



Association des transports du Canada

***Se déplacer intelligemment –
Inventaire des options de réduction
de la consommation d'énergie et des
émissions de GES dans les villes
canadiennes***

BOÎTE À OUTILS DE MESURES

Avril 2016

AVIS DE NON-RESPONSABILITÉ

Le contenu du présent document a fait l'objet d'une recherche attentive et d'une préparation minutieuse. Cependant, l'exactitude de son contenu ou des extraits de publication utilisés à des fins de référence ne peut être garantie de manière expresse ou implicite. Le fait de diffuser ce document n'engage en rien la responsabilité de l'ATC, de ses chercheurs ou de ses collaborateurs dans le cas d'omissions, d'erreurs ou de fausses informations susceptibles de résulter de l'utilisation ou de l'interprétation du contenu du document.

L'Association des transports du Canada (ATC) emploie exclusivement l'orthographe traditionnelle dans ses publications, et non la nouvelle orthographe.

Droits réservés 2016 par
Association des transports du Canada
2323, boul. St-Laurent, Ottawa (Ontario) K1G 4J8
Téléphone (613) 736-1350 ~ Télécopieur (613) 736-1395
www.tac-atc.ca

ISBN 978-1-55187-607-8

FORMULAIRE DE DOCUMENTATION DE RAPPORT DE L'ATC

Titre et sous-titre Se déplacer intelligemment – Inventaire des options de réduction de la consommation d'énergie et des émissions de GES dans les villes canadiennes		
Date du rapport Avril 2016	Nom et l'adresse de l'organisme de coordination Association des transports du Canada 2323, boul. St. Laurent Ottawa (ON) K1G 4J8	No. ITRD
Auteur(s) Chee F Chan, Alex Kleiner, Arriane Touchette-Lacasse, Rozenn Aignel, Tanya Estwick-Lepage, James Jarrett, Geneviève Charette, Nadine Lafond		Nom et adresse de l'organisme affilié AECOM Canada Inc. 228, boulevard Saint-Joseph, bureau 303 Gatineau (Québec) Canada J8Y 3X4
Résumé <p>Au cours de la dernière décennie, de nombreuses administrations gouvernementales au Canada se sont fixé des objectifs ambitieux en matière de réduction de la consommation énergétique et/ou de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES). Puisque le secteur des transports compte pour près du tiers de la consommation énergétique au Canada, il est essentiel d'apporter d'importants changements aux habitudes de transports, à la répartition modale et aux moyens technologiques pour atteindre ces objectifs.</p> <p>Le présent rapport vise à offrir au lecteur des idées pour réduire les émissions de GES liées au transport urbain et à l'aider à déterminer, évaluer et choisir les mesures ou les séries de mesures les plus appropriées lorsque se présente l'occasion d'une politique, d'un programme ou d'un projet. Le lecteur pourra se servir de l'information que donne le présent rapport pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dresser une liste des mesures applicables à son territoire de compétence, d'après la population et le domaine de compétence (p. ex. un organisme responsable du transport collectif ou une administration municipale); • Présélectionner les mesures à étudier de façon plus approfondie, d'après un examen du potentiel de réduction des émissions de GES, des coûts, de la faisabilité technique et de l'acceptabilité sociale des mesures; • Analyser les possibilités de soutenir ou de compléter les interventions déjà en cours sur son territoire de compétence; • Mener des évaluations plus poussées des mesures dans leur contexte local afin de déterminer plus précisément les problèmes de faisabilité, les besoins budgétaires, le potentiel de réduction des émissions de GES et les contraintes; • Comprendre les avantages et les inconvénients des différentes mesures afin de bâtir une argumentation à l'appui des choix stratégiques; • Déterminer les contraintes et les obstacles qui devront être surmontés dans son secteur de compétence, ou qui pourraient justifier le rejet de certaines mesures; • Préparer un plan d'action d'après les facteurs à prendre en considération et le moment de la mise en œuvre. 		Mots-clés <ul style="list-style-type: none"> • Environnement • Planification de la circulation • Planification des transports • Analyse bénéfices-coûts • Contrôle des émissions • Conservation de l'énergie • Protection de l'environnement • Gaz à effet de serre • Planification • Politiques • Spécifications • Administration des transports • Milieu urbain
Information supplémentaire Citation documentaire recommandée : Chan, C. F., Kleiner, A., Touchette-Lacasse, A., Aignel, R., Estwick-Lepage, T., Jarrett, J., Charette, G et Lafond, N. 2015. <i>Se déplacer plus intelligemment – Inventaire des options de réduction de la consommation d'énergie et des émissions de GES dans les villes canadiennes</i> . Ottawa (Ontario) : Association des transports du Canada.		

REMERCIEMENTS

La production du document et de la base de données de *Se déplacer intelligemment – Inventaire des options de réduction de la consommation d'énergie et de réduction de la consommation d'énergie dans les villes canadiennes* a pu être réalisée grâce à la contribution financière de plusieurs organismes. L'ATC tient à remercier les partenaires de financement ci-dessous pour leur généreuse contribution au projet :

- Transports Alberta
- Ville de Calgary
- Ville de Guelph
- Ville de Toronto
- Ville de Vancouver
- Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports du Québec
- Ministère des Transports de l'Ontario
- Département de l'Énergie de la Nouvelle-Écosse
- Municipalité régionale de Waterloo
- TransLink
- Transports Canada
- Union des municipalités du Québec
- Ville de Montréal
- Ville de Québec

L'ATC aimerait aussi remercier les représentants des organisations suivantes pour leur participation dans l'atelier, les webinaires et leurs contributions à la révision du rapport final :

- BC Transit
- Ville de Shawinigan
- Community Energy Association
- Metro Vancouver
- Société des Transports de Montréal

COMITÉ DIRECTEUR DE PROJET

Le présent rapport a été produit sous la supervision du Comité directeur de projet formé de membres bénévoles. Nous tenons à remercier les membres du Comité qui ont participé aux travaux réalisés tout au long de ce projet.

- **Martin Hotte (co-président)**, Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports du Québec
- **Lyle Walker (co-président)**, TransLink
- **Dominic Aubé**, Ville de Québec
- **André Bourbeau, Geoff Burgess**, Transports Canada
- **Stéphane Brice, Thomas Bissuel-Roy**, Ville de Montréal
- **Winston Chou, Lon LaClaire**, Ville de Vancouver
- **Karen Daniels**, Département de l'Énergie de la Nouvelle-Écosse
- **Rob Dolezel, Kimberly Scratch**, Ministère des Transports de l'Ontario
- **Peter Dzikowski**, Transports Alberta
- **Jennifer Juste, Justine Hall**, Ville de Guelph
- **Geoffrey Keyworth**, Municipalité régionale de Waterloo
- **John Mende**, Ville de Toronto
- **Craig Stackpole (gestionnaire de projet)**, Association des transports du Canada

Table des matières

Résumé	vii
1 Introduction.....	1
1.1 Réduire les émissions de GES liées au transport	2
1.2 Organisation du rapport	3
2 Émissions actuelles, prévisions d'émissions et éléments déterminants des émissions de GES liées aux transports.....	5
2.1 Émissions de GES actuelles et prévues du secteur des transports au Canada	5
2.1.1 Cibles des émissions de GES du Canada	7
2.2 Éléments déterminants des émissions de GES liées aux transports.....	8
2.2.1 Population et démographie.....	8
2.2.2 Perspectives économiques	11
2.2.3 Schémas de déplacement.....	11
2.2.4 Kilométrage et taux de possession de véhicule.....	13
2.2.5 Efficacité énergétique des véhicules	14
2.2.6 Teneur en carbone des carburants des véhicules	15
2.3 Résumé	15
2.3.1 Autres facteurs influant sur la demande de transport	16
3 Inventaire de mesures	17
3.1 Organisation du document.....	21
4 Réduire le kilométrage parcouru par les véhicules (KPV).....	23
4.1 Aménagement du territoire.....	23
4.2 Options de transport alternatif.....	33
4.2.1 Transport collectif.....	34
4.2.2 Transport collectif par taxi.....	42
4.2.3 Transport actif.....	46
4.2.4 Autopartage.....	52
4.2.5 Covoiturage.....	57
4.2.6 Télétravail	60
4.3 Mécanismes de tarification	61
4.3.1 Péages routiers et tarification de zones	62
4.3.2 Tarification kilométrique	66
4.3.3 Tarification d'assurance kilométrique	69
4.3.4 Taxe sur les carburants ou sur le carbone	73
4.3.5 Hausse des frais de stationnement.....	77
4.3.6 Offrir des indemnités en remplacement des frais de déplacement ou de stationnement	81
4.4 Gestion du stationnement.....	83
4.5 Camionnage	89
4.5.1 Améliorer la gestion logistique	90
4.5.2 Transfert modal	95
4.5.3 Inspection et entretien	97

5	Hausser le rendement des systèmes de transport et des conducteurs	101
5.1	Systèmes de transport intelligents	102
5.2	Optimiser la capacité de l'infrastructure	103
5.3	Gestion et respect des limites de vitesse	107
5.4	Optimisation des feux de circulation	110
5.5	Régulation des accès.....	113
5.6	Gestion des incidents.....	115
5.7	Mesures de priorité au transport collectif.....	118
5.8	Promotion de la conduite éconénergétique.....	121
6	Encourager l'adoption des technologies de remplacement pour les véhicules et les carburants	123
6.1	Encourager l'adoption des technologies de propulsion plus écoénergétiques pour les véhicules légers.	124
6.2	Implanter les nouvelles technologies pour les véhicules de transport collectif.....	133
6.3	Encourager l'adoption des nouvelles technologies pour les véhicules lourds.	140
6.4	Utiliser des carburants à faible teneur en carbone	147
7	Synthèse et mesures d'évaluation	153
7.1	Sommaire de l'applicabilité, de la responsabilité et de l'échéancier de mise en œuvre.....	153
7.1.1	Responsabilité de la mise en œuvre.....	153
7.1.2	Applicabilité aux petites, moyennes et grandes municipalités	156
7.1.3	Échéancier de mise en œuvre.....	156
7.2	Potentiel et échéancier de mise en œuvre des mesures de réduction de GES.....	157
7.2.1	Potentiel de réduction des GES	157
7.2.2	Échéancier de mise en œuvre.....	158
7.3	Coût de la mise en œuvre, faisabilité technique et acceptation sociale	160
7.3.1	Comparaison entre le potentiel de réduction des GES et le coût de mise en œuvre.....	161
7.3.2	Comparaison entre la faisabilité technique et le potentiel de réduction	165
7.3.3	Comparaison entre le potentiel de réduction des GES et l'acceptation sociale	167
8	Conclusions	171
8.1	Travaux à venir.....	174
9	Bibliographie	177

Liste des figures

Figure R-1	Comparaison entre le potentiel de réduction des GES et le coût de mise en œuvre pour l'organisme responsable.....	xviii
Figure 2-1	Part des émissions de GES des différents secteurs économiques au Canada, 2011	5
Figure 2-2	Émissions de GES réelles et prévues du transport de personnes et de marchandises par route et par rail de 2005 à 2030	7
Figure 2-3	Évolution des émissions canadiennes de GES dans tous les secteurs de 1990 à 2011, et prévisions jusqu'en 2020	8
Figure 2-4	Pyramides des âges (en milliers de personnes) de la population canadienne en 2013, 2020 et 2030	10
Figure 3-1	Aperçu des mesures de réduction des émissions de GES liées au transport urbain	18
Figure 4-1	Émissions de GES, par passager, des différentes options de transport	41
Figure 5-1	Augmentation du kilométrage par surface routière ajoutée en Californie	106
Figure 5-2	Réductions des arrêts grâce à la synchronisation des feux	112
Figure 5-3	Régulateur d'accès installé à Milwaukee, au Wisconsin	114
Figure 5-4	Sources relatives de congestion	117
Figure 5-5	Impacts des vitesses de déplacement des autobus hybrides et diesel	119
Figure 7-1	Comparaison entre le potentiel de réduction des GES et le coût de mise en œuvre pour l'organisme responsable.....	164
Figure 7-2	Comparaison entre le potentiel de réduction des GES et la faisabilité technique de la mise en œuvre	167
Figure 7-3	Comparaison entre le potentiel de réduction des GES et l'acceptation sociale de la mise en œuvre	168

Liste de tableaux

Tableau R-1	Description des mesures de réduction des émissions de GES attribuables au transport.....	ix
Tableau 2-1	Émissions de GES du secteur des transports de 1990 à 2011, et prévisions pour 2020 et 2030 (Mt éq. CO ₂).....	6
Tableau 2-2	Population réelle (2013) et prévue du Canada et des provinces (en milliers d'habitants)	9
Tableau 2-3	Taux de croissance annuels moyens du PIB au Canada	11
Tableau 2-4	Tendances dans les modes de transport (2001-2011).....	12
Tableau 2-5	Modes de transport selon la population des RMR (2011)	13
Tableau 2-6	Statistiques de l'utilisation des véhicules légers et des véhicules lourds au Canada de 1990 à 2012	14
Tableau 2-7	Consommation moyenne de carburant des véhicules légers et des véhicules lourds de 1990 à 2012.....	14
Tableau 3-1	Description des mesures de réduction des émissions de GES liées aux transports	19
Tableau 3-2	Description des considérations de mise en œuvre et des indicateurs de rendement	21
Tableau 4-1	Exemples de réduction des KPV et des GES pour les résidents d'AATC ou de zones semblables au Canada et aux États-Unis.....	32
Tableau 6-1	Nombre total de véhicules électriques immatriculés par province, juin 2015	126
Tableau 7-1	Sommaire de l'applicabilité, de la responsabilité et de l'échéancier de mise en œuvre	154
Tableau 7-2	Sommaire du potentiel et de l'échéancier de réduction des GES	159
Tableau 7-3	Sommaire des coûts de mise en œuvre, de la faisabilité technique et de l'acceptation sociale.....	160

Annexes

Annexe A – É Production d'énergie et émissions de GES au Canada – É Tendances et projections	189
Annexe B – Évaluation du potentiel de réduction des GES associé aux mesures	194

Résumé

À la lumière des impacts et risques majeurs associés aux changements climatiques, les municipalités et organismes régionaux de différentes régions du Canada s'efforcent de réduire la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre (GES) dans une vaste gamme de secteurs. Le présent rapport a été préparé pour aider les organismes municipaux et régionaux à mieux comprendre et évaluer les options disponibles pour réduire les émissions de GES dans le secteur du transport urbain.

Le transport urbain et les émissions de GES

Le transport urbain a pour but de faciliter le déplacement des personnes et des marchandises de façon efficace, abordable, sécuritaire et durable sur le plan environnemental. Toutefois, la grande dépendance aux carburants fossiles comme source principale d'énergie de propulsion a fait en sorte que le transport urbain contribue maintenant de façon importante aux émissions de GES totales produites au Canada. En 2011, le secteur des transports du Canada produisait environ un quart des émissions de GES totales au Canada (Gouvernement du Canada, 2014a). Sur les émissions totales produites en 2011, la contribution des automobiles, des camions légers et des motocyclettes correspondait à 52 %, celle du transport de marchandises par camions lourds et voies ferrées était de 32 %, et celle du transport collectif urbain correspondait à moins de 4 %. Les municipalités, les communautés métropolitaines et les autorités organisatrices du transport collectif, qui sont responsables en grande partie de l'aménagement du territoire, des infrastructures et des services qui appuient le transport urbain, contribueront de façon importante à réduire les émissions produites par ce secteur.

Les émissions de GES produites par le transport routier dépendent de plusieurs facteurs, soit notamment la densité de population et la démographie, l'activité économique, les modèles de déplacement, l'efficacité énergétique des véhicules et la teneur en carbone des carburants des véhicules. Les tendances récemment observées suggèrent que les émissions de GES produites par le transport routier des personnes, qui se sont stabilisées depuis 2005, diminueront tant en termes absolus par habitant d'ici 2030, et ce, malgré une augmentation de la demande de transport. La croissance de la population dans les centres urbains où des modes de transport autres que l'automobile sont régulièrement offerts, le départ à la retraite de la génération d'après-guerre, la tendance de la génération du millénaire à moins conduire, les gains réalisés en ce qui concerne l'efficacité énergétique des véhicules, ainsi que l'adoption du règlement fédéral sur le carburant renouvelable en 2010, entre autres, contribuent à la diminution des émissions de GES produites par le transport routier des personnes. Bien que l'efficacité énergétique des véhicules lourds s'améliore aussi, la croissance économique prévue ainsi que la demande accrue de transport de marchandises viendront annuler les gains réalisés en ce qui concerne l'efficacité énergétique des véhicules lourds. De plus, malgré les politiques et les mesures fédérales et provinciales mises en place en 2013, la croissance anticipée des émissions de GES attribuables aux véhicules lourds de transport de marchandises devrait surpasser la diminution prévue des émissions de GES produites par le transport des personnes. Les émissions combinées produites par le transport terrestre des personnes et de marchandises devraient augmenter de façon marginale de 150 Mt de GES/année¹ en 2011 à 151 Mt de GES/année en 2030 (Gouvernement du Canada, 2014a).

¹ 1 Mt de GES = 1 mégatonne ou 1 million de tonnes d'équivalents de CO₂.

Série de mesures visant à réduire les émissions de GES

Trois approches principales peuvent être adoptées pour réduire les émissions de GES produites par le transport urbain dans les zones urbaines. Ces mesures sont indiquées ci-dessous.

- **Réduire le kilométrage parcouru par les véhicules (KPV)** : réduire les distances parcourues par les véhicules pour le transport des personnes et de marchandises.
- **Améliorer l'efficacité des systèmes de transport et des conducteurs** : améliorer l'efficacité des systèmes de transport de sorte que plus de véhicules circulent dans des conditions optimales en termes de vitesse et de débit.
- **Encourager l'adoption des technologies de remplacements pour les véhicules et les carburants** : adopter et encourager l'adoption des véhicules qui utilisent des carburants et des technologies de remplacement qui offrent un meilleur rendement énergétique ou utilisent des sources d'énergie produisant moins de GES pour la propulsion.

Ces approches peuvent être mises en place dans le cadre de bon nombre de stratégies, politiques, projets ou initiatives, lesquels sont nommés des « mesures » dans le présent rapport. Ce rapport présente donc un ensemble de 30 mesures différentes relativement aux émissions de GES attribuables au transport, lesquelles mesures sont organisées en fonction de trois approches. L'approche intitulée « Réduire le kilométrage parcouru par les véhicules (KPV) » comporte une vaste gamme de mesures potentielles qui sont elles-mêmes divisées en cinq catégories.

Le Tableau R-1 présente les 30 mesures, lesquelles sont codées à l'aide de couleurs afin d'en faciliter l'identification. Afin d'aider les lecteurs à définir les mesures qui sont appropriées à leur situation, le

Tableau R-1 indique l'applicabilité des mesures en fonction de la taille des municipalités, les responsables de la mise en œuvre, l'échéancier de mise en œuvre, la réduction potentielle des émissions de GES attribuables au transport urbain et l'échéancier de réduction des GES. La faisabilité technique et l'acceptation sociale des mesures sont aussi traitées dans le présent rapport, mais elles ne font pas l'objet du présent résumé.

Tableau R-1 Description des mesures de réduction des émissions de GES attribuables au transport

Mesures	Responsables de la mise en œuvre*	Applicabilité**	Échéancier de mise en œuvre*	Potentiel de réduction ***	Échéancier de réduction*
Réduire le kilométrage parcouru par les véhicules (KPV)					
Aménagement du territoire					
1	Aménagement du territoire et croissance intelligente	Toutes	Mise en œuvre immédiate, continue	4	Long terme
Options de transport de remplacement					
2a	Accroître ou élargir l'offre de transport collectif	Toutes	Court terme	3 - 4	Moyen à long terme
2b	Améliorer les services de transport collectif existants	Toutes	Mise en œuvre immédiate, continue	3 - 4	Moyen à long terme
3	Offrir un service de transport collectif par taxi	P	Court terme	1	Court terme
4	Encourager le transport actif	Toutes	Immédiatement	3	Moyen à long terme
5	Offrir des services d'autopartage	M, G	Immédiatement	2 - 3	Court terme
6	Encourager le covoiturage	Toutes	Immédiatement	2 - 3	Court terme
7	Encourager le télétravail	Toutes	Immédiatement	2	Immédiatement
Mécanismes de tarification					
8	Instaurer des péages routiers et une tarification de zones	M, G	Court terme	3	Court terme
9	Instaurer une tarification kilométrique	Toutes	Court à moyen terme	5	Court terme
10	Instaurer une tarification d'assurance kilométrique	Toutes	Court à moyen terme	3 - 5	Court terme
11	Instaurer une taxe sur les carburants ou sur le carbone	Toutes	Court terme	5	Court terme
12	Hausser les frais de stationnement	M, G	Immédiatement	2 - 3	Immédiatement
13	Offrir des indemnités en remplacement des frais de déplacement ou de stationnement	M, G	Immédiatement	2 - 3	Immédiatement
Gestion du stationnement					
14	Optimiser l'utilisation des espaces de stationnement existants	M, G	Mise en œuvre immédiate, continue	1 - 2	Immédiatement
15	Réduire les exigences minimales des espaces de stationnement	M, G	Mise en œuvre immédiate, continue	1 - 2	Moyen à long terme
Camionnage					
16	Améliorer la gestion logistique	M, G	Mise en œuvre immédiate, continue	2 - 3	Court à moyen terme
17	Encourager le transfert modal du fret	Limitée	Immédiatement	1	Court à moyen terme
18	Améliorer l'inspection et l'entretien des camions	Toutes	Mise en œuvre immédiate, continue	1 - 2	Court terme

Améliorer l'efficacité des systèmes de transport et des conducteurs

19	Accroître la capacité des infrastructures	Organismes locaux, régionaux et provinciaux	Toutes	Court terme	1	Court terme, mais diminué à long terme
20	Gérer la capacité routière de manière dynamique	Municipalités, organismes de transport provinciaux	Toutes	Mise en œuvre immédiate, continue	1 – 2	Court terme
21	Instaurer des programmes de gestion dynamique de la vitesse	Municipalités, organismes de transport provinciaux	Toutes	Mise en œuvre immédiate, continue	3 – 4	Court terme
22	Optimiser le fonctionnement et la synchronisation des feux de signalisation	Municipalités	Toutes	Mise en œuvre immédiate, continue	2 – 3	Court terme
23	Instaurer la gestion intelligente des accès aux corridors routiers	Municipalités, ministères provinciaux des Transports	M, L	Immédiatement	3 – 4	Court terme
24	Améliorer la gestion des incidents de la circulation	Municipalités, organismes d'intervention	Toutes	Mise en œuvre immédiate, continue	3 – 4	Court terme
25	Instaurer des mesures de priorité au transport collectif	Organismes de transport collectif, municipalités	Toutes	Mise en œuvre immédiate, continue	2	Court terme
26	Encourager la conduite écoénergétique	Organismes gouvernementaux, conducteurs	Toutes	Mise en œuvre immédiate, continue	3 - 4	Court à moyen terme
Encourager l'adoption des technologies de remplacement pour les véhicules et les carburants						
27	Encourager l'adoption des technologies de propulsion plus écoénergétiques pour les véhicules légers	Industrie, gouvernement, compagnies locales d'électricité	Toutes	Mise en œuvre immédiate, continue	4 – 5	Moyen à long terme
28	Implanter les nouvelles technologies pour les véhicules de transport collectif	Industrie, gouvernements, organismes de transport collectif, compagnies locales d'électricité	Toutes	Immédiatement pour les hybrides, moyen terme pour les VPC/ VE.	1	Moyen à long terme
29	Encourager l'adoption des nouvelles technologies pour les véhicules lourds	Industrie du camionnage, gouvernement	Toutes	Immédiatement à moyen terme	4 - 5	Moyen à long terme
30	Utiliser des carburants à faible teneur en carbone	Gouvernements provinciaux et fédéraux	Toutes	Immédiatement	2	Court terme

* Les définitions sont fournies au chapitre 3. ** Toutes – toutes les municipalités, P – petites, M – moyennes, G – grandes municipalités. *** Potentiel très bas (1) à très élevé (5)

Responsables de la mise en œuvre

La réduction des émissions de GES attribuables aux transports nécessitera l'accomplissement d'efforts de la part d'une vaste gamme de parties prenantes. Toutefois, en tant que propriétaires et exploitants des infrastructures et des services de transport, les municipalités et sociétés de transport collectif devront contribuer de manière importante à la majorité des mesures d'optimisation de l'offre de transport et des systèmes de transport décrites dans le présent document. L'aménagement du territoire, la gestion du stationnement, la prestation de services de transport collectif, le transport actif, le contrôle de la circulation et l'optimisation des réseaux routiers et des systèmes de transport font partie des principales responsabilités des organismes locaux et régionaux, même si une partie du financement relatif à ces responsabilités peut provenir d'ordres de gouvernement supérieurs.

