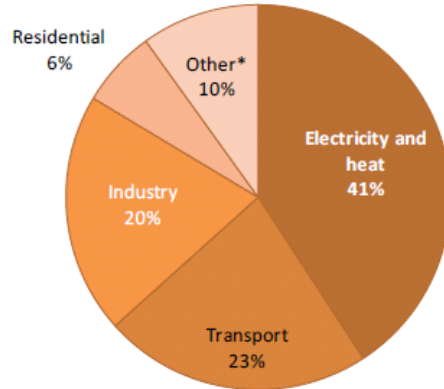
BIBLIOGRAPHIES

- Agriculture, Pêcheries et Alimentation (MAPAQ) (2010). Changements climatiques, [En ligne]. <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/Agroenvironnement/bonnespratiques/Pages/changementsclimatiques.aspx> (Page consultée le 18 janvier 2012).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2002). Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques : Programmes. In Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. [En ligne]. http://www.mddep.gouv.qc.ca/changements/plan_action/programmes.htm (Page consultée le 18 janvier 2012).
- Environnement Canada (2010). Exigences du Protocole de Kyoto. In Environnement Canada. Changements climatiques, [En ligne]. <http://www.ec.gc.ca/ges-ghg/default.asp?lang=Fr&n=055E1994-1> (Page consultée le 18 janvier 2012).
- Équiterre (2009). Pour un Québec libéré du pétrole en 2030. In Publications *Équiterre* [En ligne]. <http://www.equiterre.qc.ca/publication/pour-un-quebec-libere-du-petrole-en-2030-2009> (Page consultée le 8 novembre 2010).
- Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région d'Île-de-France (IAURIF) (2007). *Bilan carbone de la région Île-de-France opération expérimentale bilan carbone® - collectivités territoriales de l'ADEME : volets territoire et patrimoine*, [En ligne]. http://www.iau-idf.fr/fileadmin/etudes/etude_371/pdf_bilan_carbone_ia_48947.pdf (Page consultée le 29 février 2012).
- Khouchane, M. (2008). Les options disponibles pour le secteur des transports afin de réduire sa contribution aux gaz à effet de serre. Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, 124 p.
- Laliberté, P. (2002). Un développement urbain pour réduire concrètement la dépendance à l'automobile. In *Vertigo*, La revue électronique en sciences de l'environnement, Volume 3 numéro 2, La ville et l'environnement, [En ligne]. <http://vertigo.revues.org/3815> (Page consultée le 17 mars 2012).
- Muir, M. (2009). *Solutions de réduction des émissions de gaz à effet de serre pour les municipalités*. Essai, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, 73 p.
- Perreault, M. (2009). *Émissions de gaz à effet de serre au Québec : évaluation de la performance de mesures permettant de réduire l'utilisation des véhicules de promenade*. Essai, Université de Sherbrooke, Québec, Québec, 145 p.
- Smart Planning for Communities, Fraser Basin Council et the Union of BC Municipalities (2012). Sustainable Transportation. In Province of BC. *BC Climate action toolkit, Community wide, Actions for transportation*, [En ligne]. <http://www.toolkit.bc.ca/solution/transportation> Page consultée le 3 avril 2012).