Les mesures qui sont habituellement du ressort provincial ou fédéral comprennent les mesures de tarification à l'échelle de l'économie comme la taxe sur le carbone et la tarification kilométrique, les normes de rendement énergétique des véhicules et la taxe sur le carbone. Les organismes provinciaux et fédéraux sont aussi responsables de certaines mesures liées au péage et aux infrastructures qui sont applicables aux routes ou aux ponts provinciaux en zones urbaines.

Pour plusieurs mesures, l'organisme principal responsable de la mise en œuvre est habituellement un organisme d'un secteur autre que le secteur public, même si les municipalités et les sociétés de transport collectif peuvent être des partenaires importants de la mise en œuvre. Les programmes de transport collectif par taxi ou d'autopartage sont habituellement offerts par des entreprises privées ou des organismes sans but lucratif. Les sociétés de transport collectif ou les municipalités locales peuvent préciser les exigences opérationnelles et faciliter la prestation de ces services par l'entremise de règlements de stationnement plus flexibles. Les programmes de navettage comme le covoiturage et les indemnités en remplacement des frais de déplacement ou de stationnement sont sous la responsabilité des employeurs du secteur public ou privé, mais les organismes publics peuvent contribuer à la sensibilisation à ces programmes et à leur coordination, ou ils peuvent même fournir du financement en vue de tels programmes. L'industrie automobile est quant à elle responsable de l'amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules, tandis que les gouvernements provinciaux et fédéral peuvent et ont adopté des normes et des incitatifs favorisant la réalisation de tels progrès. En ce qui concerne les technologies applicables aux véhicules et aux carburants, les municipalités peuvent déployer des infrastructures de recharge, permettre l'accès aux voies de circulation réservées (p. ex., les voies réservées aux véhicules multioccupants (VMO), adopter des règlements municipaux facilitant le stationnement et faire preuve de leadership en faisant l'acquisition de véhicules écoénergétiques. La gestion de la logistique du transport par camion, le transfert modal et l'amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules sont habituellement sous la responsabilité de l'industrie du camionnage, tandis que les organismes publics ont contribué à cet effort en communiquant de l'information, en offrant du soutien financier et en adoptant des normes.

Applicabilité des mesures en fonction de la taille de la municipalité

Un grand nombre de mesures peut s'appliquer aux municipalités de toutes tailles. L'aménagement du territoire et les options de transport de remplacement comme le transport collectif, le transport actif, le covoiturage et le télétravail peuvent aussi s'appliquer aux municipalités de toutes tailles, mais la portée et l'intensité de la mise en œuvre peuvent varier (p. ex., la géographie et le niveau de service). Les mesures de tarification à l'échelle de l'économie comme la taxe sur le carbone, la taxe sur les carburants, la tarification kilométrique ou la tarification d'assurance kilométrique s'appliquent sans

égard à la taille de la municipalité. La plupart des mesures applicables aux systèmes de transport et au rendement des véhicules peuvent être mises en œuvre dans toutes les municipalités, mais les municipalités où les problèmes de congestion sont plus grands tireront des bénéfices accrus de l'application des mesures assurant un meilleur débit de circulation et une réduction de la congestion routière (soit les moyennes et grandes municipalités). Enfin, les technologies favorisant l'amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules sont universelles et ne dépendent pas de la taille de la municipalité.

Certaines mesures ne s'appliquent qu'aux moyennes et grandes municipalités où la densité de la population, la demande de déplacements dans certains secteurs et la congestion routière sont plus grandes. Par exemple, les services d'autopartage ne peuvent probablement être mis en place que dans des secteurs où une densité de population suffisante permet d'assurer une utilisation suffisante et une viabilité financière de services continus d'autopartage. Les péages routiers, la tarification de zones et la hausse des frais de stationnement deviennent des options viables de réduction des émissions de GES lorsque la demande de déplacements et la congestion dans certains secteurs donnés, comme le centre-ville et les principaux centres d'emploi, sont grandes. De plus, le transport actif et le transport collectif permettent aux usagers de réduire leur temps de déplacement seulement si les routes sont congestionnées. Les grandes densités de population, la forte demande de déplacements et des problèmes de congestion routière sont des facteurs déterminants de l'efficacité de certaines mesures dans les grandes municipalités.

Échéancier de mise en œuvre

La plupart des mesures décrites dans cette trousse d'outils peuvent être mises en place par les organismes appropriés de façon immédiate ou à court terme, à condition qu'il existe une véritable volonté politique et que les contraintes financières aient été réglées (p. ex., disponibilité du financement et soutien des gouvernements supérieurs). En général, il faut prendre en compte quelques lacunes sur le plan des connaissances et des données techniques requises pour la mise en œuvre à court terme des politiques, des programmes et des projets qui appuient l'optimisation de l'aménagement du territoire, du transport collectif, du transport actif, du covoiturage, de l'autopartage, de la tarification, du stationnement et des systèmes de transport. De plus, certaines mesures, comme l'aménagement du territoire, l'optimisation des services existants de transport collectif et de l'utilisation des routes, ainsi que la gestion du stationnement, requièrent une mise en œuvre continue et soutenue à long terme. Certains facteurs de planification, de conception et de construction propres à l'identification d'un emplacement spécifique peuvent en ralentir la mise en œuvre. Toutefois, les nombreux exemples de telles mesures en Amérique du Nord illustrent que, sur le plan technique, elles peuvent être adoptées et intégrées aux politiques et aux plans lorsque l'occasion se présente (p. ex., dans le cadre des cycles d'examen de la planification).

Il est possible que certaines mesures ne puissent pas être mises en œuvre de façon immédiate ou à court terme. Notamment, la mise en œuvre complète ou à la grandeur d'une région de mécanismes de tarification peut nécessiter plus de temps dans certaines régions puisque ces mécanismes doivent être accompagnés d'options de transport de remplacement viables et attrayantes (c'est-à-dire d'un système de transport collectif bien établi) afin qu'une réduction importante des GES puisse être réalisée. Dans le cas contraire, les activités de transport et les activités économiques peuvent s'en trouver pénalisées, ou les voyageurs devront peut-être continuer à utiliser leurs véhicules. La mise en œuvre de mécanismes plus évolués de tarification kilométrique ou de tarification d'assurance kilométrique conçus pour faire le suivi des déplacements d'une personne en fonction de l'heure de la journée et de la zone de

déplacement n'est peut-être pas réalisable à court terme, puisque ces mécanismes nécessitent toujours la conception de dispositifs de suivi plus évolués de perception des frais.

Ces conclusions s'appliquent aussi aux nouvelles technologies de propulsion des véhicules. Les véhicules légers hybrides et électriques (VHE), les véhicules hybrides rechargeables (VHR) et les véhicules électriques à batterie (VEB) sont déjà offerts sur le marché canadien. Toutefois, le nombre limité de modèles offerts, les contraintes liées aux distances parcourues, les coûts d'acquisition initiaux et le nombre limité de bornes de recharge ralentissent l'adoption de ces technologies. Les administrations gouvernementales qui offrent des incitatifs financiers à l'achat de tels véhicules observent des taux d'électrification plus élevés de leurs parcs de véhicules légers. De plus, les municipalités et d'autres organismes peuvent continuer d'appuyer l'adoption des nouvelles technologies en effectuant un suivi continu et la démonstration de ces technologies, ainsi que le déploiement des bornes de recharge électrique. Ces mesures peuvent toutes être mises en place à court terme.

Potentiel de réduction des GES

Le présent rapport évalue de façon qualitative le potentiel des mesures à réduire les émissions de GES produites par les transports urbains (voir le **Error! Reference source not found.**). Cette évaluation repose sur l'examen de deux ouvrages importants publiés aux États-Unis qui comparaient les potentiels de réduction des GES dans le secteur des transports, un publié en 2009 par l'Urban Land Institute et l'autre publié en 2008 par Nelson\Nygaard Consulting Associates. Les résultats de ces examens ont été comparés à la part modale courante dans le secteur des transports au Canada et à la contribution de chaque mode de transport aux GES. L'annexe B du présent rapport fournit de l'information additionnelle sur cette analyse. Les résultats de cette analyse sont présentés du plus grand au plus faible potentiel de réduction des émissions de GES globales attribuables au transport urbain.

- Appliqués à l'échelle provinciale ou nationale, les **mécanismes de tarification à l'échelle de l'économie** comme la taxe sur le carbone, la tarification kilométrique et la tarification d'assurance kilométrique sont les mécanismes qui pourraient davantage contribuer à réduire les émissions de GES. Au Canada, ces mesures cibleraient les modes de transport routier qui contribuent à la production d'environ 150 Mt/année (> 80 %) d'émissions de GES dans le secteur des transports.
- L'application de **mécanismes de tarification plus régionaux ou locaux** peut aussi réduire de façon importante les émissions de GES attribuables aux transports, mais leur impact sera moins grand que celui des mesures de tarification à l'échelle de l'économie. Lorsque la demande de transport est élevée vers les zones centrales ou les principales zones d'emploi ou lorsque la congestion routière est grande sur les principales routes ou dans certaines zones, les péages routiers, la tarification en fonction de la congestion et la hausse des frais de stationnement peuvent servir d'incitatifs à l'adoption d'autres modes de transport.
- Les **technologies plus efficaces pour véhicules légers et lourds** peuvent également contribuer à réduire les émissions de GES attribuables aux transports. Les groupes motopropulseurs de remplacement pour les véhicules légers comme les véhicules hybrides rechargeables et les véhicules pleinement électriques peuvent grandement réduire ou éliminer la dépendance aux carburants fossiles pour la plupart des déplacements urbains dans les provinces où la production d'électricité engendre moins de GES. De même, les carburants de remplacement et les systèmes hybrides peuvent réduire de façon importante les émissions de GES produites par les camions utilisés en zones urbaines. L'amélioration de l'aérodynamisme des camions et les pneus offrant une faible résistance au roulement n'auront qu'un impact limité sur les émissions produites par le transport

urbain lorsqu'on compare cet impact à celui produit sur le transport interurbain, puisque les véhicules circulent habituellement plus lentement en zone urbaine.

- Les **stratégies de conduite écoénergétique** appliquées à l'échelle nationale pourraient avoir un impact relativement important sur les émissions de GES attribuables aux transports. Une fois de plus au Canada, une formation à grande échelle sur la conduite écologique pourrait cibler les conducteurs, qui produisent actuellement environ 150 Mt/année (> 80 %) des émissions de GES attribuables aux transports.
- Les **initiatives intégrées et efficaces de développement des transports et de l'aménagement du territoire** peuvent grandement contribuer à réduire le KPV, la longueur des déplacements et les émissions de GES, en particulier lorsqu'elles sont combinées à des mesures d'offre de transport alternatif comme le transport collectif et le transport actif. Au Canada, les mesures liées à l'aménagement du territoire, au transport collectif et au transport actif doivent cibler les déplacements effectués en véhicules légers, lesquels produisent un peu plus de 88 Mt/année (> 50 %) des émissions de GES attribuables au secteur des transports.
- Les **stratégies de navettage mises en place par les employeurs**, par exemple le covoiturage, la gestion de la demande et de la tarification du stationnement ainsi que les indemnités versées aux employés qui choisissent d'autres modes de transport, semblent avoir le même impact que les stratégies d'aménagement du territoire et de conduite écoénergétique.
- Les **initiatives d'offre de transport** individuelles ont été classées par ordre décroissant de l'impact qu'elles produisent sur la réduction des émissions de GES globales attribuables aux transports : élargir l'offre de transport collectif; stratégies ciblant les piétons; stratégies ciblant les cyclistes; l'autopartage; l'amélioration des niveaux de service du transport collectif.
- Les mesures visant à améliorer l'**efficacité des systèmes de transport** (notamment en réduisant la congestion et en améliorant le débit de la circulation) ont été classées par ordre décroissant de l'impact produit : gestion intelligente des accès aux corridors routiers, des incidents, des corridors routiers, des feux de signalisation. Au Canada, ces mesures d'amélioration de l'efficacité des systèmes doivent cibler tous les modes de transport véhiculaire qui produisent environ 150 Mt/année (> 80 %) des émissions de GES attribuables aux transports.
- Il a été démontré que les mesures de réduction du KPV lié au transport intermodal de marchandises ne pouvaient que légèrement réduire les émissions de GES globales produites par le transport urbain étant donné la portée restreinte de l'application de ces mesures dans les zones urbaines.
- L'étude *Moving Cooler* a conclu que toutes les initiatives d'expansion de la capacité de l'infrastructure routière, dont l'atténuation de goulots d'étranglement ciblés, finiraient par engendrer une hausse nette des émissions de GES cumulatives. Immédiatement après la construction des nouvelles infrastructures, on pourrait observer une réduction des émissions et une amélioration du débit de circulation, mais l'augmentation de la circulation éliminerait à long terme les gains réalisés en termes de réduction des émissions de GES.

L'étude *Moving Cooler* a conclu qu'un scénario de potentiel maximal d'un effort généralisé à l'échelle de l'ensemble des secteurs d'activité économique en vue de réduire les émissions de GES attribuables au secteur des transports aux États-Unis pourrait correspondre à une **réduction cumulative de 16 %** des émissions de GES attribuables au transport routier aux États-Unis sur l'horizon 2010 à 2050. Au Canada, on estime que les émissions attribuables au transport routier et ferroviaire des personnes et de marchandises entre 2015 et 2030 seront d'environ 2 415 Mt. Si un scénario d'effort maximal correspondant à celui de l'étude *Moving Cooler* était appliqué aux émissions de base du secteur routier canadien entre 2015 et 2030, on estime que la réduction des émissions de GES représenterait environ

386 Mt d'émissions de GES, ce qui correspond à une moyenne de 26 Mt de GES par année sur une période de 15 ans.²

Échéancier requis pour les réductions

Ce rapport indiquait l'échéancier de réduction des GES lorsque les mesures sont mises en place de façon immédiate ou à court terme (lorsque cela est possible). La mise en place de modèles d'aménagement du territoire et des transports efficaces peut entraîner une certaine réduction des émissions à court terme. Toutefois, le potentiel maximal de réduction des KPV et des déplacements découlant d'un aménagement intégré du territoire n'est habituellement réalisable qu'à long terme, soit lorsque ces mesures sont pleinement mises en œuvre. De même, lorsqu'on encourage les déplacements en transport collectif ou en transport actif pour réduire de façon immédiate les émissions de GES, le plein potentiel de ces mesures à l'échelle d'une région ne sera probablement réalisé qu'à moyen ou long terme en conjonction avec les mesures de soutien en matière d'aménagement du territoire.

Les mécanismes de tarification et de gestion du stationnement peuvent entraîner une réduction des émissions de GES à court terme en raison des impacts financiers directs sur les utilisateurs. De même, les mesures d'optimisation des systèmes de transport comme les politiques de contrôle de la vitesse, l'optimisation de la signalisation et de l'accès aux corridors routiers, ainsi que la gestion des incidents, peuvent rapidement améliorer le débit de circulation après leur mise en œuvre. Il est important de souligner que l'expansion de la capacité routière et des carrefours peut entraîner une amélioration immédiate du débit de circulation et une réduction des GES. Toutefois, si aucune autre mesure de contrôle n'est mise en place, la circulation accrue à long terme peut éliminer tous les gains réalisés en termes de réduction de GES.

Le plein potentiel des technologies de propulsion et de rendement des véhicules ne se réalise habituellement qu'à moyen ou long terme étant donné la longue période requise avant que les parcs de véhicules légers, de transport collectif et lourds puissent être renouvelés. Les technologies et les infrastructures de distribution ou de recharge électrique pour ces nouveaux véhicules sont aussi moins accessibles et moins répandues que les systèmes existants qui sont liés aux carburants fossiles, ce qui ralentit le rythme d'adoption des nouvelles technologies et restreint le potentiel de réduction des GES à court et moyen terme.

Comparaison entre le potentiel de réduction des GES et les coûts de mise en œuvre

Les valeurs attribuées au potentiel de réduction des émissions de GES des mesures sont évaluées en fonction du coût de mise en œuvre, pour l'organisme ou les organismes responsables de la mise en œuvre.³ Les mesures qui obtiennent les meilleurs résultats sont indiquées dans la partie supérieure gauche du graphique (zone ombragée de couleur bleu pâle). Les résultats de cette évaluation

² Pour obtenir cette valeur, on divise la réduction totale des émissions cumulatives sur 15 ans. Toutefois, la réduction annuelle observée au cours des premières années ne sera probablement pas aussi élevée, puisque les changements en matière d'aménagement du territoire et le remplacement du parc de véhicules ne produiront probablement pas une réduction importante des émissions à moyen ou long terme.

³ La mesure « potentiel de réduction des GES / coût de mise en œuvre » ne doit pas être confondue avec le terme « rentabilité ». La rentabilité décrit le coût de réduction d'une quantité donnée, par exemple une tonne d'émissions de GES (\$ / tonne de GES). L'évaluation de la rentabilité ne fait pas partie de la portée du présent rapport, puisque les ressources disponibles ne le permettent pas. L'information recueillie dans la documentation examinée ne permet pas non plus une comparaison de la rentabilité des différentes mesures. Une étude réalisée par Nelson/Nygaard fournit de l'information sur la rentabilité des différentes mesures en ce qui concerne le réseau de transport collectif rapide de la région Bay (Bay Area Rapid Transit System). L'annexe B du présent rapport présente cette information.

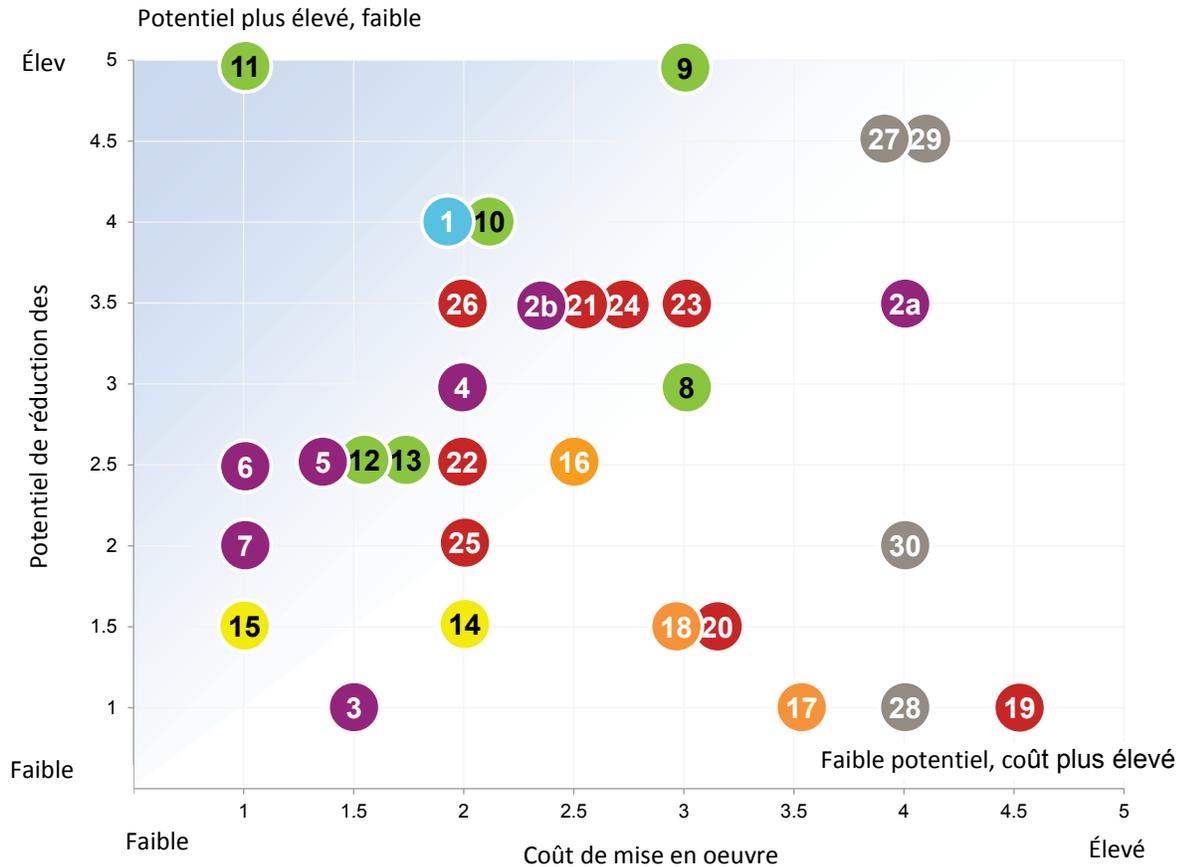
comparative sont indiqués à la Figure R-1 – Comparaison entre le potentiel de réduction des GES et le coût de mise en œuvre pour l'organisme responsable :

- La note attribuée à l'aménagement du territoire (1) est élevée en termes de réduction globale des GES et du coût modeste. Les coûts de mise en œuvre varient en fonction de la portée des changements apportés aux politiques, aux programmes et aux règlements examinés. Toutefois, comparativement aux autres mesures nécessitant un grand investissement de capital comme l'expansion du transport collectif ou de la capacité routière, la mise en œuvre de politiques d'aménagement du territoire est généralement associée à des coûts moins élevés.
- En termes d'options de transport alternatif, l'optimisation du transport collectif (2b) obtient une bonne note en ce qui a trait au potentiel de réduction globale des GES et au coût moyen de mise en œuvre. L'expansion du transport collectif (2a) offre aussi un grand potentiel de réduction des émissions de GES, mais la mise en œuvre de telles mesures requiert des investissements importants. L'amélioration du transport actif (4), le covoiturage (5), l'autopartage (6) et le télétravail (7) n'offrent généralement pas le même potentiel de réduction des émissions de GES que le transport collectif, mais leur faible coût de mise en œuvre leur permet de bien se classer en termes de potentiel de réduction et de coût de mise en œuvre.
- Les mécanismes de tarification (mesures 8 à 13) se situent généralement dans la moitié supérieure gauche du graphique. Ce classement est appuyé par la documentation consultée (Cambridge Systematics Inc., 2009), qui indique que les mécanismes financiers peuvent constituer de forts incitatifs à la réduction importante des émissions de GES. Outre la tarification kilométrique (9) et les péages routiers, leur mise en œuvre est habituellement peu coûteuse, puisqu'ils ne nécessitent en général que des changements programmatiques et administratifs et que les coûts en capital associés à l'acquisition d'équipement sont relativement faibles.
- Les mesures de contrôle du stationnement (14, 15) obtiennent des notes relativement faibles en ce qui a trait au potentiel de réduction globale des GES et au coût de mise en œuvre. Bien qu'elles soient relativement peu coûteuses, leur impact est limité à des zones centrales où la demande de stationnement est élevée.
- Les mesures visant à réduire les KPV des camions se situent au milieu et au bas du graphique. Sur les trois principales mesures examinées, la gestion logistique (16) obtient la note la plus élevée, puisque le coût de mise en œuvre de l'optimisation de l'offre existante est relativement faible. Le transfert modal (17) et les inspections des camions (18) n'entraînent aucun impact majeur pour le transport urbain en termes de réduction des GES. Le transfert modal est habituellement non viable pour les déplacements sur de courtes distances à l'intérieur même d'une zone urbaine. Ces deux mesures entraînent des coûts modérés en ce qui concerne l'exploitation de centres de transbordement ou des installations d'inspection.
- L'augmentation de la capacité d'un système de transport pour réduire la congestion et améliorer le débit de la circulation obtient une note peu élevée en ce qui a trait au potentiel de réduction globale des GES ainsi que du coût de mise en œuvre (mesures 19, 20). Bien qu'il puisse y avoir d'autres raisons d'augmenter la capacité des infrastructures (p. ex., le développement économique) et d'améliorer le débit de la circulation, ces mesures nécessitent de plus grands investissements en termes d'immobilisations et d'exploitation. De plus, l'amélioration des conditions de conduite et du début de circulation encourage les conducteurs à utiliser davantage leur véhicule, ce qui peut, à moyen et long terme, les encourager à effectuer plus de déplacements.
- Certaines mesures visant à améliorer le débit de circulation et à atténuer la congestion routière obtiennent des notes élevées, notamment les politiques de gestion et de réduction des limites de vitesse (21), des incidents (24), des accès aux corridors routiers (23) et de l'optimisation du

fonctionnement et de la synchronisation des feux de signalisation (22). Ces mesures ne reposent pas sur l'aménagement de voies additionnelles, et les municipalités peuvent introduire et mettent déjà ces mesures en œuvre (à l'exception de la gestion intelligente des accès aux corridors routiers) sur une base continue pour optimiser l'utilisation de leurs infrastructures existantes. De même, l'adoption de mesures de priorité au transport collectif (25) s'avère peu coûteuse. Les véhicules de transport collectif contribuent peu à l'ensemble des GES produits par le secteur des transports, mais les améliorations apportées aux heures des déplacements et à la fiabilité du service peuvent grandement contribuer au transfert modal.

- Une note élevée a été attribuée à la mesure qui consiste à encourager la conduite écoénergétique (26) pour tous les conducteurs à l'aide de programmes de sensibilisation et de formation relativement au potentiel de réduction globale des GES et au coût de mise en œuvre. La mise en place de programmes de sensibilisation et de formation est relativement peu coûteuse, et elle peut engendrer une réduction importante de la consommation de carburant si la conduite écoénergétique est adoptée à grande échelle.
- L'amélioration des technologies des véhicules légers et lourds (27, 29) est généralement une mesure coûteuse, mais qui produit aussi de grands impacts. Cette mesure peut engendrer une diminution importante de la consommation de carburant et des émissions de GES, mais elle nécessite un investissement majeur en termes de développement technologique pour les constructeurs automobiles; les exploitants ou propriétaires des véhicules doivent assumer des coûts d'acquisition plus élevés et les organismes locaux et régionaux doivent assurer le déploiement d'infrastructures de soutien. Toutefois, les économies réalisées en ce qui concerne les coûts d'exploitation n'ont pas été prises en considération dans cette évaluation. Les économies ainsi réalisées par les propriétaires de véhicules ou les exploitants de camions peuvent contrebalancer les coûts d'acquisition d'un véhicule, ce qui accroît l'attrait exercé par ces mesures.

Figure R-1 Comparaison entre le potentiel de réduction des GES et le coût de mise en œuvre pour l'organisme responsable



1	Aménagement du territoire	11	Taxe sur le carburant/carbone	21	Politiques de changement de la vitesse
2a	Expansion du transport collectif	12	Frais de stationnement	22	Optimisation de la signalisation
2b	Optimisation du service de transport collectif	13	Indemnités en remplacement des frais de déplacement/stationnement	23	Gestion intelligente des accès
3	Transport collectif par taxi	14	Optimisation du stationnement	24	Gestion des incidents de la route
4	Transport actif	15	Exigences de stationnement	25	Mesures de priorité au transport collectif
5	Autopartage	16	Logistique du camionnage	26	Conduite éconénergétique
6	Covoiturage	17	Transfert modal	27	Technologies des véhicules écoénergétiques
7	Télétravail	18	Inspection et entretien des camions	28	Technologies des véhicules de transport collectif
8	Péages routiers	19	Expansion de l'infrastructure routière	29	Technologies des véhicules lourds
9	Tarifification kilométrique	20	Gestion dynamique de la capacité	30	Carburants à faible teneur en carbone
10	Tarifification d'assurance kilométrique				

- L'amélioration des technologies des autobus de transport collectif (28) obtient une faible note relativement au potentiel de réduction globale des GES, puisque les véhicules de transport collectif contribuent peu à l'ensemble des émissions de GES produites par le secteur des transports. Ces mesures sont toutefois pertinentes pour les organismes de transport collectif afin qu'ils fassent preuve de leadership et réduisent leurs propres émissions de GES.

La réduction de la consommation de carburants fossiles, de l'utilisation d'énergie et des émissions de GES n'est pas le seul avantage offert par les mesures décrites dans cette trousse d'outils. De nombreuses mesures offrent aussi des avantages connexes en termes de mobilité accrue des voyageurs. Elles améliorent également la qualité de vie des zones urbaines, l'environnement, la santé publique et la sécurité des voyageurs. En offrant un plus grand nombre d'options de transport et en réduisant la nécessité d'utiliser des véhicules motorisés pour les déplacements, on améliore également l'équité pour les ménages à faible revenu.

Autres facteurs

Le présent rapport fournit de l'information de base sur les mesures, présente les facteurs de mise en œuvre de haut niveau et renferme une évaluation qualitative des facteurs pris en considération pour l'analyse initiale de l'information disponible. L'acceptabilité sociale et la faisabilité technique des mesures devant être mises en œuvre sont aussi évaluées dans ce rapport.

Même si ce rapport s'efforce de couvrir une vaste gamme de mesures variées, nous reconnaissons que certaines mesures sont plus applicables que d'autres selon le contexte dans lequel elles sont mises en œuvre au Canada. Notamment, l'état des systèmes et services de transport existants, les contextes politiques, les budgets disponibles et les horizons temporels d'intervention détermineront le genre de mesures qui doit être adopté. Les possibilités d'action, comme le financement des ordres de gouvernement supérieurs, les plans, politiques ou cycles de renouvellement des infrastructures ainsi que les processus généraux de planification établissent aussi le contexte en fonction duquel les mesures sont définies et choisies. Les responsabilités de l'organisme de mise en œuvre, qu'il s'agisse d'une municipalité locale, d'un gouvernement régional ou d'un organisme de transport collectif, déterminent également les mesures qui peuvent être adoptées. Chaque administration doit finalement évaluer les possibilités et contraintes en fonction du contexte qui lui est propre afin de déterminer les mesures les plus appropriées qui lui permettront de réduire ses émissions de GES attribuables aux transports urbains.

Travaux à venir

Le présent rapport évalue de façon qualitative le potentiel des mesures de réduction des émissions de GES attribuables aux transports et cette évaluation repose sur l'examen de travaux antérieurs. D'autres recherches et travaux doivent être réalisés pour qu'il soit possible de déterminer plus efficacement le potentiel de réduction des GES de chaque mesure dans le contexte canadien. Plus précisément, une évaluation quantitative plus complète des potentiels de réduction des GES pourrait être effectuée pour chaque mesure ou chaque groupe de mesures grâce à l'examen approfondi des conditions et des possibilités locales dans l'ensemble du pays. Il faudrait également déterminer les mesures qui s'appliquent le mieux à chaque contexte spécifique. Il faudrait aussi formuler des hypothèses sur la portée géographique, l'échéancier de mise en œuvre et l'intensité des efforts. En tenant compte de ces paramètres, nous disposerions de plus de renseignements sur les coûts économiques, les bénéfices, la rentabilité et les facteurs liés à la mise en œuvre des mesures. Une telle analyse pourrait être réalisée pour une région, une province ou pour l'ensemble du pays.



1 Introduction

Conscientes des répercussions et des risques importants liés aux changements climatiques, les autorités locales et régionales de partout au Canada travaillent à réduire la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre (GES) dans tout un éventail de secteurs. Comme le secteur des transports compte pour près du quart des émissions de GES au Canada (Gouvernement du Canada, 2014a), les autorités locales et régionales responsables de l'aménagement du territoire et du transport collectif déploient des efforts considérables pour réduire les émissions de ce secteur. Des changements importants à l'occupation du sol, au comportement et au mode de déplacement ainsi qu'aux solutions technologiques seront nécessaires.

En plus des changements climatiques, les autorités locales et régionales du Canada sont aux prises avec divers autres enjeux et défis. Par exemple, la croissance de la population accroît la pression sur l'aménagement du territoire, la prestation de services d'infrastructure et la conservation des terres agricoles et des espaces naturels. La demande de transport et la prédominance de la voiture au cours du dernier demi-siècle a créé des problèmes de congestion routière et de pollution atmosphérique et sonore. La demande d'infrastructures et de transports en commun ne fléchit pas. Le vieillissement et le sous-financement des infrastructures entraînent la dégradation des niveaux de service, de la qualité et de la fiabilité. Le paysage énergétique changeant et les fluctuations du prix de l'énergie peuvent influencer sur les coûts et l'accessibilité des déplacements. En même temps, les administrations municipales font face à des contraintes de ressources humaines et financières limitées face au défi de se maintenir à jour et de suivre les meilleures pratiques et les technologies en constante évolution. Bref, les autorités locales et régionales sont constamment à la recherche de solutions pratiques pour poursuivre des objectifs multiples et répondre à un large éventail d'enjeux, dont les changements climatiques.

Les possibilités de résoudre ces problèmes peuvent poindre en de multiples occasions ou surgir lors de différentes activités. Par exemple, les autorités locales et régionales peuvent actualiser leurs politiques ou leurs plans en matière d'occupation du sol, de transport, de stationnement, de développement durable ou de réduction des émissions des GES, ou bien en élaborer de nouveaux. Elles peuvent envisager de créer ou de renouveler des programmes concernant la mobilité, le renouvellement de l'infrastructure, l'emploi ou le réaménagement des terres. Elles peuvent aussi envisager la conception, l'étendue, le tracé ou le niveau de service des nouveaux projets d'infrastructure. Ces activités sont autant d'occasions d'intégrer des mesures visant à réduire les émissions de GES liées aux transports.

Dans le contexte de ces défis et de ces possibilités, le présent rapport a été préparé pour aider les organismes locaux et régionaux à comprendre et à évaluer les solutions possibles pour réduire les émissions de GES du secteur des transports. Les objectifs du présent rapport sont les suivants :

- Offrir un cadre permettant aux administrations municipales et régionales d'analyser les avantages et les coûts des solutions possibles pour réduire la consommation d'énergie et les émissions de GES liées aux transports dans le contexte local qui est le leur, d'améliorer leurs processus de prise de décisions et de planification visant à réduire les émissions de GES et de contribuer aux objectifs plus larges de développement durable et d'efficacité;
- Aider les administrations municipales et les organismes régionaux à déterminer les meilleures pratiques, mesures, approches et solutions pertinentes à l'échelle locale pour réduire la consommation d'énergie et les émissions de GES ainsi que d'atténuer la congestion due au transport urbain;

- Partager et mettre à profit les connaissances techniques que nombre de villes et d'organismes régionaux mettent déjà en œuvre dans les domaines de la planification de l'atténuation des changements climatiques et de la planification de l'efficacité énergétique des transports.

Le présent rapport vise à offrir au lecteur des solutions pour réduire les émissions de GES liées au transport urbain et à l'aider à déterminer, évaluer et choisir les mesures ou les séries de mesures les plus appropriées lorsque se présente l'occasion d'une politique, d'un programme ou d'un projet. Le lecteur pourra se servir de l'information que donne le présent rapport pour :

- Dresser une liste des mesures applicables à son territoire de compétence, d'après la population et le domaine de compétence (p. ex. un organisme responsable du transport collectif ou une administration municipale);
- Présélectionner les mesures à étudier de façon plus approfondie, à partir d'un examen du potentiel de réduction des émissions de GES, des coûts, de la faisabilité technique et de l'acceptabilité sociale des mesures;
- Analyser les possibilités de soutenir ou de compléter les interventions déjà en cours dans son territoire de compétence;
- Mener des évaluations plus poussées des mesures dans leur contexte local afin de déterminer plus précisément les problèmes de faisabilité, les besoins budgétaires, le potentiel de réduction des émissions de GES et les contraintes;
- Comprendre les avantages et les inconvénients des différentes mesures afin de bâtir un argumentaire à l'appui des choix stratégiques;
- Déterminer les contraintes et les obstacles qui devront être surmontés dans son secteur de compétence, ou qui pourraient justifier le rejet de certaines mesures;
- Préparer un plan d'action d'après les facteurs à prendre en considération et d'un échéancier de mise en œuvre.

Le présent rapport convient à un large public de lecteurs (planificateurs, décideurs politiques, ingénieurs, gestionnaires du développement durable et de l'énergie, gestionnaires de flotte, etc.) œuvrant dans des agglomérations et des régions de petite, de moyenne ou de grande taille.

1.1 RÉDUIRE LES ÉMISSIONS DE GES LIÉES AU TRANSPORT

Le transport urbain a pour but de faciliter le transport des personnes et des marchandises d'une manière qui soit efficace, abordable, sûre et écologiquement durable. Toutefois, sa forte dépendance des combustibles fossiles comme principale source d'énergie pour la propulsion fait en sorte qu'il contribue largement aux émissions totales de GES du Canada (gouvernement du Canada, 2014a). Il y a trois principales approches pour réduire les émissions de GES liées au transport :

- **Réduire le kilométrage parcouru**, c'est-à-dire réduire les distances parcourues en véhicule par les personnes et les marchandises;
- **Hausser le rendement des systèmes de transport et des conducteurs**, c'est-à-dire hausser le rendement des systèmes de transport de telle sorte qu'un plus grand nombre de véhicules se déplacent dans des conditions plus optimales de vitesse et de débit;
- **Encourager les technologies des véhicules et carburants de remplacement**, c'est-à-dire adopter et encourager l'utilisation de véhicules qui consomment des carburants et utilisent des technologies de remplacement à meilleur rendement énergétique ou utilisant des sources d'énergie de propulsion dégageant moins de GES.

Les mesures présentées dans le présent rapport (inventaire de mesures) se rangent dans ces trois approches de réduction des émissions de GES liées au transport urbain. Elles encouragent les schémas et les comportements de déplacement qui ont un meilleur rendement énergétique, ainsi que les modèles d'aménagement du territoire qui les facilitent ou les renforcent, et optimisent l'efficacité énergétique des déplacements en véhicule et des parcs de véhicules. Une liste complète de ces mesures se trouve au chapitre 3.

Transport durable et réduction des émissions de GES

Les définitions du transport durable sont utiles pour décrire le contexte global dans lequel s'inscrit la réduction des émissions de GES liées aux transports. Les ministres des Transports des pays de l'Union européenne ont adopté une définition exhaustive, quoique succincte :

Un système de transport durable est un système qui permet aux individus et aux sociétés de satisfaire leurs principaux besoins d'accès d'une manière sécuritaire et compatible avec la santé des humains et des écosystèmes avec équité entre les générations, dont le coût est raisonnable, qui fonctionne efficacement, qui offre un choix de moyens de transport et qui appuie une économie dynamique; qui limite les émissions et les déchets de manière à ce que ceux-ci ne dépassent pas la capacité que possède la planète de les absorber, réduit au minimum la consommation des ressources non renouvelables, limite la consommation des ressources renouvelables dans le respect des principes de développement durable, réutilise et recycle ses composantes et réduit au minimum l'usage des terres et le bruit (Ministres des transports de l'UE, 2001).

L'Association des transports du Canada a adopté une autre définition :

Le transport durable est le résultat d'un processus décisionnel continu visant à maintenir un équilibre contextuel entre l'intégrité de l'environnement, l'équité sociale et le potentiel économique, tant au sein même des réseaux de transport qu'entre ces réseaux, pour le présent et pour l'avenir.

1.2 ORGANISATION DU RAPPORT

Le présent rapport comprend huit chapitres. Le **chapitre 1** présente une introduction au rapport. Le **chapitre 2** présente les tendances dans les émissions de GES liées aux transports au Canada et les facteurs de la demande de transport, y compris les contextes et les tendances démographiques, économiques et en matière de production d'énergie et de transport jusqu'en 2030. Ces contextes et tendances servent de toile de fond aux décisions qui seront prises quant aux mesures appropriées pour réduire les émissions de GES liées aux transports.

Le **chapitre 3** présente l'organisation de l'ensemble de mesures et la façon dont est présentée et évaluée l'information au sujet de chaque mesure.

Les chapitres 4 à 6 présentent les différentes mesures pour réduire les émissions de GES liées au transport urbain. Plus précisément, le **chapitre 4** présente des mesures pour réduire le kilométrage parcouru, le **chapitre 5**, des mesures pour améliorer l'efficacité énergétique des systèmes de transport et des conducteurs, et le **chapitre 6**, des mesures pour encourager les technologies des véhicules et des carburants de remplacement.

Le **chapitre 7** présente une revue des facteurs à considérer dans la mise en œuvre et des indicateurs de rendement de chacune des mesures présentées dans les chapitres 4 à 6. Il présente aussi une évaluation

comparative du potentiel de réduction des émissions de GES des mesures, ainsi que des comparaisons selon les coûts, la faisabilité technique et l'acceptabilité sociale.

Le **chapitre 8** présente des remarques finales au sujet de l'ensemble de mesures ainsi que le travail qu'il resterait à faire.

2 Émissions de GES liées aux transports, tendances et déterminants

Le présent chapitre précède la présentation de l'ensemble de mesures visant à réduire les émissions de GES liées au transport urbain, en décrivant certains des considérations et des facteurs influant sur celles-ci. Il présente d'abord un bilan des émissions de GES au Canada, en portant une attention particulière au secteur des transports. Il présente ensuite les prévisions des émissions de GES liées aux transports et les progrès accomplis par le Canada pour atteindre ses objectifs de réduction des émissions de GES de l'accord de Copenhague de 2005. Comme il est expliqué ci-dessous, le Canada n'est pas en voie d'atteindre ses cibles d'émissions, ce qui souligne le besoin et l'importance de poursuivre les efforts pour réduire les émissions de GES du Canada dans tous les secteurs, dont celui des transports.

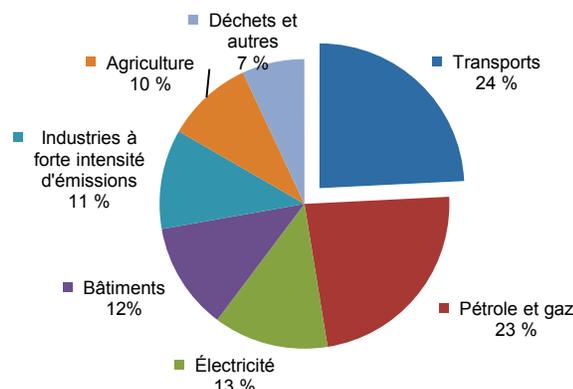
Le chapitre présente ensuite quelques-uns des facteurs qui influent sur la demande de transport. Ces facteurs sont la population et les caractéristiques démographiques, l'activité économique, les schémas de déplacement ainsi que l'efficacité énergétique des véhicules et la teneur en carbone des carburants. La compréhension de ces facteurs aide à illustrer les éléments déterminants des émissions de GES liées aux transports, car les moyens de transport actuels sont principalement alimentés par des combustibles fossiles.

2.1 BILAN DES ÉMISSIONS DE GES EN 2011 ET ÉVOLUTION PROJÉTÉE EN 2030 DU SECTEUR DES TRANSPORTS AU CANADA

Comme le montre la Figure 2-1, les émissions de GES du secteur des transports, incluant le transport routier, aérien, ferroviaire, maritime et hors route non commercial de personnes et de marchandises, comptaient pour la plus grande partie (24 %) du total des émissions canadiennes en 2011 (Environnement Canada, 2014b). De tous les modes de transport, le transport routier de personnes et de marchandises comptait pour la majeure partie des émissions de GES du secteur⁴ avec plus de 80 % en 2011.