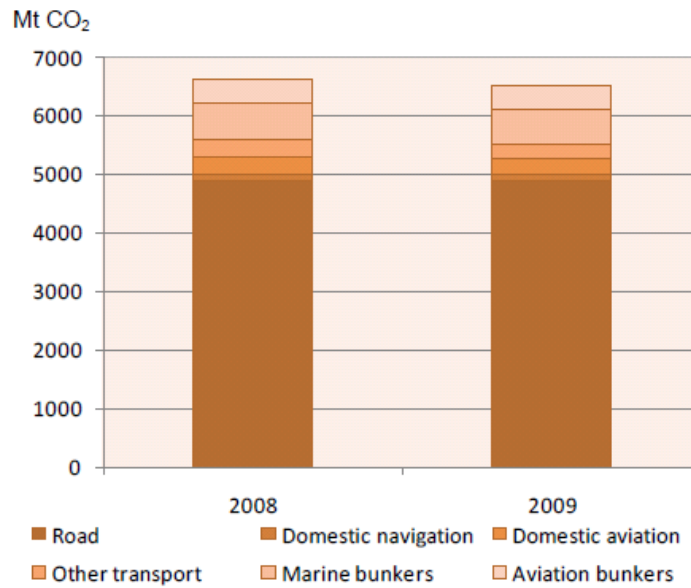
- STANTEC (2009). *City of Hamilton: air pollutant and ghg inventory project*, [En ligne].
http://www.hamilton.ca/NR/rdonlyres/5315F3FE-E2FF-4735-B414-0A2403713699/0/FINALREPORT_AirPollutantGHGInventory.pdf (Page consultée le 23 février 2012).
- Transports Québec (2007a). Choisir la bonne voiture. *In* Transports Québec. *Ministère*,
http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/environnement/changements_climatiques/mobilite_durable/choisir_bonne_voiture [En ligne]. (Page consultée le 10 avril 2012).
- Transports Québec (2007b). Vers une mobilité durable. *In* Transports Québec. *Ministère*,
http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/environnement/changements_climatiques/mobilite_durable [En ligne]. (Page consultée le 10 avril 2012).
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (2012a). Les organes de la Convention. *In* UNFCCC. Informations introductives, La Convention, [En ligne].
http://unfccc.int/portal_francofone/essential_background/convention/convention_bodies/items/3280.php (Page consultée le 27 janvier 2012).
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (2012b). Les corps constitués. *In* UNFCCC. Informations introductives, La Convention, Les organes de la Convention, [En ligne].
http://unfccc.int/portal_francofone/essential_background/convention/convention_bodies/constituted_bodies/items/3272.php (Page consultée le 26 janvier 2012).
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (2012c). Les groupes de parties. *In* UNFCCC. Informations introductives, La Convention, Les organes de la Convention, [En ligne].
http://unfccc.int/portal_francofone/essential_background/convention/convention_bodies/party_groupings/items/3273.php (Page consultée le 28 janvier 2012).

Annexe 1. Répartition des émissions mondiales de GES par secteur en 2009

tiré de CO₂ Emissions from fuel combustion highlight, IEA, 2011, p.9



tiré de CO₂ Emissions from fuel combustion highlight, IEA, 2011, p.10



Annexe 2. Répartition des émissions canadiennes de GES entre 1990 et 2009

tiré du Rapport d'inventaire national 1990-2009 Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada sommaire, Environnement Canada, 2011, p. 3

Catégories de gaz à effet de serre	1990	1995	2000	2005	2008	2009
	<i>kt d'éq. CO₂</i>					
TOTAL ¹	590 000	640 000	716 000	731 000	732 000	690 000
ÉNERGIE	468 000	508 000	586 000	595 000	597 000	566 000
b. Transport ²	146 000	160 000	180 000	193 000	196 000	190 000
Aviation civile interne	7 200	6 600	7 500	7 700	7 800	7 200
Transport routier	96 700	107 000	118 000	130 000	132 000	131 000
Véhicules légers à essence	45 500	43 800	41 900	40 000	39 700	41 400
Camions légers à essence	20 300	27 300	36 300	42 500	42 600	41 300
Véhicules lourds à essence	7 440	6 230	5 460	6 540	6 840	6 990
Motos	152	125	161	254	264	245
Véhicules légers à moteur diesel	469	429	466	574	652	663
Camions légers à moteur diesel	702	1 310	1 660	1 930	2 020	1 940
Véhicules lourds à moteur diesel	20 000	26 100	30 900	37 600	39 200	38 200
Véhicules au propane et au gaz naturel	2 200	2 100	1 100	720	880	780
Transport ferroviaire	7 000	6 000	7 000	6 000	7 000	7 000
Transport maritime interne	5 000	4 400	5 100	6 400	5 900	5 100
Autres	30 000	36 000	43 000	43 000	43 000	40 000
Véhicules hors route à essence	7 800	7 700	8 800	8 300	7 400	7 600
Véhicules hors route à moteur diesel	16 000	16 000	23 000	24 000	28 000	26 000
Pipelines	6 850	11 900	11 200	10 100	7 460	6 320

Annexe 3. Variations des émissions de GES au Québec entre 2005 et 2009 selon les catégories de sources

tiré de l'Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2009 et leur évolution depuis 1990, Développement durable, Environnement et Parcs, Québec, 2011, p. 11