Entre 1990 et 2005, les émissions de GES du secteur des transports sont passées de 128 Mt/an à 168 Mt/an (une hausse de 31 %). Cette croissance est attribuée à une période de forte croissance économique et de faibles prix du pétrole, qui a mené à une augmentation du nombre et de la proportion de camions légers, tel que camionnettes, VUS et fourgonnettes, dans le parc de véhicules, ainsi qu'à un accroissement du transport de marchandises. Depuis 2005, les émissions liées aux transports sont demeurées relativement stables autour de 170 Mt/an. L'amélioration de l'efficacité énergétique de tous les véhicules a contribué à cette tendance, malgré la croissance continue de la population, l'augmentation du nombre de véhicules sur

Figure 2-1 Part des émissions de GES des différents secteurs économiques au Canada, 2011



⁴ Au moment de la rédaction, les données sur les émissions canadiennes de GES étaient disponibles jusqu'en 2013. Toutefois, les seules prévisions des émissions de GES jusqu'en 2030 reposent sur les données des émissions canadiennes de GES en 2011. Pour avoir une base de comparaison cohérente entre les émissions de GES actuelles et prévues, ce sont les données des émissions de GES en 2011 qui sont présentées dans le présent rapport.

les routes et du kilométrage (voir la 2.2 pour plus de détails). Le tableau 2-1 ci-dessous présente la répartition des émissions de GES du secteur des transports entre celles de personnes et des marchandises jusqu'en 2011.

Le transport de personnes, routier des marchandises et ferroviaire comptait pour environ 88 % (env. 150 Mt/an) de toutes les émissions du secteur des transports au Canada en 2011. Les automobiles, les camions légers et les motocyclettes comptaient pour 52 % (88 Mt/an) de ce total, tandis que le transport collectif urbain par autobus et par train comptait pour moins de 4 % (moins de 7 Mt/an)⁵. Le transport routier et ferroviaire des marchandises comptait pour 32 % des émissions (54 Mt/an) en 2011.

Le gouvernement du Canada a fait des prévisions d'émissions de GES incluant tous les secteurs d'activité économique, y compris celui des transports, incluant les bénéfices des politiques, mesures fédérales et provinciales en place ou annoncées en mai 2013 (voir Gouvernement du Canada, 2014, pour plus de détails). Comme le montre le Tableau 2-1, les émissions globales du secteur des transports devraient s'élever à 176 Mt d'ici 2020 et à 179 Mt d'ici 2030, soit une hausse de 7 % entre 2005 et 2030.

Le transport routier et ferroviaire des personnes et des marchandises devrait compter pour environ 84 % de toutes les émissions du secteur des transports au Canada en 2030 (151 Mt/an). Les automobiles, les camions légers et les motocyclettes devraient contribuer à 39 % de ce total (70 Mt/an). Toutefois, le transport routier et ferroviaire des marchandises devrait compter pour 40 % des émissions en 2030 (71 Mt/an). Les émissions totales du transport routier et ferroviaire des personnes et des marchandises devraient augmenter de 4 % entre 2005 et 2030. Voir la Figure 2-2 pour plus de détails.

Tableau 2-1 Émissions de GES du secteur des transports de 1990 à 2011, et prévisions pour 2020 et 2030 (Mt éq. CO₂)

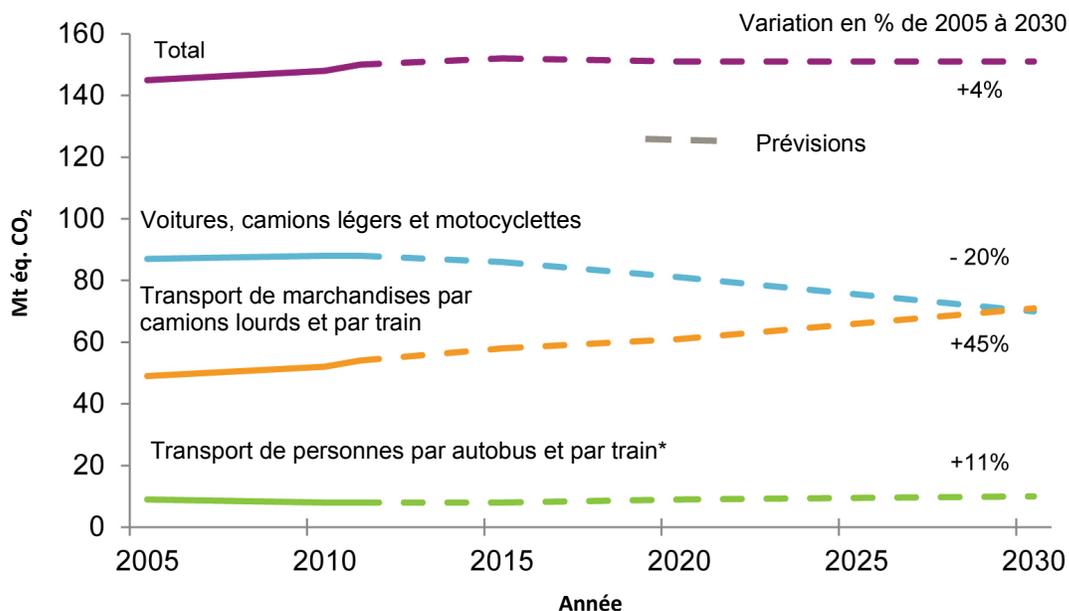
	1990	2005	2010	2011	% des émissions en 2011	2020	2030	% des émissions en 2030	Variation en % de 2005 à 2030
Transport de personnes	n.d.	96	97	96	56 %	90	80	45 %	-17 %
<i>Automobiles, camions et motocyclettes</i>	-	87	88	88	52 %	81	70	39 %	-20 %
<i>Autobus, trains et avions</i>	-	9	8	8	4,7 %	9	10	6 %	11 %
Transport de marchandises	n.d.	57	60	61	36 %	70	81	45 %	42 %
<i>Véhicules lourds et trains</i>	-	49	52	54	32 %	61	71	40 %	45 %
<i>Avions et bateaux</i>	-	8	8	7	4 %	9	10	6 %	25 %
Autres ⁶	n.d.	14	11	13	8 %	15	18	10 %	29 %
Total partiel du transport routier et ferroviaire des personnes et de marchandises	n.d.	145	148	150	88 %	151	151	84 %	4 %
Total du secteur des transports	128	168	167	170	100 %	176	179	100 %	7 %

Source : (Federal Highway Administration, 2012)

⁵ La catégorie « Transport des personnes par autobus, train et avion » comprend les émissions du transport aérien intérieur et du transport urbain et interurbain de personnes par autobus et par train et totalisait 5 % des émissions liées aux transports (8 Mt) en 2011. Les contributions du transport aérien intérieur peuvent être estimées d'après le Rapport d'inventaire national 2014 d'Environnement Canada, à environ 1 % des émissions de GES liées aux transports au Canada en 2011 (Environnement Canada, 2014). Les contributions respectives spécifiques du transport urbain et du transport interurbain de personnes aux émissions de GES n'étaient pas disponibles. Néanmoins, il est raisonnable de supposer que le transport urbain des personnes par autobus et par train, ou transport collectif, ait contribué pour moins de 4 % des émissions de GES (moins de 7 Mt) en 2011.

⁶ Comprend les sous-secteurs du transport récréatif, du transport commercial et du transport résidentiel.

Figure 2-2 Émissions de GES réelles et prévues du transport de personnes et de marchandises par route et par rail de 2005 à 2030



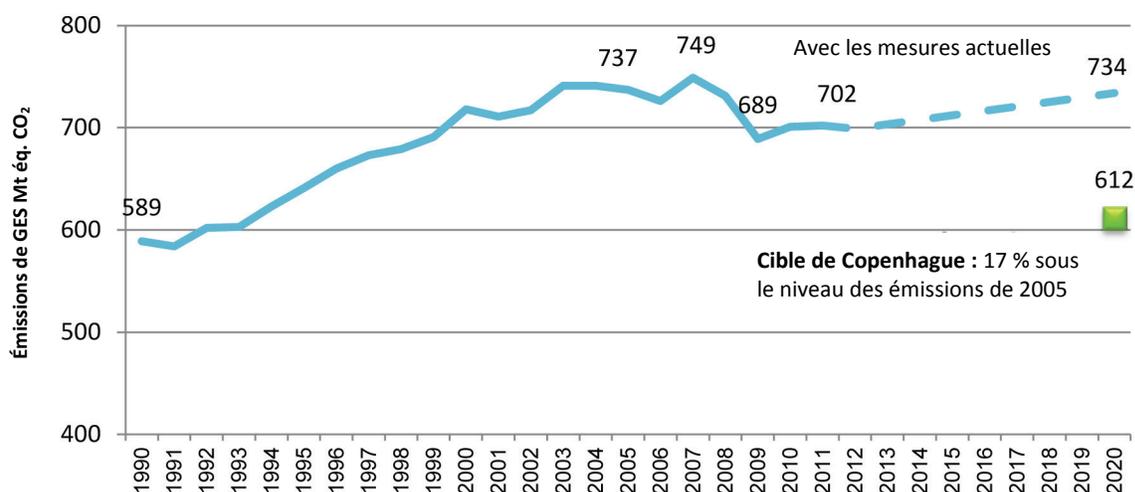
* Les données nécessaires à la désagrégation n'étaient pas disponibles. Sont comprises les émissions liées au transport aérien de personnes. Source : (Gouvernement du Canada, 2014a).

Les émissions de GES liées au transport de personnes, qui sont restées relativement stables entre 2005 et 2011 (autour de 96 Mt), devraient diminuer à 80 Mt d'ici 2030 (une baisse de 17 % entre 2005 et 2030). Cette réduction devrait provenir en grande partie de l'efficacité énergétique accrue des véhicules légers, comme les voitures et les motocyclettes (entraînant une réduction de 20 % des émissions de GES liées à des véhicules entre 2005 et 2030). Par contre, le transport de marchandises, en particulier par camions lourds, devrait augmenter sa contribution globale aux émissions de GES du secteur des transports. Le sous-secteur des transports par véhicules lourds et par train (bien qu'il s'agisse surtout de camions lourds) devrait émettre 71 Mt de GES d'ici 2030, contre les 49 Mt qu'il émettait en 2005 (une hausse de 45 %). Cette augmentation des émissions de GES liées au transport de marchandises est attribuée à la croissance économique prévue, malgré l'efficacité énergétique croissante de ces véhicules. La part des transports urbains par autobus et par train dans les émissions globales de GES liées aux transports ne devrait augmenter que légèrement et passer de moins de 7 Mt en 2011 à moins de 10 Mt d'ici 2030 (une hausse inférieure à 11 % entre 2005 et 2030) (Gouvernement du Canada, 2014a).

2.1.1 Cibles des émissions de GES du Canada

Le Canada s'est engagé à réduire ses émissions de GES à 17 % sous les niveaux de 2005 d'ici 2020 lorsqu'il a adhéré à l'Accord de Copenhague en janvier 2010. Malgré cette cible, compte tenu des progrès accomplis à ce jour par le pays et des prévisions gouvernementales en matière d'émissions de GES, le Canada n'est pas en voie de respecter son engagement. La prévision actuelle de 734 Mt d'ici 2020 du gouvernement, un maigre 0,5 % en dessous des niveaux de 2005, est de quelque 122 Mt au-dessus de sa cible de Copenhague de 612 Mt (Figure 2-3). Les émissions devraient atteindre 815 Mt d'ici 2030, une hausse de 11 % par rapport au niveau de 2005.

Figure 2-3 Évolution des émissions canadiennes de GES dans tous les secteurs de 1990 à 2011, et prévisions jusqu'en 2020



Source : (Gouvernement du Canada, 2014a)

2.2 ÉLÉMENTS DÉTERMINANTS DES ÉMISSIONS DE GES LIÉES AUX TRANSPORTS

Les émissions de GES liées au transport routier dépendent de nombreux facteurs, dont la population et la démographie, l'activité économique, les schémas de déplacement ainsi que l'efficacité énergétique des véhicules et de la teneur en carbone des carburants. Le reste du présent chapitre examine certains des schémas et des tendances concernant ces facteurs.

2.2.1 Population et démographie

En général, la croissance de la population est un déterminant de l'accroissement de la demande de transport. La population canadienne a atteint 35,1 millions d'habitants en 2013. À eux deux, l'Ontario (13,5 millions d'hab.) et le Québec (8,1 millions d'hab.) comptent pour 62 % de la population totale du pays, alors que la Colombie-Britannique et l'Alberta comptent pour environ 10 % (4 millions d'hab.) chacune (Statistique Canada, 2014a). La population du Canada devrait croître de 8 % entre 2013 et 2020 pour dépasser les 38 millions d'habitants⁷. D'ici 2030, la population devrait atteindre 41,7 millions d'habitants, une hausse de 17 % par rapport à 2013. Le Tableau 2-2 présente les chiffres et la croissance de la population canadienne par province à l'horizon 2030 (Statistique Canada, 2014a; 2014b).

⁷ Statistique Canada établit des prévisions de croissance de la population canadienne selon des scénarios de croissance faible, modérée et forte. Les scénarios prennent en compte les facteurs suivants : 1) l'accroissement naturel de la population (naissances, décès, augmentation graduelle de l'espérance de vie et amélioration de l'état de santé); 2) les migrations (immigration vers le Canada, émigration du Canada et migration interprovinciale); 3) les projections démographiques pour chacune des provinces prennent en compte les mêmes facteurs, mais aussi les tendances de la migration interprovinciale. Les chiffres utilisés dans le présent chapitre sont ceux du scénario de croissance modérée.

Tableau 2-2 Population réelle (2013) et prévue du Canada et des provinces (en milliers d'habitants)

	2013	2020	Variation en % (2013-2020)	2030	Variation en % (2020-2030)
Canada	35 158	38 025	8 %	41 740	17 %
Colombie-Britannique	4 582	5 243	14 %	5 947	25 %
Alberta	4 025	4 243	5 %	4 703	16 %
Saskatchewan	1 108	1 102	-1 %	1 168	5 %
Manitoba	1 265	1 367	8 %	1 501	17 %
Ontario	13 538	15 000	11 %	16 744	21 %
Québec	8 155	8 509	4 %	9 022	10 %
Nouveau-Brunswick	756	785	4 %	811	7 %
Île-du-Prince-Édouard	145	155	7 %	168	14 %
Nouvelle-Écosse	941	991	5 %	1 035	9 %
Terre-Neuve-et-Labrador	527	512	-3 %	515	-2 %
Yukon	37	36	-3 %	38	2 %
Territoires du Nord-Ouest	44	47	8 %	51	15 %
Nunavut	36	36	1 %	39	8 %

Source : (Statistique Canada, 2014a; 2014b)

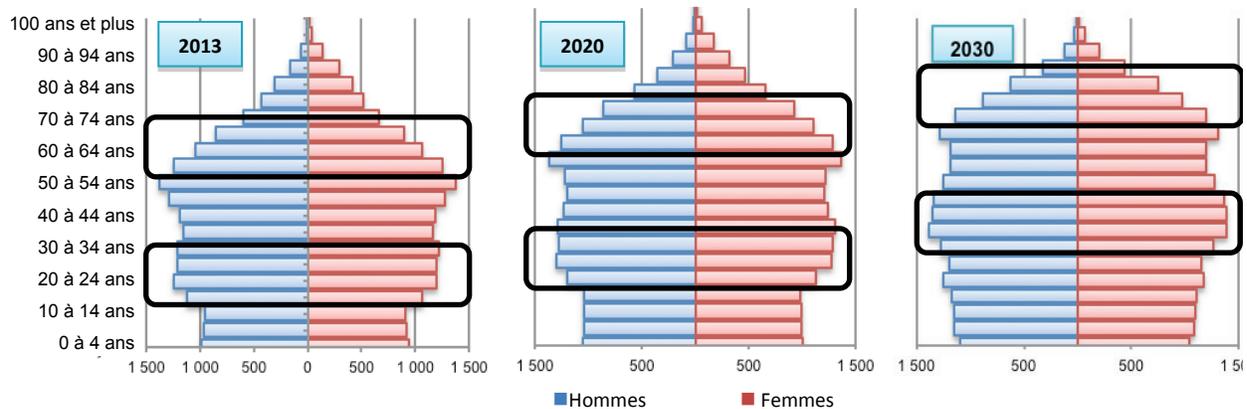
Les prévisions de croissance de la population varient grandement entre les provinces. Par exemple, la population de la Colombie-Britannique et de l'Ontario devrait croître de 25 % et 21 % respectivement entre 2013 et 2030, alors que celle de Terre-Neuve-et-Labrador devrait fléchir de 2 % au cours de la même période. Les populations de la Saskatchewan et du Yukon devraient diminuer de 1 % et 3 % respectivement entre 2013 et 2020, mais augmenter de 6 % entre 2020 et 2030, assez pour compenser la diminution initiale et entraîner un taux de croissance global positif pour la période de 2013 à 2030. Les taux de croissance de la population des autres provinces (Alberta, Manitoba, Québec, Nouveau-Brunswick, Île-du-Prince-Édouard, Nouvelle-Écosse, Territoires du Nord-Ouest et Nunavut) devraient varier entre 7 % et 17 %.

Alors que la croissance continue de la population donne à penser que la demande de transport augmentera, les changements démographiques et les caractéristiques de certains groupes d'âge influent aussi sur les schémas de déplacement. En effet, les baby-boomers (la génération du baby-boom, c'est-à-dire les personnes nées entre 1945 et 1964 et qui constituent actuellement une importante cohorte dans la société canadienne) prendront leur retraite au cours des prochaines décennies et, par conséquent, conduiront moins leur véhicule. De plus, la génération du millénaire (les personnes nées entre le début des années 1980 et le début des années 2000) a tendance à conduire moins, à posséder moins de véhicules et à obtenir un permis de conduire à un âge plus avancé, ce qui exerce une pression à la baisse sur la demande de transport par véhicule (McGuckin, 2014; Pickrell, 2014; État de l'Oregon, 2014).

La Figure 2-4 illustre la répartition démographique de la population canadienne en 2013 ainsi que les prévisions pour 2020 et 2030. La génération du baby-boom et celle du millénaire sont représentées par des rectangles noirs sur les pyramides des âges. Le KPV devrait continuer à augmenter au Canada

jusqu'en 2030 mais à un rythme moins important découlant d'un ensemble de facteurs, dont les changements de comportement des baby-boomers qui accèderont à leur retraite et ceux de la génération du millénaire en matière de conduite automobile (McGuckin, 2014; Pickrell, 2014; État de l'Oregon, 2014).

Figure 2-4 Pyramides des âges (en milliers de personnes) de la population canadienne en 2013, 2020 et 2030



La population du Canada est principalement urbaine. Selon Statistique Canada, depuis les années 1930, davantage de personnes vivent dans les régions urbaines⁸ de 1 000 personnes ou plus, que dans les régions rurales. De plus, la proportion de la population vivant dans les régions urbaines continue d'augmenter (Statistique Canada, 2011). En 2011, 81 % de la population du Canada vivait dans les régions urbaines (Statistique Canada, 2011).

Les données de 1996 à 2006 des 33 régions métropolitaines de recensement (RMR) ont montré que les grandes villes croissent plus vite que les plus petites, et ce, tant en chiffres absolus qu'en pourcentages (ATC, 2010)⁹. Au cours de ces dix années, quelque 3,4 millions de personnes se sont ajoutées à ces 33 RMR, dont 42 % dans les seules villes de Toronto, de Montréal et de Vancouver (ATC, 2010).

La tendance de la croissance de la population à se concentrer dans les centres urbains donne à penser que les problèmes de transport urbain, comme les contraintes de capacité de l'infrastructure, la congestion routière et la pollution atmosphérique, qui posent déjà de grandes difficultés aux centres urbains de taille moyenne ou grande, perdureront, alors que l'urbanisation et la croissance des banlieues devraient s'intensifier (Transports Canada, 2011b). Toutefois, les régions urbaines seront aussi

⁸ Bien que la définition exacte d'une région urbaine de Statistique Canada ait varié au fil du temps, elle renvoie généralement aux agglomérations de 1 000 habitants ou plus. En 1981, cette définition a été précisée pour désigner les régions comptant à la fois 1 000 habitants ou plus et 400 habitants ou plus par kilomètre carré. En 2011, le terme de région urbaine a été remplacé par celui de centre de population et scindé en trois catégories : les petits centres de population, comptant une population de 1 000 à 29 999 habitants; les moyens centres de population, comptant une population de 30 000 à 99 999 habitants; et les grands centres de population, comptant une population de 100 000 habitants et plus.

⁹ Les 33 RMR prises en compte dans le rapport de l'Association des transports du Canada intitulé Indicateurs de transports urbains – Quatrième enquête étaient : Abbotsford, Barrie, Brantford, Calgary, Edmonton, le Grand Sudbury, Guelph, Halifax, Hamilton, Kelowna, Kingston, Kitchener, London, Moncton, Montréal, Oshawa, Ottawa-Gatineau, Peterborough, Québec, Regina, Saguenay, Saint John, Saskatoon, Sherbrooke, St-Catherine's-Niagara, St. John's, Toronto, Thunder Bay, Trois-Rivières, Vancouver, Victoria, Windsor et Winnipeg.

déterminantes pour atténuer les émissions de GES liées aux transports, car elles offrent de plus grandes possibilités d'élaborer des schémas d'aménagement du territoire efficaces en matière de transports, qui rendent possibles et faisables les autres formes de transport, comme le transport collectif, le transport actif et le covoiturage (Kamal-Chaoui & Robert, 2009). En fait, le recours accru aux autres formes de transport dans les grandes régions urbaines du pays est démontré statistiquement (voir la 2.2.3 ci-dessous pour avoir plus de détails).

2.2.2 Perspectives économiques

La croissance économique sera aussi un facteur de croissance de la demande de transport. Comme le montre le Tableau 2-3, l'économie canadienne devrait croître de 2,3 % par année en moyenne de 2014 à 2019 et de 1,6 % durant la période de 2020 à 2030 (Gouvernement du Canada, 2014c). La croissance économique découlera en partie de l'accroissement du commerce intérieur, transfrontalier et mondial, et de la demande de produits de base et de biens. Tout cela alimentera la demande de transport de marchandises au pays (Transports Canada, 2011b).

Tableau 2-3 Taux de croissance annuels moyens du PIB au Canada

	1970-2013	2014-2019	2020-2030
Croissance réelle du PIB	2,8 %	2,3 %	1,6 %

Source : (Gouvernement du Canada, 2014c)

La demande de produits de base comme le pétrole et les autres ressources naturelles favorisera le transport de marchandises vers les ports d'exportation (comme Vancouver, Montréal et Halifax) à partir des régions-ressources comme l'Alberta, la Saskatchewan, l'Ontario, le Québec et Terre-Neuve-et-Labrador. Au même moment, le développement du secteur des ressources stimulera aussi le transport de marchandises par le biais de ses chaînes d'approvisionnement industriel. La faiblesse du dollar canadien et la reprise économique aux États-Unis devraient aussi bénéficier au secteur manufacturier et à celui des services tout en contribuant à accroître le commerce transfrontalier (Conference Board du Canada, 2015). Cela est tout particulièrement important pour le transport routier, car 45 % des exportations canadiennes vers les États-Unis étaient transportées par camion en 2011, alors que 73 % des importations des États-Unis étaient transportées de la même façon (Gouvernement du Canada, 2014a). Enfin, des accords commerciaux avec l'Europe, la Chine et d'autres partenaires commerciaux transpacifiques éventuels ouvriront de nouveaux marchés aux exportateurs canadiens et entraîneront un accroissement du transport de marchandises au pays (Gouvernement du Canada, 2014b).

2.2.3 Schémas de déplacement

Selon l'Enquête nationale auprès des ménages (ENM) de 2011, près de quatre navetteurs canadiens sur cinq utilisaient un véhicule privé pour se rendre au travail (soit 74 % comme conducteurs et 5,6 % comme passagers). Douze pour cent des Canadiens utilisaient le transport collectif pour la majeure partie de leur navettage en 2011. Parmi les usagers du transport collectif, 63,5 % se déplaçaient par autobus, 25 % par métro souterrain ou aérien, 11,2 % par train léger, tramway ou train de banlieue et 0,3 % par traversier. Les modes de transport actif comptaient pour 7 % de toutes les navettes, soit 5,7 % des travailleurs se rendant au travail à pied et 1,3 % à bicyclette. Le Tableau 2-4 ci-dessous montre les variations dans les parts modales des transports, selon Statistique Canada, entre 2001 et 2011.

Tableau 2-4 Tendances dans les modes de transport (2001-2011)

Mode de transport	Proportion des déplacements des navetteurs		
	2001	2006	2011
Voiture, camion ou fourgonnette – comme conducteur	73,8 %	72,3 %	74,0 %
Voiture, camion ou fourgonnette – comme passager	6,9 %	7,7 %	5,6 %
Transport collectif	10,5 %	11,0 %	12,0 %
Marche ou bicyclette	7,8 %	7,7 %	7,0 %
Autre	1,1 %	1,2 %	1,2 %

Alors que la proportion des navetteurs se déplaçant en véhicule privé a diminué légèrement de 2001 (80,7 %) à 2011 (79,7 %), celle des covoitureurs a aussi diminué, passant de 7,7 % en 2006 à 5,6 % en 2011. Inversement, la proportion des navetteurs utilisant le transport collectif pour se déplacer a augmenté chaque année de recensement, passant de 10,5 % en 2001 à 12,0 % en 2011.

Les données de recensement indiquent aussi que la proportion des travailleurs recourant au transport actif pour se rendre au travail a diminué, passant de 7,7 % en 2006 à 7,0 % en 2011, principalement en raison de la diminution du nombre de navetteurs se rendant à pied au travail (Statistique Canada, 2014a).

Les données de l'ENM de 2011 pour 33 régions métropolitaines de recensement (RMR)¹⁰ ont été analysées afin de savoir comment varie la répartition modale des transports pour se rendre au travail entre les villes de taille différente (Tableau 2-5). Les résultats de l'analyse indiquent que la proportion des travailleurs utilisant un véhicule privé pour se rendre au travail diminue généralement avec l'augmentation de la population de la RMR. Ainsi, les navetteurs vivant dans les plus grandes RMR étaient beaucoup plus portés à prendre le transport collectif pour se rendre au travail. Cela est dû en partie aux distances de déplacement plus longues, à la disponibilité plus grande du transport collectif et aux niveaux de service plus élevés, ainsi qu'à des contraintes comme la congestion routière. La proportion des navetteurs qui se rendait au travail à pied ou à bicyclette était sensiblement la même, quelle que fût la taille de la RMR, bien que nettement plus élevée (15,9 %) à Victoria (Statistique Canada, 2013). Le climat tempéré à longueur d'année de cette ville par rapport au reste du pays constitue un facteur favorable.

¹⁰ Les RMR analysées étaient les suivantes : Toronto, Montréal, Vancouver, Ottawa-Gatineau, Calgary, Edmonton, Québec, Winnipeg, Hamilton, Kitchener-Cambridge-Waterloo, London, Halifax, St. Catharines-Niagara, Oshawa, Victoria, Windsor, Saskatoon, Regina, Sherbrooke, St. John's, Barrie, Kelowna, Abbotsford-Mission, le Grand Sudbury, Saguenay, Kingston, Trois-Rivières, Guelph, Moncton, Brantford, Saint John, Thunder Bay et Peterborough.

Tableau 2-5 Modes de transport selon la population des RMR (2011)

Population	% des déplacements des navetteurs		
	Voiture, camion ou fourgonnette	Transport collectif	Marche ou bicyclette
Plus de 2 000 000	70,1 %	22,2 %	6,6 %
De 500 000 à 2 000 000	78,1 %	14,2 %	6,6 %
De 190 000 à 500 000	85,0 %	6,5 %	7,2 %
Moins de 190 000	88,7 %	3,8 %	6,1 %

2.2.4 Kilométrage parcouru et possession de véhicule

Le KPV au Canada a suivi la croissance démographique et économique. Le KPV des véhicules légers¹¹ est passé de 264 milliards en 1990 à 354 milliards en 2012 (une hausse de 34 %), et le transport de marchandises par véhicule lourd¹², de 115 milliards de tonnes-km¹³ à 295 milliards de tonnes-km (une hausse de 157 %) au cours de la même période. En matière de KPV annuel moyen chaque année, les Canadiens ont moins utilisé leur véhicule en 2012 qu'en 1990. Le KPV annuel moyen par véhicule léger est passé de 17 787 km en 1990 à un sommet de 18 116 km autour de 2005, avant de diminuer à 16 481 km en 2012. Le KPV annuel moyen de tous les véhicules lourds est demeuré relativement stable entre 1990 et 2012 (autour de 27 000 à 30 000 km/véhicule), bien que le kilométrage annuel des camions lourds long-courriers soit passé de 72 000 à 81 000 km/véhicule (une hausse de 12 %) au cours de la même période.

Les taux de possession des véhicules légers a augmenté au Canada, passant de 536 véhicules par 1000 habitants en 1990 à 618 véhicules par 1000 habitants en 2012 (une hausse de 15 %). En outre, la composition de la flotte de véhicules légers change et comprend de plus en plus de camions légers (p. ex. VUS et camionnettes); la proportion d'automobiles parmi les véhicules légers a chuté de 75 % en 1990 à 56 % en 2012. Le nombre de véhicules légers au Canada est passé de 1,8 million en 1990 à 4,3 millions en 2012 (une hausse de 129 %). Le Tableau 2-6 résume ces schémas de déplacement routier de 1990 à 2012.

¹¹ Les véhicules légers comprennent tous les véhicules de passagers, les camions légers et les motocyclettes (de moins de 4 500 kg)

¹² Les véhicules lourds comprennent tous les camions légers, moyens et lourds utilisés pour le transport de marchandises.

¹³ La tonne-kilomètre est une mesure de l'activité utilisée dans le transport de marchandises, correspondant au transport d'une tonne sur une distance d'un kilomètre.

Tableau 2-6 Statistiques de l'utilisation des véhicules légers et des véhicules lourds au Canada de 1990 à 2012

Description	1990	2005	2012	Variation en % de 1990 à 2012
Véhicules légers				
Kilométrage (en millions de kilomètres)	264 234	333 152	353 938	34 %
Nombre de véhicules légers (en milliers)	14 856	18 390	21 476	45 %
Nombre de véhicules légers par 1 000 habitants	536	570	618	15 %
% de voitures parmi les véhicules légers	75 %	60 %	56 %	-26 %
Kilométrage annuel moyen par véhicule	17 787	18 116	16 481	-7 %
Véhicules lourds				
Tonne-kilomètres (en millions)	114 952	275 277	295 225	157 %
Nombre de véhicules lourds (en milliers)	1 874	3 072	4 293	129 %
Nombre de véhicules lourds par dollar de PIB	2 497	2 870	3 309	33 %
Kilométrage annuel moyen de tous les véhicules lourds	29 902	29 462	26 971	-10 %
Kilométrage annuel moyen des camions lourds seulement	72 005	88 743	80 943	12 %

Source : (Office de l'efficacité énergétique, 2015)

2.2.5 Efficacité énergétique des véhicules

Alors que le taux de possession d'un véhicule et le kilométrage total ont augmenté entre 1990 et 2012, la consommation moyenne de carburant des véhicules a diminué en raison de l'amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules. Comme le montre le tableau 2-7, la consommation moyenne de carburant des véhicules légers au Canada diminue constamment depuis 1990, passant de 11,1 L/100 km à 10,0 L/100 km en 2012. L'efficacité énergétique des véhicules lourds s'est aussi améliorée, et la consommation moyenne de carburant de ces véhicules est passée de 26,7 L/100 km en 1990 à 20,6 L/100 km en 2012 (une réduction de 23 %). La même tendance a été constatée pour les camions lourds¹⁴, dont la consommation moyenne de carburant a chuté de 42,5 L/100 km à 32,6 L/100 km (une diminution de 23 %) au cours de la même période.

Tableau 2-7 Consommation moyenne de carburant des véhicules légers et des véhicules lourds de 1990 à 2012

Description	1990	2005	2012	Variation en % de 1990 à 2012
Véhicules légers				
Consommation moyenne de carburant (L/100 km)	11,1	10,1	10,0	-10 %
Véhicules lourds				
Consommation moyenne de carburant (L/100 km) de tous les véhicules lourds	26,7	23,5	20,6	-23 %
Consommation moyenne de carburant (L/100 km) des camions lourds seulement	42,5	34,7	32,6	-23 %

¹⁴ Les camions lourds sont définis comme des véhicules d'un poids brut supérieur à 15 000 kg.

À court terme, les combustibles fossiles continueront de répondre à la majeure partie de la demande d'énergie du secteur des transports car tous les modes de transport au Canada dépendent largement des carburants dérivés du pétrole (Transports Canada, 2011). Toutefois, le Parlement du Canada a adopté en 2010 le *Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des automobiles à passagers et des camions légers*, qui impose des seuils d'efficacité énergétique de plus en plus strictes pour les véhicules légers à compter de 2011 (gouvernement du Canada, 2014). Ce règlement devrait entraîner une diminution pouvant atteindre jusqu'à 50 % des émissions des véhicules légers de modèle 2025 par rapport à ceux de modèle 2008. Pour compléter ce règlement, le Parlement du Canada a adopté en 2013 le *Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des véhicules lourds et de leurs moteurs*. Ce règlement impose des normes d'émissions de plus en plus strictes à tous les nouveaux véhicules routiers lourds et moteurs au Canada jusqu'en 2018 et vise les camionnettes pleine grandeur, les semi-remorques, les autobus et les véhicules utilitaires comme les camions à ordures. Ainsi, les véhicules lourds de modèle 2018 devraient émettre 23 % moins de GES que les véhicules de modèle 2014 (Gouvernement du Canada, 2014a). Les progrès futurs de la technologie des véhicules ainsi que l'adoption accrue des véhicules hybrides et électriques, des technologies des batteries, ainsi que le développement plus poussé et le déploiement des technologies aérodynamiques des véhicules lourds. Les technologies des véhicules et des moteurs contribueront probablement aux améliorations actuelles et prévues de l'efficacité énergétique de ces véhicules.

La production d'électricité nécessaire pour alimenter les véhicules hybrides et électriques dégage de moins en moins de GES. Le rapport *Avenir énergétique du Canada en 2013* prévoit que l'électricité au Canada sera de plus en plus produite à partir de combustibles non fossiles, comme l'hydroélectricité, l'éolien et l'énergie solaire. En outre, la production d'électricité à partir de charbon continuera de diminuer, alors qu'augmentera la production à partir de gaz naturel, qui dégage moins de GES (l'**annexe A** présente un résumé complet de la production énergétique et des tendances des émissions de GES) (Office national de l'énergie, 2013). De tous les secteurs économiques¹⁵ au Canada, le secteur de la production d'électricité est le seul dont les contributions aux émissions totales de GES devraient diminuer d'ici 2030 (de 121 Mt en 2005 à 59 Mt en 2030, soit une baisse de 51 %) (Gouvernement du Canada, 2014a).

2.2.6 Teneur en carbone des carburants des véhicules

La teneur en carbone des carburants des véhicules influera aussi sur les émissions de GES du secteur des transports, car la quantité de dioxyde de carbone (CO₂) que dégage la combustion d'un carburant dépend de sa teneur en carbone. En 2010, le Canada a adopté le *Règlement sur les carburants renouvelables*, qui oblige les producteurs et importateurs de carburants à base de pétrole à mélanger une moyenne de 5 % de carburants renouvelables dans l'essence à compter du 15 décembre 2010, et 2 % de carburants renouvelables dans les carburants diesel à compter du 1^{er} juillet 2011 (Gouvernement du Canada, 2014a).

2.3 RÉSUMÉ

Les émissions de GES du Canada liées aux transports, qui comptent actuellement pour environ le quart des émissions totales de GES du pays, devraient augmenter d'ici 2030. Le transport routier compte pour la plupart des émissions de GES du secteur des transports, et le kilométrage des véhicules légers et lourds augmente. Toutefois, les émissions du transport routier de personnes, qui a commencé à

¹⁵ Tels qu'énumérés à la section 2.1 : Agriculture, Déchets, Transports, Pétrole et gaz, Électricité, Bâtiments et Industrie.

plafonner vers 2005, devraient dorénavant fléchir, malgré les déplacements accrus par véhicule. Cela est largement dû à des gains récents et à l'amélioration constante en matière de l'efficacité énergétique des véhicules. En outre, l'augmentation de la population dans les centres urbains, où des solutions de rechange au déplacement en véhicule sont disponibles et efficaces ainsi que les changements démographiques favoriseront probablement une diminution des émissions du transport routier. Les augmentations prévues de la croissance économique et de la demande de transport de marchandises dépasseront les gains réalisés en matière d'efficacité énergétique des véhicules lourds. Compte tenu des politiques et des mesures actuellement en place, le Canada n'est pas en voie d'atteindre sa cible de Copenhague, soit de réduire ses émissions totales de 17 % en deçà des niveaux de 2005, ce qui souligne le besoin et l'importance de poursuivre les efforts pour réduire les émissions de GES du Canada dans tous les secteurs de l'économie, dont celui des transports.

2.3.1 Autres facteurs influant sur la demande de transport

Il est possible que d'autres facteurs contribuant à la demande de transport n'aient pas été examinés dans le présent chapitre. Ce sont notamment les coûts relatifs de possession d'un véhicule personnel et de déplacement (p. ex. coûts accrus de l'entretien des véhicules, de l'essence et des assurances), les difficultés économiques (p. ex. récessions, chômage, pression à la baisse sur les salaires des travailleurs), les caractéristiques de l'emploi (p. ex. horaire de travail, télétravail et perfectionnement des technologies de l'information et des communications), la croissance des ventes au détail en ligne, les conditions de transport des marchandises (p. ex. livraison juste-à-temps, destinations multiples et logistique), les préférences et choix de mode de vie des citoyens et des banlieusards et les modèles d'aménagement du territoire (p. ex. densification, concentration et consolidation dans certains cas, aménagement suburbain, périurbain et exurbain dans d'autres cas). L'étude de ces facteurs déborde de la portée du présent mandat. Toutefois, les administrations locales pourraient être justifiées de mener d'autres travaux pour examiner de quelle façon ces facteurs peuvent influencer sur les caractéristiques de la demande de transport locale et permettre des choix plus éclairés de mesures appropriées de réduction des émissions liées aux transports.

3 Inventaire de mesures

Il est possible de réduire les émissions de GES liées au transport en recourant aux approches complémentaires suivantes :

- **Réduire le kilométrage parcouru par les véhicules (KPV)**, c'est-à-dire réduire les distances parcourues en véhicule par les personnes et les marchandises;
- **Hausser le rendement des systèmes de transport et des conducteurs**, c'est-à-dire hausser le rendement des systèmes de transport de telle sorte que davantage de véhicules se déplacent dans des conditions plus optimales de vitesse et de débit;
- **Encourager les technologies des véhicules et carburants de remplacement**, c'est-à-dire adopter et encourager l'utilisation de véhicules qui consomment des carburants et utilisent des technologies remplacement à meilleur rendement énergétique ou qui recourent à des sources d'énergie de propulsion dégageant moins de GES.

Les approches ci-dessus peuvent être mises en œuvre au moyen d'une variété de stratégies, de politiques, de programmes, de projets ou d'interventions collectivement désignées sous le terme de « mesures » dans le présent rapport. Ce dernier présente une collection de 30 différentes mesures de réduction des émissions de GES liées au transport urbain, organisées selon les trois approches. L'approche de réduction du KPV comprend un large éventail de mesures possibles. Dans le présent rapport, ces mesures sont ensuite réparties en cinq catégories regroupant les mesures de réduction des émissions de GES liées au transport urbain qui tournent autour d'un même thème. La Figure 3-1

Aperçu des mesures de réduction des émissions de GES liées au transport urbain illustre les catégories et les mesures examinées dans le présent rapport. Les numéros des pages où sont examinées les mesures sont indiqués du côté droit de la figure. Une brève description des catégories et des mesures est ensuite donnée au Tableau 3-1.

L'information au sujet des mesures que contient le présent rapport provient d'une analyse documentaire des pratiques canadiennes et étrangères couvrant les principaux modes de transport urbain, des discussions et des échanges avec les partenaires dans le projet de l'ATC et d'un examen des programmes, des règlements et d'exemples d'administrations municipales canadiennes concernant leurs efforts actuels de réduction des émissions de GES liées aux transports.

Figure 3-1 Aperçu des mesures de réduction des émissions de GES liées au transport urbain

Objectif	Approches	Catégories	Mesures	Pages
Réduire les émissions de GES liées aux transports	Réduire le KPV	Aménagement du territoire	Aménagement du territoire et croissance intelligente	19
		Offre de transport	Transport collectif	26
			Transport collectif par taxis	32
			Transport actif	34
			Autopartage	37
			Covoiturage	40
			Télétravail	42
		Tarification	Péages et tarification de cordon ou de zone	43
			Frais liés à la distance	46
			Frais d'assurance liés à la distance parcourue	48
	Taxe sur les carburants ou sur le carbone		50	
	Contrôle du stationnement	Frais de stationnement	52	
		Indemnités de remplacement des frais de déplacement et de stationnement	55	
		Gestion des places de stationnement	56	
		Exigences minimales de places de stationnement	56	
	Camionnage	Gestion logistique	60	
		Transfert modal du fret	63	
			Inspection et entretien des camions	65
	Améliorer l'efficacité du système de transport et des conducteurs		Capacité de l'infrastructure	68
			Gestion de la capacité routière	68
Programmes de changement de vitesse			71	
Fonctionnement et synchronisation des feux de signalisation			73	
Régulation des accès			75	
Gestion des incidents de circulation			77	
Mesures de priorité au transport collectif			79	
Conduite éconénergétique			81	
Encourager les technologies des véhicules et carburants de remplacement		Technologies des véhicules peu énergivores	83	
		Technologies des véhicules de transport collectif	88	
		Technologies des véhicules lourds	92	
		Carburants à faible teneur en carbone	97	

Tableau 3-1 Description des mesures de réduction des émissions de GES liées aux transports

Approche – Description de la catégorie (pour « Réduire le KPV » seulement) et des mesures	
Réduire le KPV	
	<p>Aménagement du territoire Planification de la croissance urbaine et aménagement favorable à un transport efficace.</p>
1	<p>Aménagement du territoire et croissance intelligente : Des modèles d'aménagement du territoire efficaces en matière de transport peuvent aider à réduire le besoin de se déplacer en véhicule ou la longueur des déplacements qui doivent être faits en véhicule. L'aménagement du territoire nécessite des politiques, des plans, des programmes et des règlements qui favorisent la densification, prévoient des milieux de vie complets, améliorent la connectivité pour le transport actif, soutiennent le transport collectif et les autres modes de transport de remplacement et réduisent les incidences sur l'environnement.</p>
	<p>Offre de transport Proposer des solutions de rechange à la conduite en solitaire en incitant davantage de personnes à se déplacer ensemble dans un plus petit nombre de véhicules ou par transport actif, ou encore de ne pas se déplacer.</p>
2	<p>Améliorer les services de transport collectif : Les services de transport collectif offrent une solution de rechange importante et économe en énergie aux déplacements en voiture. L'accroissement ou l'expansion de l'offre de transport collectif et l'amélioration de la qualité et de la fiabilité des dessertes, de l'accès, des installations destinées aux usagers et des commodités des véhicules peuvent rendre ces services plus concurrentiels, plus viables et plus attrayants pour le transport urbain de personnes.</p>
3	<p>Offrir un service de transport collectif par taxis : Le transport collectif par taxis est une forme de réponse à la demande de transport collectif qui convient aux endroits à faible densité de population. L'instauration de services de transport collectif par taxis offre de la mobilité et des solutions de rechange économes en énergie à la conduite en solitaire dans les secteurs où un service de transport collectif de niveau supérieur ne peut être justifié.</p>
4	<p>Encourager le transport actif : Le transport actif est toute forme de déplacement à propulsion humaine qui ne produit aucune émission de GES. L'amélioration de l'étendue, de la sécurité et du confort de l'infrastructure et des itinéraires consacrés au transport actif, ainsi que l'amélioration de l'accessibilité et de l'intermodalité et un aménagement du territoire favorable, peuvent encourager le transport actif.</p>
5	<p>Offrir des services d'autopartage : L'autopartage est une solution de rechange à la possession d'une voiture. L'encouragement de l'autopartage peut avoir les avantages de réduire les exigences de places de stationnement et les déplacements en voiture.</p>
6	<p>Encourager le covoiturage : Le covoiturage réduit le kilométrage et les émissions de GES en partageant les déplacements. Il peut être encouragé et favorisé par des programmes et des mesures incitatives instaurés par l'employeur, par des systèmes de coordination et de réservation, par l'utilisation des voies réservées aux véhicules multioccupants (VMO), par la désignation de points d'embarquement et de débarquement et par la révision des politiques de stationnement.</p>
7	<p>Encourager le télétravail : Les programmes de télétravail et d'horaire comprimé offerts par les employeurs peuvent permettre aux employés de réduire ou d'éviter les déplacements pour aller au travail et en revenir.</p>
	<p>Tarifification Augmenter le coût des déplacements en véhicule afin d'influer sur les choix de transport des voyageurs quant au mode et au moment des déplacements.</p>
8	<p>Instaurer des routes à péage et une tarification au cordon ou à la zone : Les péages et la tarification au cordon ou à la zone peuvent augmenter le coût des déplacements en véhicule sur certaines routes, dans certains secteurs ou à certaines heures de la journée.</p>
9	<p>Instaurer des frais liés la distance parcourue : Les conducteurs doivent payer des frais liés à la distance parcourue en véhicule. Contrairement aux péages et à la tarification au cordon ou à la zone, les frais liés à la distance parcourue s'appliquent en tout temps.</p>
10	<p>Instaurer des frais d'assurance selon la distance : Les frais d'assurance selon la distance consistent à imposer aux conducteurs une prime d'assurance selon le kilométrage de leur véhicule.</p>
11	<p>Instaurer une taxe sur les carburants ou sur le carbone : Les taxes sur les carburants et sur le carbone augmentent le coût des déplacements en véhicule en haussant les frais pour les producteurs et distributeurs de carburants, qui sont répercutés sur l'utilisateur final.</p>
12	<p>Hausser les frais de stationnement : La hausse des frais de stationnement peut servir à décourager l'utilisation de la voiture vers certains secteurs congestionnés. Les municipalités peuvent hausser les frais qu'elles exigent pour les places de stationnement public et imposer des taxes ou des frais aux exploitants des parcs de stationnement privés. Des frais moindres peuvent aussi être offerts pour encourager le covoiturage et l'autopartage.</p>
13	<p>Offrir des indemnités en remplacement des frais de déplacement et de stationnement : Une compensation financière peut être offerte aux employés pour les inciter à choisir d'autres façons de se rendre au travail qu'en voiture. Une compensation peut aussi leur être offerte pour céder une place de stationnement ou pour payer les laissez-passer de transport collectif ou le covoiturage.</p>
	<p>Contrôle du stationnement Limiter l'offre de stationnement afin d'influer sur les choix de déplacement et de soutenir un aménagement du territoire plus efficace en matière de transport.</p>
14	<p>Optimiser ou réduire les places de stationnement existantes et instaurer des systèmes de jalonnement dynamique du stationnement : La gestion du stationnement vise à optimiser l'utilisation des places de stationnement existantes, alors que les systèmes de jalonnement dynamique du stationnement aident les conducteurs à trouver plus rapidement les places disponibles. Ces systèmes peuvent limiter le</p>

besoin de construire de nouvelles places de stationnement.