Catégories des sources	Émissions (Mt éq. CO ₂)					Variations des émissions de 2005 à 2009		Variations des émissions de 2008 à 2009	
	2005	2006	2007	2008	2009	Mt éq. CO ₂	%	Mt éq. CO ₂	%
Transport	34,04	33,90	35,25	35,81	35,57	1,53	4,5	- 0,24	- 0,7
Transport routier	27,60	27,53	27,04	27,24	27,07	- 0,54	- 1,9	- 0,17	- 0,6
Autres transports ⁷	3,62	3,72	4,44	5,41	5,66	2,04	56,4	0,26	4,8
Transport aérien	0,77	0,75	0,82	0,79	0,75	- 0,03	- 3,3	- 0,04	- 5,6
Transport ferroviaire	0,69	0,75	0,86	0,86	0,77	0,08	11,1	- 0,09	- 10,4
Transport maritime	1,35	1,15	1,19	1,51	1,32	- 0,02	- 1,8	- 0,19	- 12,6
Total	86,39	84,99	87,15	83,28	81,79	- 4,60	- 5,3	- 1,49	- 1,8

Annexe 4. Variations des émissions de GES au Québec entre 1990 et 2009 selon les catégories de sources

tiré de l'Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2009 et leur évolution depuis 1990, Développement durable, Environnement et Parcs, Québec, 2011, p. 9

Catégories des sources	Émissions (Mt éq. CO ₂)		Variations des émissions de 1990 à 2009		Part du secteur en 2009
	1990	2009	Mt éq. CO ₂	%	
Transport	27,44	35,57	8,13	29,6	43,5
Transport routier	20,30	27,07	6,77	33,4	33,1
Autres transports ⁵	4,31	5,66	1,36	31,5	6,9
Transport aérien	0,86	0,75	- 0,11	- 13,3	0,9
Transport ferroviaire	0,57	0,77	0,20	35,1	0,9
Transport maritime	1,41	1,32	- 0,09	- 6,0	1,6
Total	83,85	81,79	- 2,06	- 2,5	100,0

Annexe 5. Variations des émissions de GES au Québec entre 1990 et 2009 selon différents véhicules routiers

tiré de l'Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2009 et leur évolution depuis 1990, Développement durable, Environnement et Parcs, Québec, 2011, p. 13

Transport routier	Émissions (Mt éq. CO ₂)		Variations des émissions de 1990 à 2009		Part du secteur en 2009
	1990	2009	Mt éq. CO ₂	%	
Automobiles	11,89	11,08	- 0,80	- 5,2	41,0
Camions légers	3,91	7,89	3,78	96,8	28,4
Véhicules lourds	4,56	8,19	3,63	79,6	30,3
Autres (motocyclettes, véhicules au gaz naturel)	0,14	0,10	- 0,04	- 28,3	0,4
Total	20,30	27,07	6,77	33,4	100,0

Annexe 6. Variation des types de véhicules de promenade entre 2004 et 2009

tiré du tableau 85 du Dossier statistique, bilan 2009 : accidents, parc automobile, permis de conduire, SAAQ, 2010, p.149

Type d'utilisation et type de véhicule	Année						Variation	
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2009/ 2008	2009/ 2004 à 2008
	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	%	%
Promenade								
Automobile et camion léger	3 803 547	3 862 986	3 935 448	4 022 129	4 105 208	4 202 447	2,4	6,5
- Automobile	2 847 525	2 871 969	2 899 086	2 932 451	2 972 370	3 000 245	0,9	3,3
- Camion léger	955 337	990 193	1 035 485	1 088 787	1 132 018	1 201 962	6,2	15,5
- Non précisé ¹	685	824	877	891	820	240	- 70,7	- 70,7
Motocyclette	122 865	131 952	132 806	136 202	135 505	129 139	- 4,7	- 2,1
Cyclomoteur	22 899	26 108	30 618	34 616	38 034	36 469	- 4,1	19,7
Habitation motorisée	8 143	8 320	8 829	9 635	9 400	9 900	5,3	11,7

Annexe 7. Classification des véhicules de l'inventaire de Toronto

tiré de ICF International *et al.*, 2007, p.14 et 15