- 15** **Modifier les règlements sur le stationnement afin de réduire les exigences minimales de places de stationnement** : La limitation du nombre de nouvelles places de stationnement construites dans le cadre des nouveaux aménagements peut avoir un effet dissuasif sur la possession d'une voiture et les déplacements en véhicule, tout en appuyant la densification du milieu urbain, le transport collectif et le transport actif.

Camionnage

Améliorer la gestion logistique du fret ou encourager le transfert modal afin de diminuer le nombre et la durée des trajets des camions.

- 16** **Améliorer la gestion logistique** : L'amélioration de la gestion logistique peut supposer l'optimisation des itinéraires des camions, des chargements et des dimensions des emballages, ainsi que l'utilisation des technologies de l'information pour l'organisation, le suivi et l'amélioration des livraisons. La création de centres de distribution urbains peut aider à regrouper les livraisons en milieu urbain. L'optimisation de la logistique du transport de marchandises peut réduire les coûts de transport, rehausser la qualité des services, accélérer la livraison, accroître la compétitivité et améliorer la performance environnementale.
- 17** **Encourager le transfert modal du fret** : Le détournement du fret des camions vers les modes maritime et ferroviaire peut réduire les émissions de GES. Toutefois, le transport intermodal des marchandises n'est généralement avantageux que sur de longues distances et est probablement moins pertinent en milieu urbain.
- 18** **Améliorer les programmes d'inspection et d'entretien** : De meilleurs programmes d'inspection et d'entretien peuvent permettre de déceler des problèmes mécaniques, limiter les émissions de polluants et optimiser le fonctionnement des véhicules. Ces programmes d'inspection peuvent être lancés ou subventionnés par des organismes gouvernementaux.

Hausser le rendement du système de transport et des conducteurs

- 19** **Accroître la capacité de l'infrastructure** : Une certaine capacité d'infrastructure peut être ajoutée aux carrefours ou sur des segments de route afin de réduire la congestion. L'accroissement de capacité peut être fait par une expansion physique.
- 20** **Gérer la capacité routière de manière dynamique** : La congestion peut être réduite grâce à une gestion plus optimale et dynamique de l'espace existant. La gestion dynamique de l'espace routier existant nécessite l'utilisation de caméras et de matériel de détection et de signalisation.
- 21** **Instaurer des programmes de changement de vitesse** : L'abaissement des limites de vitesse peut réduire les émissions de GES en réduisant la traînée aérodynamique. Les contrôles dynamiques de la vitesse peuvent retarder l'entrée de véhicules dans les secteurs congestionnés ou les goulots d'étranglement afin de donner plus de temps pour que la congestion se résorbe.
- 22** **Optimiser le fonctionnement et la synchronisation des feux de circulation** : La réduction des arrêts et départs des véhicules grâce à une meilleure gestion des feux de circulation peut fluidifier le trafic dans les couloirs de transport. Cela peut nécessiter de revoir la synchronisation des feux et des phases dans les couloirs et d'adapter les feux aux heures de la journée et aux conditions de circulation.
- 23** **Instaurer la régulation des accès** : La régulation des accès contrôle le nombre de véhicules s'engageant sur une autoroute à partir d'une bretelle et le moment où ils le font, afin d'assurer une circulation fluide sur l'autoroute.
- 24** **Améliorer la gestion des incidents de circulation** : La gestion des incidents est un effort systématique de multiples organismes pour améliorer et faciliter le règlement des incidents sur la chaussée susceptibles de causer des goulots d'étranglement et de la congestion. L'utilisation d'appareils de surveillance et de rapport, une meilleure coordination entre organismes et des procédures d'intervention claires peuvent faciliter l'identification, le traitement et le règlement rapides des incidents.
- 25** **Instaurer des mesures de priorité au transport collectif** : Les temps de parcours et la fiabilité des véhicules de transport collectif peuvent être améliorés à l'aide de voies réservées, de mesures de priorité aux feux de circulation, de l'optimisation des lieux d'arrêt, d'un service express ou à nombre d'arrêts limité et des systèmes embarqués de traçage et d'information en temps réel. La rapidité et la fiabilité du transport collectif en font une solution de rechange plus attrayante pour le déplacement des personnes en milieu urbain.
- 26** **Encourager la conduite éconénergétique** : Des programmes de formation sur la conduite éconénergétique peuvent aider à montrer comment conduire de façon plus économe en énergie. Les conducteurs peuvent apprendre comment éviter l'accélération rapide et le freinage, réduire la vitesse, limiter la marche au ralenti et effectuer des contrôles périodiques d'entretien de véhicule, comme la vérification de la pression des pneus et la surveillance de base du moteur, afin de s'assurer que leur véhicule fonctionne de façon optimale.

Encourager les technologies des véhicules et carburants de remplacement

- 27** **Encourager l'adoption des technologies de propulsion des véhicules plus efficaces** : L'encouragement à adopter des systèmes de propulsion de véhicules hybrides et électriques peut réduire la dépendance envers les combustibles fossiles. Des mesures incitatives, des remises et une infrastructure de recharge, des privilèges d'accès aux voies réservées ou au stationnement ainsi que les essais et la démonstration continus de véhicules peuvent favoriser l'adoption de ces nouvelles technologies des véhicules.
- 28** **Instaurer les nouvelles technologies des véhicules de transport collectif** : L'utilisation de véhicules de transport collectif de remplacement hybrides, à pile de combustible et à carburant de remplacement peut réduire la dépendance envers les combustibles fossiles des parcs de véhicules de transport collectif.
- 29** **Encourager les nouvelles technologies liées aux véhicules lourds** : Les technologies liées aux moteurs des véhicules lourds, les unités d'alimentation électrique auxiliaire, les mesures d'amélioration de l'aérodynamisme des tracteurs et des remorques et les pneus à faible résistance au roulement peuvent améliorer le rendement des carburants des véhicules. Les gouvernements provinciaux ou fédéral peuvent offrir des mesures incitatives et du financement pour appuyer la mise à l'essai et l'adoption de ces technologies par les entreprises de camionnage et les flottes municipales.
- 30** **Utiliser des carburants à faible teneur en carbone** : Mélanger des carburants de remplacement à faible teneur en carbone dans l'essence et le carburant diesel et réduire la quantité de combustibles fossiles utilisée pour le transport.

3.1 ORGANISATION DU DOCUMENT

Les chapitres 4 à 6 donnent de l'information plus détaillée sur chacune des mesures de réduction des émissions de GES liées au transport urbain. Chaque section débute par un tableau résumant les considérations de mise en œuvre et les indicateurs de rendement de chaque mesure, comme il est décrit au Tableau 3-2.

Tableau 3-2 Description des considérations de mise en œuvre et des indicateurs de rendement

Description des considérations de mise en œuvre ou des indicateurs de rendement	Évaluation
Responsabilité	
L'organisme ou les organismes d'exécution qui seraient normalement chargés de la planification, de la mise en œuvre et du fonctionnement de la mesure. D'autres ordres de gouvernement et le secteur privé sont indiqués lorsqu'ils peuvent participer à la mise en œuvre de la mesure ou en tant que partenaire de l'organisme ou des organismes d'exécution.	Exemples : administrations locales ou régionales, gouvernements provinciaux, organismes responsables du transport collectif, employeurs, sociétés de transport privées
Applicabilité	
Applicabilité d'une mesure en fonction de la taille d'une agglomération. Il est à noter que les recommandations peuvent ne pas toujours être liées à la taille, mais plus étroitement à la densité d'occupation du sol, à la demande de transport, à la congestion routière, à la disponibilité du transport collectif, à la demande de stationnement et à la présence de stationnement payant. Les plus grandes agglomérations tendent à avoir des milieux urbains plus denses, une plus grande congestion routière, une plus grande offre de transport collectif, une demande de stationnement plus élevée et du stationnement payant, des conditions qui rendent appropriées certaines mesures. Toutefois, les agglomérations plus petites peuvent posséder un secteur central, une zone centrale ou un centre-ville présentant certaines des caractéristiques qui rendent applicables d'autres mesures.	Population de l'agglomération : P : moins de 50 000 hab. M : de 50 000 à 500 000 hab. G : 500 000 hab. et plus
Coût	
Coûts de mise en œuvre, comme les coûts de planification, d'immobilisation et de fonctionnement. Ceux-ci ne prennent pas en compte les montants que l'utilisateur final (p. ex. usager du transport collectif ou conducteur) peut être tenu de payer. Ils sont présentés du point de vue de l'organisme qui serait chargé de la mise en œuvre.	\$: Peu coûteuse \$\$: Assez peu coûteuse \$\$\$: Modérément coûteuse \$\$\$\$: Coûteuse \$\$\$\$\$: Très coûteuse
Potentiel de réduction des émissions de GES	
Décrit qualitativement le potentiel cumulatif de réduction de la mesure sur une période de 10 à 20 ans après sa mise en œuvre (théoriquement de 2025 à 2035). L'annexe B donne d'autres détails sur la façon dont sont cotées les mesures.	1 : Très faible 2 : Faible 3 : Modéré 4 : Élevé 5 : Très élevé
Faisabilité technique	
Indique la faisabilité technique de la mise en œuvre et décrit les conditions préalables, comme l'espace et les spécifications techniques, qui peuvent être importantes. La faisabilité technique est évaluée du point de vue de l'organisme qui serait chargé de la mise en œuvre.	1 : Très difficile 2 : Difficile 3 : Modérée 4 : Facile 5 : Très facile
Acceptabilité sociale	
Indique l'acceptabilité sociale de la mise en œuvre d'une mesure. Celle-ci est évaluée du point de vue de la collectivité (p. ex. le grand public, le voisinage, le quartier, la ville ou la région) ou des groupes d'utilisateurs (p. ex. les conducteurs et les usagers du transport collectif) qui seraient touchés par la mesure.	1 : Très faible 2 : Faible 3 : Modérée 4 : Bonne 5 : Très bonne

Moment de mise en œuvre	
Décrit le moment où une mesure peut être mise en œuvre, ce qui dépend de sa faisabilité technique et sa maturité technologique. Le terme « continue » est employé lorsque l'application d'une mesure se fait de manière continue plutôt que ponctuelle (p. ex. la synchronisation de feux de signalisation plutôt que la construction de nouveaux ouvrages).	Immédiat (moins d'un an) Court terme (de 1 à 3 ans) Moyen terme (de 3 à 10 ans) Long terme (10 ans et plus)
Délai de réduction des émissions de GES	
Décrit le délai au terme duquel la réduction cumulative des émissions de GES devrait être considérable.	Immédiat (moins d'un an) Court terme (de 1 à 3 ans) Moyen terme (de 3 à 10 ans) Long terme (10 ans et plus)

Chaque section donne ensuite, pour chaque mesure, les renseignements suivants :

Description

Décrit la mesure ou la série de mesures et de quelles façons elle aide à réduire les émissions de GES, et donne quelques exemples, pratiques exemplaires et documents de référence pour obtenir de plus amples renseignements.

Mesures à encourager

Décrit les méthodes que les organismes locaux et régionaux et les autres ordres de gouvernement peuvent suivre et les interventions qu'ils peuvent faire pour encourager la mise en œuvre ou hausser l'efficacité des mesures de réduction des émissions de GES.

Avantages et inconvénients

Décrit les avantages directs et indirects et les inconvénients liés à la mise en œuvre des mesures pour les particuliers, les organisations et la collectivité.

Incidences

Donne un aperçu des incidences sur les schémas de déplacement, la consommation d'énergie et les émissions de GES, lorsque cette information est disponible.

Contraintes et obstacles à la mise en œuvre

Présente une liste des contraintes et des obstacles à la mise en œuvre et décrit la façon de surmonter certains d'entre eux.

En dépit de l'information, des considérations stratégiques et des évaluations qualitatives dont il est fait état dans le présent document, les auteurs de l'étude reconnaissent que des conditions particulières en quelque endroit au Canada peuvent mener à des conclusions et évaluations différentes de celles qui sont présentées dans le présent document. La taille et la forme de l'agglomération, la densité d'occupation du sol, l'infrastructure, la disponibilité d'autres modes de transport, les caractéristiques naturelles, ainsi que les budgets municipaux, les caractéristiques de la population, les objectifs et les contraintes déterminant les types de mesures qui peuvent convenir à un contexte donné. Le lecteur devrait utiliser l'information que contient le présent document comme un guide, mais évaluer lui-même la pertinence et le rendement des mesures dans le contexte qui est le sien.

4 Réduire le KPV

Le présent chapitre renferme une série de mesures visant à réduire les distances parcourues pour le transport des personnes et des marchandises dans les véhicules à combustible fossile circulant sur les routes. En général, les mesures de réduction des KPV (kilomètres-véhicules parcourus) sont les mesures qui produisent les impacts à long terme les plus significatifs en matière d'énergie, de consommation de carburant et d'émissions de GES (Cambridge Systematics Inc., 2009), puisqu'elles visent à mettre en place des changements durables en termes de tendances et de comportements de déplacement. Les mesures examinées ne visent pas à éliminer l'ensemble des déplacements, mais plutôt à encourager les personnes et les transporteurs à réduire les distances parcourues à l'aide de véhicules à combustible fossile, à réduire le nombre de déplacements effectués ou à choisir des modes de transport de personnes ou de marchandises plus écoénergétiques. De plus, les mesures de réduction des KPV encouragent également les personnes à ne pas posséder de véhicule, un facteur clé des KPV, puisque ces mesures sont associées à des incitatifs et d'autres options de transport, mais aussi à des contraintes liées à l'utilisation d'un véhicule.

Le présent chapitre porte sur l'aménagement du territoire, le transport collectif, le transport collectif par taxi, le transport actif, l'autopartage, le covoiturage, le télétravail, les mécanismes de tarification et les mesures liées au camionnage. Les milieux urbains plus denses, plus compacts et bien conçus sont un facteur clé qui facilite l'utilisation d'autres formes de transport comme le transport collectif et le transport actif. Le transport collectif, le transport actif, le covoiturage, l'autopartage et le télétravail peuvent être considérés des mesures complémentaires de réduction des KPV, puisque ces mesures offrent une alternative à l'utilisation du véhicule par un seul occupant. Dans le cas du télétravail, aucun déplacement physique n'est effectué. D'autre part, les mesures de tarification et de contrôle du stationnement reposent sur des mécanismes financiers, réglementaires ou restrictifs pour encourager les voyageurs à choisir des modes de transport autres que l'automobile ou à se déplacer à des heures de moins grande congestion. Enfin, des mesures sont proposées pour que les marchandises et le fret soient transportés plus efficacement à l'intérieur des villes, et ce, afin de réduire le camionnage.

4.1 AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

Les politiques et stratégies d'aménagement du territoire visent à promouvoir le développement urbain qui encourage les modes et pratiques de transport plus durable (c'est-à-dire l'aménagement du territoire efficace sur le plan des transports). Ces politiques et stratégies sont formulées à différents niveaux spatiaux et elles comprennent des initiatives dirigées au niveau régional comme les principes de croissance intelligente, ainsi que des initiatives plus locales comme les aménagements axés sur le transport collectif (AATC), les collectivités axées sur le transport collectif (CATC), les écoquartiers et l'aménagement groupé. Dans l'ensemble, les politiques et stratégies d'aménagement du territoire visent, entre autres, à réduire la nécessité d'effectuer des déplacements à l'aide de véhicules ou à réduire la longueur des déplacements qui doivent être faits à l'aide de véhicules.

Responsabilité		Municipalités locales, régionales et organismes de transport collectif
Applicabilité	P, M, G	S'applique aux petites, moyennes et grandes municipalités
Coût	\$ - \$\$\$	Le coût des modifications aux politiques et à la réglementation aux niveaux municipal et régional dépend de la portée d'application, mais il est généralement plus bas que pour d'autres mesures intensives d'immobilisation.
Potentiel de réduction des GES	4	Peut entraîner un changement majeur des habitudes de déplacement.
Faisabilité technique	Variable	Dépend de la portée de la politique, du programme ou du projet.
Acceptation sociale	Variable	Dépend de la portée de la politique, du programme ou du projet.
Échéancier de mise en œuvre	Mise en œuvre immédiate, continue	Les lois, politiques et programmes d'aménagement du territoire peuvent être mis en place ou modifiés de façon immédiate afin d'appuyer l'aménagement du territoire efficace sur le plan des transports.
Échéancier de réduction des GES	Long terme	Les modifications aux approches d'aménagement du territoire tardent à produire des résultats concrets et la réduction significative des émissions ne sera possible qu'à long terme.

Description

L'aménagement réfléchi du territoire est un facteur clé qui encourage les formes de transport plus écoénergétiques. En général, les objectifs des approches d'aménagement du territoire efficace sur le plan des transports sont les suivants :

- promouvoir l'intensification et l'édification sur terrain intercalaire, y compris la densification des secteurs résidentiels et d'emploi;
- fournir un milieu de vie complet comprenant différentes densités et utilisations du sol (p. ex., des secteurs résidentiels, commerciaux, d'emploi et institutionnels);
- améliorer l'intégration et la connectivité avec les quartiers adjacents;
- appuyer d'autres options de transport, dont le transport collectif et le transport actif;
- réduire les impacts du milieu bâti sur le milieu naturel et optimiser l'infrastructure et les services municipaux afin de réduire les coûts de construction, d'exploitation, d'entretien et de remplacement;
- améliorer l'accessibilité et les réseaux de rues connectées à l'aide de trottoirs et de sentiers cyclables;
- encourager la participation citoyenne au processus décisionnel.

Les approches de planification de la croissance intelligente sont généralement appliquées au niveau régional, tandis que l'urbanisme néo-traditionnel, les AATC/CATC, les écoquartiers et l'aménagement groupé représentent des interventions à plus petite échelle axées sur les quartiers (c'est-à-dire des interventions communautaires).

Gestion de la croissance régionale

La croissance intelligente constitue un ensemble global de principes d'utilisation du sol et de développement qui vise à restreindre ou à réduire l'étalement urbain. Étant donné que l'étalement urbain constitue souvent un problème qui transcende les limites municipales, la croissance intelligente prend souvent la forme de politiques à long terme et de haut niveau visant à faciliter la gestion de la croissance régionale et à guider les décisions prises en matière de développement, de gestion des ressources et d'investissement public. En vertu des politiques de croissance intelligente, le développement futur se concentre sur des centres de croissance stratégiquement situés (p. ex., le centre-ville, le secteur central d'une municipalité, les noyaux d'emploi, les noyaux de transport, etc.), et la croissance maximale à l'extérieur des secteurs désignés repose sur les limites établies relativement à l'expansion urbaine. Les interventions de planification à l'échelle des quartiers sont alors utilisées au sein des centres de croissance pour que des modèles d'utilisation du sol et de design urbain plus efficaces et plus durables puissent être conçus (voir la section « Planification urbaine » ci-dessous pour des exemples). Toutefois, les politiques régionales d'utilisation du sol reconnaissent également que l'activité n'est pas restreinte à chaque centre de croissance, puisque les origines et destinations des déplacements peuvent varier au sein d'un vaste secteur géographique. Par conséquent, les politiques de croissance intelligente comprennent souvent des lignes directrices sur l'établissement ou le renforcement d'un réseau régional de centres de croissance. Elles font aussi ressortir l'importance de la coordination avec la planification des transports régionaux et les investissements dans le transport collectif qui fournissent plus d'options de déplacement au sein de chaque centre de croissance, entre les différents centres de croissance et dans l'ensemble de la région.

Exemples de politiques régionales de croissance intelligente :

- En Ontario, le plan de croissance de la grande région du Golden Horseshoe (c'est-à-dire le plan régional de gestion de la croissance) est déployé en conjonction avec le plan *The Big Move* de Metrolinx (c'est-à-dire un plan de transport régional).
- Les mesures adoptées par la province de la Colombie-Britannique protègent les terres agricoles (c'est-à-dire qu'une réserve de terres agricoles a été créée en 1974) sous la supervision des secteurs municipaux et privés de la Colombie-Britannique.
- Dans le cadre de leurs stratégies régionales de croissance, plusieurs districts régionaux de la Colombie-Britannique et leurs municipalités partenaires, dont le Grand Vancouver, le district régional de la capitale (le Grand Victoria) et le district régional de Nanaimo, utilisent des limites de confinement urbain ou des mesures équivalentes pour restreindre la croissance urbaine.

Planification urbaine

L'urbanisme néo-traditionnel, les aménagements axés sur le transport collectif (AATC) et les collectivités axées sur le transport collectif (CATC) sont tous des concepts de planification qui visent à créer des collectivités plus denses et plus groupées. Tous ces concepts encouragent le développement et la consolidation des zones urbaines existantes, mettent l'accent sur la création de milieux de vie à usage mixte et encouragent le design urbain de grande qualité pour promouvoir le transport public et actif ainsi que l'aménagement d'espaces publics bien vivants.

Les AATC s'efforcent de mettre l'accent sur l'aménagement groupé et à usage mixte aux environs des stations de transport collectif afin de favoriser une croissance urbaine plus durable, l'augmentation de l'achalandage du transport collectif et la réduction de l'utilisation de l'automobile, de la congestion et des émissions de GES. Les AATC correspondent à un milieu urbain où l'accent est mis sur le centre

commercial et sur les services, mais aussi sur une station principale de transport collectif qui peut être facilement accessible à la marche (environ 800 mètres ou 10 minutes à la marche). Son but ultime est de fournir aux résidents et aux travailleurs des choix de modes de transport autres que l'automobile pour se rendre à leur emploi, aux différents services ou à leurs activités de loisir, et ce, de façon sécuritaire, pratique et rapide, qu'ils soient à l'intérieur de leur AATC local ou dans d'autres AATC sur le réseau principal d'infrastructures de transport collectif. Afin d'assurer la réussite de la planification et du développement des AATC, d'autres lignes directrices et stratégies particulières peuvent être élaborées. Par exemple, les lignes directrices de Metrolinx sur les carrefours multimodaux facilitent la coordination avec le plan global de transport régional (c'est-à-dire le plan « The Big Move ») en ce qui concerne des questions telles que la conception des stations de transport collectif, la circulation et l'accès aux stations, l'orientation, l'utilisation du sol et le design urbain aux environs des stations de transport collectif, ainsi que le financement et la mise en œuvre.

L'approche des CATC est de nature plus globale que le modèle des AATC puisqu'elle ne met pas simplement l'accent sur le développement physique aux environs des stations de transport collectif rapide. Les CATC correspondent plutôt à différents emplacements (régions, villes, districts) adaptés ou aménagés afin de réduire la dépendance à l'automobile : forte densité, usage mixte, réseaux de transport structurés accessibles à la marche (courtes distances), etc. Par exemple, les CATC du Grand Vancouver sont axées sur l'aménagement prévu près du réseau de transport collectif fréquent, qui est composé de lignes d'autobus offrant des niveaux de service élevés et du système de transport collectif rapide SkyTrain.

Les six principes des CATC sont les suivants (les six D) : destination, distance, design, densité, diversité et demande (Translink, 2012). Ces principes devraient être mis en place en harmonie avec tous les niveaux de planification (régional, ville, district et emplacement).

- Destination : les divers secteurs (centres) sont situés près d'un réseau de transport structuré ou de plus haut niveau.
- Distance : les distances de marche jusqu'au service principal de transport collectif sont minimisées par une échelle de conception bien définie et un réseau compact de rues en damier.
- Design : le design urbain est à l'échelle individuelle et comprend des circuits piétonniers et des sentiers cyclables sécuritaires et faciles d'utilisation.
- Densité : forte densité de bâtiments à multiples usages.
- Diversité : usage mixte.
- Demande : mise en place de mesures encourageant les personnes à ne pas utiliser l'automobile et à ne pas faire de déplacements non nécessaires.

Parmi les autres concepts d'urbanisme de niveau local, mentionnons le concept de l'écoquartier, qui vise également à réduire la dépendance à l'automobile en encourageant le développement à usage mixte ainsi que le transport public et le transport actif. Toutefois, ce concept diffère légèrement des autres concepts d'urbanisme de niveau communautaire puisqu'il met l'accent sur l'intégration des pratiques exemplaires de rendement environnemental et d'efficacité énergétique au milieu bâti afin de réduire l'empreinte écologique d'un quartier. Tous les concepts ci-dessus sont souvent dérivés des principes plus généraux de croissance intelligente ou sont appuyés par ces principes.

Enfin, le concept d'aménagement groupé est principalement associé à la densité brute et à la compacité. La densité brute se définit par le nombre d'unités dans un secteur donné. La compacité correspond à la relation physique et spatiale entre les secteurs bâtis et non bâtis, ainsi qu'à la manière dont l'espace est

conçu pour minimiser les espaces non attrayants et vides et les discontinuités. Le concept d'urbanisme des aménagements de types néo-traditionnel, des AATC/CATC et des écoquartiers prévoit généralement l'intégration d'une forme quelconque d'aménagement groupé afin que des milieux urbains à plus forte densité, de grande qualité et à usage mixte puissent être aménagés.

Exemples



AATC (The Bridges, Calgary, Alberta)



Écoquartier (Docksider Green, Victoria, C.-B.)



AATC, urbanisme néo-traditionnel (Bois-Franc, Québec)

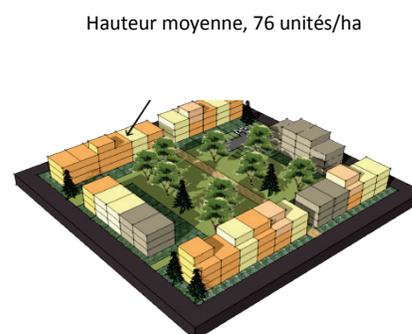
Aménagement groupé



Tour, 76 unités/ha



Faible hauteur, 76 unités/ha



Hauteur moyenne, 76 unités/ha

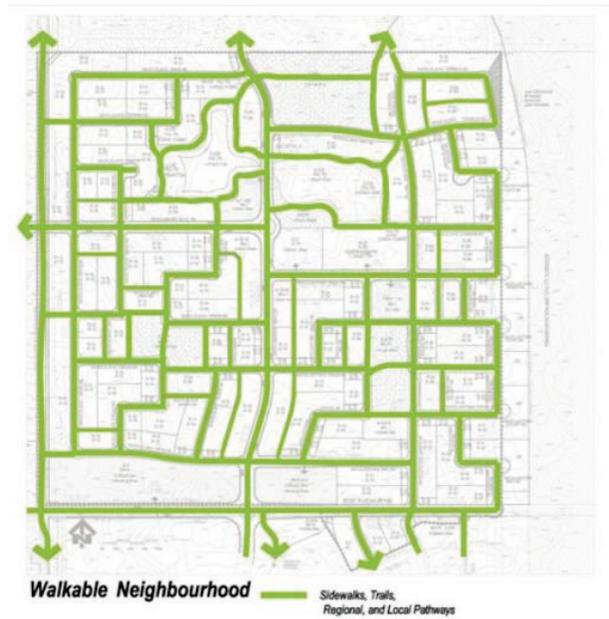
©Collectivités viables

Réseaux de rues en damier

Les concepts d'urbanisme mentionnés ci-dessus sont souvent réalisés à l'aide d'un réseau de rues en damier, qui est constitué d'un réseau de rues hybrides qui favorisent le transport actif tout en décourageant l'utilisation de l'automobile pour les déplacements sur de courtes distances. Ce concept est caractérisé par des quadrants ou des quartiers qu'il est possible de traverser en effectuant une marche de dix minutes (environ 800 mètres par 800 mètres). Les routes artérielles et collectrices bordent chaque quadrant et permettent la connectivité avec les quadrants voisins. Les véhicules en transit sont principalement confinés à ces corridors, puisque chaque réseau de rues à l'intérieur de chaque quartier est composé de boucles et de culs-de-sac qui découragent la circulation de transit. Toutefois, les circuits piétonniers et cyclables, les parcs et les espaces ouverts permettent la connectivité pour tous les déplacements non motorisés entre les quartiers. Ci-dessous est fourni un exemple de réseaux de rues en damier dans le quartier de Saddleton à Calgary.



© SCHL



© SCHL

Mesures incitatives

Organismes provinciaux

Bien que bon nombre des approches d'aménagement du territoire examinées soient davantage applicables au niveau municipal, les organismes provinciaux peuvent encourager leur adoption en promulguant des lois, en adoptant des politiques et en créant des programmes qui tiennent compte des principes communs à toutes les approches examinées ci-dessus (p. ex., en établissant des cibles d'intensification, en encourageant la mise en place de différentes options de transport, en établissant des exigences d'accessibilité, etc.). Puisque les politiques municipales en matière d'urbanisme doivent généralement se conformer aux politiques provinciales en matière d'urbanisme, les organismes provinciaux peuvent essentiellement faire en sorte que les différentes municipalités travaillent à la réalisation de buts communs.

Organismes régionaux et municipaux

Intégrer les principes aux lois, politiques et programmes d'aménagement du territoire

À l'instar de l'approche examinée ci-dessus pour les organismes provinciaux, les organismes régionaux et municipaux peuvent intégrer les principes de la croissance intelligente, de l'urbanisme néo-traditionnel, des AATC/CATC, des écoquartiers et de l'aménagement groupé à leurs plans, politiques et programmes d'aménagement du territoire. Cette approche peut s'appliquer tant aux politiques de haut niveau (p. ex., les stratégies de croissance régionale, les plans officiels, etc.) qu'aux plans de secteur (p. ex., les plans directeurs, les plans secondaires, etc.) et qu'aux plans d'emplacement (p. ex., les lignes directrices de conception, les surfaces de plancher minimale et maximale).

Utiliser des incitatifs ou programmes financiers

Des incitatifs ou programmes financiers peuvent être utilisés pour faciliter le type d'aménagement recherché qui, autrement, pourrait ne pas être conçu. Par exemple, des incitatifs d'aide financière peuvent encourager la construction de résidences sur des terrains vacants ou des zones de stationnement ou des programmes peuvent prévoir des mécanismes financiers pour le réaménagement de quartiers existants.

Utiliser les redevances d'aménagement pour renforcer les modèles d'aménagement voulus

Il est possible d'utiliser les redevances d'aménagement pour renforcer les modèles voulus d'utilisation du sol. En particulier, une municipalité peut mettre en place un système étagé de redevances d'aménagement prévoyant des taux moins élevés pour les emplacements ou les formes d'aménagement voulus. Par exemple, la Ville d'Ottawa impose des redevances d'aménagement plus élevées pour tout projet d'aménagement à l'extérieur de la ceinture verte, ainsi que pour les résidences individuelles et semi-détachées (Ville d'Ottawa, 2014). Non seulement cette approche encourage un aménagement résidentiel plus dense plus près du centre-ville, mais elle tient aussi compte des coûts plus élevés de l'infrastructure et des services associés à l'aménagement suburbain moins dense.

Installer les principaux générateurs de déplacements dans les centres urbains et les secteurs offrant des services de transport collectif de grande qualité.

Il est essentiel d'appliquer les principes d'aménagement du territoire axé sur le transport tant aux points d'origine (p. ex., où les personnes habitent) qu'aux points de destination (p. ex., où les personnes travaillent, font leurs emplettes, etc.) afin que des modes de transport autres que l'automobile puissent être viables. Les principaux générateurs de déplacements comme les grands complexes d'édifices à bureau qui sont situés à l'extérieur des centres urbains ou qui ne sont pas efficacement reliés aux réseaux de transport collectif renforcent ou créent de nouveaux modèles de déplacement qui dépendent de l'automobile et des obstacles qui nuisent à la mise en place d'un réseau de transport mieux intégré, plus efficace et plus diversifié. Les politiques d'urbanisme en vertu desquelles les principales utilisations du sol générant des déplacements se situent dans les centres urbains et les secteurs offrant des services de transport collectif de grande qualité peuvent contribuer à contrer de tels problèmes. La stratégie de croissance régionale du Grand Vancouver, Metro 2040 (Metro Vancouver, 2013) est un exemple d'une telle approche stratégique. Les politiques de l'Ontario sur les centres de croissance urbaine dans le cadre du plan de croissance de la grande région du Golden Horseshoe reposent sur des principes semblables.

Avantages et inconvénients

Les avantages offerts par les approches d'aménagement du territoire efficace sur le plan des transports sont notamment les suivants :

- Réduction de la consommation énergétique et des émissions de GES associées aux transports
- L'aménagement à usage mixte plus dense est une forme d'aménagement plus rentable et plus respectueuse de l'environnement que l'aménagement suburbain moins dense (PEW Center Global Climate Change, 2011).
- Amélioration de la santé et de la sécurité des collectivités et des personnes
- Amélioration de la qualité de l'environnement

- Les écoquartiers en particulier peuvent contribuer à réduire l'empreinte environnementale de l'aménagement.
- Meilleure gestion de l'espace urbain
- Permet une plus grande diversité de l'offre de logements.
- Diversification des activités
- Plus grand nombre d'options de modes de transport et utilisation accrue du transport public et du transport actif, ce qui peut contribuer à réduire la congestion routière tout en améliorant la mobilité des personnes qui ne peuvent pas conduire ou qui préfèrent ne pas conduire.
- Les AATC/CATC en particulier peuvent contribuer à réduire les coûts collectifs et individuels associés aux transports et promouvoir la mise en place de réseaux de transport plus efficaces.
- Compétitivité et attrait économiques accrus des secteurs urbains

Les inconvénients associés aux approches d'aménagement du territoire efficace sur le plan des transports sont notamment les suivants :

- Les modifications apportées aux politiques d'utilisation du sol sont lentes à produire des résultats concrets.
- Les impacts des approches d'utilisation du sol efficaces sur le plan des transports peuvent être limités à l'extérieur des zones aménagées.
- L'aménagement groupé et l'intensification peuvent entraîner une augmentation de la congestion routière au niveau local.

Impacts

L'intensification et l'aménagement à usage mixte peuvent réduire la superficie des terrains consommée pour l'aménagement urbain par personne, les coûts par habitant de l'infrastructure, les distances parcourues et les temps de déplacement, ils peuvent accroître la viabilité des options de transport public et actif et ils peuvent protéger les zones naturelles. L'intensification peut également contribuer à l'amélioration de l'accessibilité et à la réduction des besoins énergétiques de 20 % ou moins, principalement en facilitant le transport public (Bochet, Gay, & Pini, 2004).

La réduction de l'utilisation de l'automobile a des incidences positives sur l'environnement (p. ex., sur la consommation de combustibles fossiles et les émissions de GES, sur la contamination des eaux pluviales par l'huile pour moteur et les débris), sur la santé humaine (p. ex., sur la pollution atmosphérique, le bruit, l'obésité) ainsi que sur la qualité de vie (p. ex., sur le bruit, les risques d'accident, les îlots de chaleur en milieu urbain, la prédominance des chaussées, la longueur des déplacements).

Une étude réalisée par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) comparait le rendement des quartiers reposant sur les principes de design urbain néo-traditionnel par rapport au rendement des quartiers reposant sur les principes traditionnels de design des banlieues. (Société canadienne d'hypothèques et de logement, 2010) Celle-ci a démontré ce qui suit :

- les résidents qui habitent des quartiers de design néo-traditionnel effectuent souvent de moins grandes distances en automobile (comme conducteur ou comme passager) que les résidents des banlieues de design conventionnel (78 % et 85 % respectivement);
- dans une période de 24 heures, les KPV des ménages des quartiers de design traditionnel sont de 24 % supérieurs aux KPV des ménages des quartiers de design urbain néo-traditionnel (46,0 km par rapport à 37,1 km);

- 51 % des résidents des nouveaux quartiers urbains se déplacent à pied ou à vélo plusieurs fois par semaine pour se rendre aux établissements commerciaux ou de service dans leur quartier tandis que seulement 19 % des résidents des banlieues traditionnelles utilisent ces modes de transport.

Les écoquartiers sont un concept relativement nouveau, et nous n'avons trouvé aucune étude indiquant quelles pourraient être les incidences de ceux-ci sur la réduction des émissions de GES. Toutefois, les chartes et certifications des écoquartiers suggèrent qu'il est possible de réduire les émissions de GES en concevant des immeubles écoénergétiques et en encourageant les modes de transport public et actif.

Un nombre important de recherches réalisées sur les AATC aux États-Unis indique que le transport collectif est utilisé de deux à cinq fois plus souvent par les résidents des AATC que par les résidents des régions plus grandes, et ce, tant pour le travail qu'à d'autres fins non liées au travail. La part modale du transport collectif varie de 5 à 50 % pour les déplacements liés à l'emploi, mais elle est quelque peu inférieure, soit de 2 à 20 % pour les déplacements non liés à l'emploi (TCRP, 2008). Des études de cas effectuées en Californie démontrent que le potentiel de réduction des KPV est de 20 à 40% pour les personnes qui travaillent ou qui vivent dans un AATC. En termes d'émissions, ces études démontrent un potentiel de réduction de 2,5 à 7,5 tonnes d'équivalent de CO₂ par ménage, par année, pour les résidents des AATC par rapport aux résidents des zones suburbaines plus conventionnelles (AECOM, 2012). Le tableau ci-dessous indique les réductions des KPV et des GES associées aux AATC (ou aux zones semblables) au Canada et aux États-Unis.

Tableau 4-1 Exemples de réduction des KPV et des émissions de GES pour les résidents d'AATC ou de zones semblables au Canada et aux États-Unis

Zone d'étude	Réduction des KPV	Comparaison des KPV entre une zone en région et une zone urbaine/AATC	Réduction des GES	Comparaison des GES (tonnes d'équivalent de CO ₂ /ménage/année) entre une zone suburbaine et une zone urbaine/AATC
AATC en Californie	20-40 %	-	2,5-3,7 tonnes d'équi. CO ₂ /ménage/année	-
District Uptown, San Diego, CA ⁶	-	-	20 %	-
The Crossings, Mountain View, CA ⁶	-	-	10-30 %	-
Portland métropolitain, OR ¹	Jusqu'à 43 %	28 KPV/habitant (région) contre 16 KPV/habitant	-	-
Chicago métropolitain ⁴	-	-	45 %	7,2 contre 4,1
Toronto métropolitain ⁵	-	-	73 %	5,2 contre 1,4
Toronto métropolitain ²	-	-	68 %	11 contre 3,5
Station Atlantic, Atlanta, GA ³	70 %	52 KPV/jour (région) contre 13-18 KPV/jour	-	-
Comté régional de King, WA ³	25 %	-	-	-
Zones non déterminées des États-Unis ³	30 %	-	-	-

Sources :

- Département des Transports de la Californie. (2002). Statewide Transit-Oriented Development Study, Factors for Success in California. Caltrans.
- Société canadienne d'hypothèques et de logement. (2000). Émissions de gaz à effet de serre attribuables aux déplacements urbains. Ottawa : Société canadienne d'hypothèques et de logement.
- Ewing, R., Bartholomew, K., Winkelman, S., Walters, J. et Chen, D. (2007). Growing Cooler, The Evidence on Urban Development and Climate Change. Chicago : Urban Land Institute.
- Haas, P., Miknaitis, G., Cooper, H., Young, L. et Benedict, A. (2010). Transit Oriented Development and the Potential for VMT related Greenhouse Gas Emissions Growth Reduction. Center for Transit Oriented Development.
- Norman, J., MacLean, H. et Kennedy, C. A. (2006). Comparing High and Low Residential Density: Life-Cycle Analysis of Energy Use and Greenhouse Gas Emissions. Journal of Urban Planning and Development , 10-21.
- Parker, T. (1997). The Land Use - Air Quality Linkage. California EPA Air Resources Board.

Contraintes et obstacles liés à la mise en œuvre

- L'échéancier de mise en œuvre est long à partir de la planification jusqu'à la construction, l'aménagement et la fin du projet. La pleine réalisation des réductions de GES découlant des initiatives d'utilisation du sol efficace sur le plan des transports nécessite un soutien politique continu et à long terme.
- Les efforts de densification peuvent faire face à une certaine opposition de la part des résidents qui peuvent craindre une augmentation de la circulation ainsi que la perte de lumière naturelle et de points de référence visuelle. Ces résidents peuvent aussi avoir certaines perceptions quant aux zones plus denses (actes criminels, milieux surpeuplés, grande surface asphaltée et îlots de chaleur en zone urbaine). L'engagement en début de projet et continu des intervenants impliqués dans les processus de planification ou les campagnes d'information peut contribuer à atténuer certaines de ces préoccupations et perceptions.

- Les politiques d'aménagement du territoire et les règlements de zonage existants peuvent ne pas être compatibles avec des densités accrues, des usages mixtes, les besoins en matière de stationnement, les normes d'aménagement, de design, ou autres, et des modifications pourraient devoir être apportées à ces politiques et règlements.
- La demande sur le marché de logements à densité accrue et à d'autres usages peut s'avérer insuffisante. Les démarches consultatives locales peuvent contribuer à définir les usages à forte densité les plus viables dans une zone donnée.
- Le caractère abordable des logements peut être mis en péril en raison de la hausse des valeurs foncières et des coûts du logement. Les exigences en matière de logements abordables dans de nouveaux quartiers peuvent en partie contrer ces problèmes.
- Les processus de planification et de design, ainsi que la coordination des efforts et l'engagement de multiples intervenants, peuvent s'avérer complexes, coûteux et laborieux.
- Les concepts tels que l'urbanisme néo-traditionnel, les écoquartiers et le design de réseau de rues en damier sont relativement nouveaux tandis que les données empiriques sont généralement insuffisantes pour appuyer ses avantages promis et prévus.
- L'existence de plusieurs chartes, certifications et lignes directrices relativement au design de type écoquartier signifie qu'il existe plusieurs définitions du concept, ce qui en complique la mise en œuvre. De plus, les décideurs ne disposent pas d'une quantité suffisante d'outils et de points de repère pour évaluer la qualité d'un projet d'écoquartier.
- Des densités minimales sont requises pour que le transport collectif soit viable, mais le transport collectif à grande capacité est également un moteur de l'aménagement à densité accrue, ce qui crée un problème sans issue sur le plan de l'aménagement. Par exemple, la construction d'un parc et d'installations de stationnement incitatif près des principales stations de transport collectif peut favoriser l'aménagement axé sur l'automobile ou constituer un obstacle à la densification future. Pour surmonter cet obstacle, l'aménagement de zones urbaines à plus forte densité devrait être accompagné par la planification de grandes infrastructures de transport collectif. En ce qui concerne les installations de paracobus, un engagement à long terme à l'égard de l'aménagement du territoire efficace sur le plan des transports doit être pris pour que les installations aménagées soient temporaires ou utilisées seulement aux extrémités périphériques des zones des lignes de transport collectif. On peut demander aux municipalités de fournir des engagements en matière d'aménagement en échange de fonds et d'investissements consacrés aux infrastructures de transport collectif.
- Une mise en œuvre déficiente des nouveaux concepts d'urbanisme (p. ex., pour la mise en œuvre d'un projet d'AATC) attribuable à une mauvaise conception ou à des contraintes financières peut nuire à l'ensemble du concept et entraîner un manque d'enthousiasme à l'égard de la mise en œuvre d'autres projets du même genre ailleurs. Par conséquent, il est important que la mise en œuvre de nouveaux concepts d'urbanisme soit adéquatement effectuée et respecte les plus hautes normes.

4.2 OPTIONS DE TRANSPORT ALTERNATIF

Les options d'offre accrue de transport alternatif favorisent l'utilisation de modes de transport autres que le véhicule auto-solo. Cette option comprend des mesures telles que les services améliorés de transport collectif et l'accès amélioré au transport collectif, les programmes d'autopartage, l'investissement dans les installations de transport actif pour les piétons et les cyclistes, ainsi que l'adoption de dispositions de travail plus flexibles comme le télétravail. Les options de transport de remplacement sont un facteur clé pour la réduction des KPV. Il est possible de réduire les KPV et les

émissions de GES lorsque plusieurs personnes se déplacent ensemble à l'aide d'un moins grand nombre de véhicules, lorsqu'elles se déplacent à la marche ou à vélo ou lorsqu'elles évitent tout simplement certains déplacements.

4.2.1 Transport collectif

Responsabilité		Organismes de transport collectif locaux et régionaux en ce qui concerne les services et installations de transport collectif; municipalités locales en ce qui concerne les activités d'utilisation du sol et d'accès à l'appui des services et des installations.
Applicabilité	P, M, G	Divers véhicules et systèmes de transport collectif peuvent être utilisés dans les petites, moyennes et grandes municipalités.
Coût	\$\$ - \$\$\$\$\$	Les projets d'expansion nécessitent une forte capitalisation. L'amélioration des services de transport collectif existants à l'aide de changements opérationnels peut nécessiter l'acquisition de nouveaux véhicules, mais les coûts généraux sont habituellement moins élevés que pour les projets d'expansion du transport collectif.
Potentiel de réduction des GES	3 - 4	Ces initiatives ciblent les conducteurs automobiles et elles peuvent avoir un impact majeur sur la réduction des émissions de GES du transport routier. Les émissions de GES actuellement produites par les véhicules de transport collectif sont faibles.
Faisabilité technique	2 - 5	Il est plus difficile d'accroître les services par l'investissement de capitaux, mais l'optimisation des services est habituellement de nature logistique et organisationnelle.
Acceptation sociale	3 - 5	Les projets de transport collectif sont habituellement bien perçus, mais une certaine opposition peut survenir en raison des coûts de mise en œuvre et des exigences en matière d'espace (p. ex., l'élimination d'espaces de stationnement).
Échéancier de mise en œuvre	Mise en œuvre immédiate, continue	La planification et la conception peuvent être rapidement exécutées, mais la construction peut être à court ou à moyen terme. L'optimisation du transport collectif peut être effectuée de façon immédiate et sur une base continue.
Échéancier de réduction des GES	Moyen à long terme	Bien que les déplacements en transport collectif puissent éliminer les émissions de façon immédiate, la réalisation du plein potentiel de réduction des émissions peut ne survenir qu'à moyen ou à long terme de concert avec l'appui d'un aménagement du territoire favorable.

Description

Le transport public est un mode de transport collectif qui permet à plusieurs usagers de se déplacer à bord du même véhicule. Les services de transport collectif offrent une alternative importante aux déplacements en automobile et ils contribuent à améliorer la mobilité des personnes lorsque différentes mesures et stratégies de transport sont utilisées par les municipalités et les régions pour réduire les KPV (p. ex., l'application de restrictions aux déplacements et au stationnement, la mise en place de mécanismes de tarification, les mesures d'aménagement du territoire, etc.). Le transport collectif offre une plus grande mobilité aux usagers, qui pourraient être immobilisés dans la circulation s'ils conduisaient une automobile. Il fournit aussi des avantages sur les plans de la mobilité et de la flexibilité des déplacements aux personnes qui choisissent de ne pas posséder de véhicule, aux personnes qui ne sont pas aptes ou qui sont moins aptes à conduire un véhicule (p. ex., les jeunes, les personnes âgées, les personnes à mobilité réduite), ainsi qu'aux personnes à faible revenu qui sont moins aptes à assumer les coûts d'utilisation ou de possession d'une automobile. Enfin, le transport collectif peut contribuer à réduire les KPV, la pollution atmosphérique et les émissions de GES puisqu'un moins grand nombre de

véhicules peut être utilisé pour transporter un nombre équivalent de voyageurs lorsque les taux d'occupation des véhicules de transport collectif sont plus élevés que ceux des automobiles.

Divers types de véhicules, de technologies et de systèmes de transport collectif sont utilisés au Canada, dont des autobus, des trolleybus, des tramways, des systèmes de transport collectif rapide et des trains de banlieue. Les avantages et inconvénients associés à ces différents systèmes varient en termes de coûts (p. ex., pour la construction et l'exploitation), de capacité, de vitesse, de besoins en matière d'espace, de design, d'intermodalité, de confort, etc. L'étude détaillée des inconvénients associés aux différents types de systèmes ne fait pas partie de la portée du présent rapport. Ce sont les provinces, les régions, les municipalités et les organismes de transport collectif qui doivent déterminer quels sont les véhicules, technologies et systèmes les mieux adaptés à leur situation, à la zone desservie, au corridor et à leur budget. Les lecteurs qui veulent obtenir de l'information supplémentaire sur les différents modes de transport collectif, leurs avantages et leurs inconvénients peuvent consulter un large éventail de documents disponibles sur le sujet, dont les suivants :

- *Traveler Response to Transportation System Changes, Report 95, 2013*, produit par le Transit Cooperative Research Program et portant sur la gamme d'options offertes.
- *Transit Capacity and Quality Service Manual, 2nd Edition, 2003*, produit par le Transit Cooperative Research Program et portant sur les concepts de la qualité et de la capacité des services de transport collectif, ainsi que sur le rendement du transport collectif sur rail et sur route en Amérique du Nord;
- *Human Transit, How Clearer Thinking about Public Transit can Enrich our Communities and our Lives, 2011*, produit par Jarrett Walker et portant sur les caractéristiques et les inconvénients des différentes méthodes d'organisation des systèmes de transport collectif.

La présente section porte principalement sur la façon dont le transport collectif peut contribuer à réduire les KPV et les émissions de GES. Toutefois, les déplacements effectués à bord des véhicules de transport collectif peuvent aussi contribuer aux émissions de GES lorsqu'ils sont propulsés au carburant diesel. Diverses technologies de propulsion de véhicules déjà offertes ou en développement peuvent réduire les émissions de GES des véhicules (p. ex., la propulsion hybride-électrique, les systèmes de propulsion électrique et de pile à combustible). Les lecteurs peuvent consulter le **chapitre 6** pour obtenir de plus amples renseignements sur les technologies de propulsion des véhicules de transport collectif.

Mesures incitatives

Cinq catégories principales de mesures peuvent servir à encourager l'achalandage dans les véhicules de transport collectif. Les deux premières catégories de mesures portent sur l'optimisation des activités existantes et sur l'augmentation de l'offre de service de transport collectif. Il est aussi important d'améliorer les infrastructures destinées au transport collectif des personnes afin d'améliorer la qualité des services, de faciliter l'accessibilité et l'attrait du service. La dernière catégorie de mesures porte sur les initiatives de sensibilisation et les incitatifs financiers qui encouragent l'utilisation du transport collectif. Ces catégories de mesures visent à rendre le service de transport collectif plus efficace, plus concurrentiel face à l'automobile et plus attrayant pour les voyageurs. Cette section ne présente aucune information sur les avantages et les inconvénients des différentes méthodes d'organisation des systèmes de transport collectif, lesquelles doivent être évaluées en fonction de la zone desservie ou du corridor évalué. Cette information peut être consultée dans deux des documents de référence indiqués ci-dessus (TCRP, 2003; Walker, 2011).

Optimiser les services existants de transport collectif et améliorer la qualité des services.

La **rapidité**, la **fiabilité** et le **respect des horaires** sont des caractéristiques importantes pour les usagers du transport collectif; ces caractéristiques contribuent à maintenir l'achalandage et la qualité du service. La longueur excessive et la moins grande fiabilité des temps de déplacement du transport collectif constituent des facteurs désincitatifs et de dissuasion majeurs pour les usagers courants et potentiels du transport collectif (TCRP, 2010). Ces caractéristiques de rendement dépendent des conditions générales de la circulation, de la capacité des véhicules de transport collectif à circuler sur des voies réservées, des conditions météorologiques et des activités liées au fonctionnement du service (p. ex., le temps d'embarquement des personnes, les services express). La rapidité, la fiabilité et le respect des horaires des services de transport collectif peuvent être améliorés à l'aide des mesures suivantes :

- offrir des services express (p. ex., nombre limité d'arrêts) sur les corridors très achalandés;¹⁶
- consolider les arrêts d'autobus ou réorganiser les circuits autour des carrefours multimodaux;
- optimiser les temps d'arrivée afin de minimiser les temps d'attente lors des transferts dans les zones moins denses et où la demande est moins grande, et ce, à l'aide de réseaux de type impulsionnel;
- fournir de l'information en temps réel aux usagers sur le fonctionnement du service et les heures d'arrivée (p. ex., sur la prochaine arrivée, les retards et les interruptions de service);
- rendre les circuits de transport collectif les plus simples et le plus directs possible afin de permettre aux usagers de mieux comprendre les services offerts;
- mettre en place des mesures de priorité au transport collectif au sein du réseau d'infrastructures (p. ex., des voies réservées aux autobus, des feux de circulation prioritaires aux carrefours). Voir le **chapitre 5, 5.7.7** pour obtenir de l'information supplémentaire sur les mesures de priorité au transport collectif.

Accroître ou élargir l'offre de transport collectif.

L'offre de transport collectif peut être accrue pour qu'un plus grand nombre de personnes et de zones aient accès aux services de transport collectif et pour que les véhicules de transport collectif transportent un plus grand nombre de personnes. Pour ce faire, on peut élargir la zone géographique desservie par le réseau de transport collectif ou augmenter la fréquence des services, les heures de service ou la capacité du réseau de transport collectif (p. ex., en utilisant des véhicules à plus grande capacité).¹⁷

- La **couverture** géographique d'un réseau de transport collectif représente la portion de la population qui a accès aux services de transport collectif. En général, l'accès à un arrêt ou à une station de transport collectif est déterminé par une distance de marche d'environ 400 mètres (5 minutes) jusqu'au service d'autobus local et par une distance d'environ 800 mètres (10 minutes) jusqu'à une station de transport collectif rapide. Le tout dépend principalement de la fréquence et de la rapidité du service de transport collectif, c'est-à-dire de l'intérêt à marcher sur une plus grande distance pour avoir accès au transport collectif si leur temps d'attente ou la durée de leur déplacement est réduit. La couverture du réseau peut être accrue par la création de nouveaux

¹⁶ Exemples : les lignes B dans le Grand Vancouver, le service rapide par bus iXpress de la région de Waterloo et le service Rapibus de Gatineau.

¹⁷ Il est à noter que l'augmentation ou l'élargissement de l'offre de transport collectif nécessitera que des compromis soient faits entre les coûts et l'achalandage. L'élargissement de la zone géographique desservie ou l'augmentation de la fréquence dans les zones où la population est moins dense peut améliorer l'accès au transport collectif, mais diminuer les facteurs de chargement des véhicules et augmenter les coûts. Le document Walker, 2003, fournit de l'information sur les compromis associés aux différentes méthodes d'organisation des systèmes de transport collectif.

circuits et lignes de transport, par le prolongement des circuits existants ou par l'ajout d'arrêts intermédiaires.

- La **fréquence du service** est représentée par le nombre d'arrivées de véhicules par heure. L'augmentation de la fréquence du service nécessite l'ajout de véhicules de transport collectif sur une ligne afin que les délais entre deux passages puissent être réduits. Lorsque la fréquence des services est plus grande, les usagers ont habituellement une plus grande flexibilité et leurs déplacements sont plus rapides. De plus, les personnes ont une moins grande attente entre les véhicules lorsqu'ils doivent transférer de véhicule. Lorsque la fréquence de passage des véhicules est très grande, c'est-à-dire moins de 8 ou 6 minutes, les usagers du transport collectif se préoccupent moins de leurs horaires.¹⁸
- Les **heures de service des véhicules** correspondent aux heures dans la journée pendant lesquelles le service de transport collectif est offert. Il est possible d'augmenter les heures de service en offrant des arrivées additionnelles avant et après les horaires de service existants, un service de nuit, par exemple entre minuit et la période de pointe du matin, et un service pendant la fin de semaine.
- La capacité des **véhicules** correspond au nombre de voyageurs qui peuvent être transportés par un véhicule donné. La capacité des véhicules peut être améliorée lorsque des véhicules plus gros sont utilisés, par exemple, lorsqu'on utilise des autobus plus gros ou articulés, lorsqu'on ajoute des wagons à un véhicule pour les trains légers, les tramways et les trains, ou encore lorsqu'on met en place un mode de transport à capacité accrue, par exemple en remplaçant des autobus par des véhicules de transport collectif rapide.

Améliorer l'accès aux services de transport collectif.

En plus d'améliorer les services de transport collectif existants ou d'accroître l'offre de transport collectif, il est tout aussi important que les usagers du transport collectif puissent avoir accès à des services de transport collectif pratiques, confortables et sécuritaires. Il est important de prendre en considération les caractéristiques et la qualité des voies d'accès aux services de transport collectif, qu'il s'agisse d'arrêts intermédiaires ou de grandes stations de transport collectif, pour encourager l'utilisation du transport collectif. Les municipalités ont un rôle important à jouer en ce qui concerne l'organisation de l'accès des piétons, des cyclistes et des véhicules au transport collectif, mais aussi en ce qui concerne la mise en place de modèles d'aménagement du territoire qui facilitent l'accès aux services de transport collectif. Ces mesures sont énumérées ci-dessous. L'accent doit être mis sur l'accès aux services de transport collectif caractérisés par une fréquence de service et un achalandage plus grand.

- Développer et élargir le réseau de trottoirs et de sentiers à distance de marche des arrêts et stations de transport collectif (la **4.2.3** du présent chapitre contient de l'information supplémentaire sur le transport actif).

¹⁸ Le réseau de transport collectif fréquent (*Frequent Transit Network*) est un bon exemple d'amélioration de la fréquence du service. Ce réseau consiste en un ensemble interrelié de services de transport collectif fréquents qui sont offerts toute la journée jusque dans la soirée, et ce, chaque jour. La fréquence minimale des services habituellement offerts par les organismes de transport collectif est de 10 à 15 minutes. Les fréquences de service minimales dans la journée augmentent la fiabilité du service et réduisent les temps d'attente moyens avant l'embarquement ou les transferts. L'interconnexion des circuits à service fréquent permet la formation d'un réseau de transport collectif fréquent sur lequel les transferts s'effectuent plus simplement et avec un temps d'attente moins grand et sur lequel l'utilité du service augmente grandement lorsque plusieurs déplacements ou plusieurs destinations sont requis. Les services de transport collectif rapide offrant des services de transport par bus fréquents comme ceux de Montréal et Vancouver sont des exemples de réseaux de transport collectif fréquent. En ce qui concerne les plus petites villes, les services de transport collectif fréquent peuvent être utilisés pendant des périodes plus courtes les jours de semaine ou les fins de semaine. Les réseaux de transport collectif fréquent sont aussi utilisés pour assurer la coordination de l'aménagement du territoire et des transports, notamment assurer la croissance de zones plus denses le long de ces réseaux, ce qui permettra l'augmentation de l'achalandage et même de la fréquence du service.

- Améliorer les passages pour piétons et augmenter le nombre de passages à proximité des arrêts et stations de transport collectif, en particulier pour franchir des obstacles comme des routes principales, des autoroutes, des voies ferrées, des cours d'eau ou d'autres éléments naturels.
- Améliorer le réseau et les installations cyclables près des arrêts et des stations de transport collectif.
- Fournir des espaces de stationnement pour vélos suffisants et sécuritaires aux stations de transport collectif rapide et aux arrêts fréquentés par un grand nombre de personnes.
- Installer des panneaux d'information pour aider les personnes à mieux s'orienter près des arrêts et stations de transport collectif.
- Installer des dispositifs d'éclairage de nuit adéquats près des arrêts et stations de transport collectif.
- Tenir compte de l'accessibilité universelle, c'est-à-dire des personnes ayant une mobilité réduite, dans la conception des routes d'accès.
- Assurer l'entretien adéquat, par exemple en enlevant les feuilles et la neige, et le maintien de conditions routières adéquates en réparant les fissures, les trous et les irrégularités sur les routes d'accès.
- Encourager les usages favorables au transport collectif comme l'aménagement axé sur le transport collectif (AATC) près des stations de transport collectif rapide ou des services de transport collectif fréquent, des formes d'aménagement groupé ayant des densités et des diversités d'usage plus grandes, la diversité des options de logement pour répondre aux besoins de divers types de ménages, ainsi que la connectivité du transport actif aux arrêts et stations de transport collectif (la 4.1 du présent chapitre contient de l'information supplémentaire sur le rôle de l'aménagement du territoire).

Améliorer les installations destinées aux usagers du transport collectif et les commodités des véhicules.

L'attrait du transport collectif peut aussi dépendre des conditions et des services offerts aux installations destinées aux usagers et à bord des véhicules. Comme les voyageurs passent une certaine partie de leur temps de déplacement à bord des véhicules ou aux arrêts, l'expérience du déplacement en transport collectif peut être améliorée lorsque l'**accessibilité**, le **confort** et la **sécurité** des installations et des véhicules sont également améliorées. Les organismes de transport collectif peuvent grandement contribuer à améliorer leurs installations aux arrêts et aux stations, ainsi que leurs commodités à bord des véhicules. Certaines de ces mesures sont indiquées ci-dessous.

- Tenir compte de l'accessibilité universelle dans la conception ou la mise à niveau des installations et des véhicules (p. ex., des rampes d'accès, des véhicules à plancher surbaissé, des ascenseurs).
- Améliorer les déplacements intermodaux à vélo (p. ex., zones de rangement verrouillées pour vélos, stationnement couvert, casiers de rangement, supports à vélos sur les autobus).
- Améliorer l'accès de certains usagers à l'aide d'installations de débarquement ou de stationnements incitatifs.¹⁹

¹⁹ *Même si les installations de stationnement incitatif sont très souvent utilisées en conjonction avec les réseaux de transport collectif au Canada, on doit souligner qu'elles ne conviennent pas à toutes les stations de transport collectif ni aux objectifs d'aménagement du territoire à plus long terme. Elles sont efficaces aux arrêts des fins de ligne, dans les milieux moins denses où les services de transport collectif sont moins fréquents ou ne sont pas offerts et où les personnes ont plus facilement accès au service de transport collectif avec leur véhicule. Toutefois, les installations de stationnement incitatif peuvent diminuer la qualité d'accès aux modes de transport actif près des arrêts de transport collectif (p. ex., circulation routière accrue, terrain de stationnement), elles peuvent encourager l'aménagement urbain moins dense ou l'étalement urbain et elles peuvent nuire à l'aménagement plus dense près des stations de transport collectif. Voir TCRP 2013, chapitre 3 sur les installations de stationnement incitatif et chapitre 17 sur l'AATC pour obtenir de l'information sur les avantages et les inconvénients des installations de stationnement incitatif (TCRP, 2013).*

- Prévoir des zones d'attente confortables et des commodités protégées contre les intempéries (p. ex., des bancs, des dépanneurs, des zones Wi-Fi, des téléphones publics, etc.).
- Assurer la propreté aux arrêts et dans les véhicules.
- Installer des panneaux d'orientation, un éclairage adéquat, des dispositifs d'intervention en cas d'urgence.
- Fournir de l'information sur le transport collectif aux arrêts, aux stations et à bord des véhicules (p. ex., des annonces sur les arrêts, de l'information en temps réel sur les temps d'arrivée, de l'information sur les retards ou le service, etc.).

Améliorer le niveau de sensibilisation et offrir des incitatifs.

Enfin, on peut également encourager les voyageurs à adopter le transport collectif en faisant la **promotion** des services de transport collectif et en offrant des **incitatifs**. Certaines de ces mesures sont indiquées ci-dessous.

- Lancer des campagnes de publicité et de sensibilisation, par exemple, ces campagnes peuvent faire ressortir les avantages offerts par l'utilisation du transport collectif par rapport à d'autres modes, surtout par rapport à l'utilisation de l'automobile par un seul occupant. Ces avantages et impacts peuvent être de nature économique, sociale et environnementale.
- Réduire ou revoir la structure de tarification générale du transport collectif.
- Offrir des services gratuits dans certaines zones ou pendant certaines périodes (p. ex., lors d'événements en particulier).
- Offrir des laissez-passer spéciaux et des rabais pour le transport collectif, notamment des billets à plusieurs usages, des tarifs spéciaux en dehors des heures de pointe et des laissez-passer à usages illimités. Ces mesures peuvent aussi comprendre des tarifs spéciaux pour certains groupes d'utilisateurs ou certains groupes d'âge.²⁰
- Mettre en place des programmes d'incitation au transport collectif de concert avec les employeurs, notamment en offrant des laissez-passer mensuels à rabais. Les employeurs peuvent eux-mêmes offrir des incitatifs financiers qui encouragent les employés à adopter des modes de transport autres que l'automobile (la 4.3 fournit de l'information supplémentaire sur les mécanismes de stationnement et de tarification).

Avantages et inconvénients

Les avantages offerts par le transport collectif sont notamment les suivants :

- réduction de l'utilisation de l'automobile et de la congestion routière;
- réduction des frais de possession d'une automobile dans les secteurs où des services de transport collectif rapides ou fréquents sont offerts;
- lorsque le taux d'occupation des véhicules de transport collectif est plus élevé que celui des automobiles, l'énergie consommée, le carburant consommé, la pollution atmosphérique et les émissions de GES peuvent être réduits;
- mobilité accrue pour les jeunes, les personnes âgées et les personnes qui ne possèdent pas de véhicule;
- mobilité et flexibilité accrue pour tous les usagers du transport collectif;

²⁰ Le laissez-passer universel (U-Pass) est un exemple de tarification spécialisée. Il est offert à prix réduit aux étudiants universitaires ou collégiaux. Il est différent du laissez-passer à tarif réduit régulier parce que tous les étudiants de l'institution sont tenus de contribuer au programme, ce qui réduit énormément le coût du laissez-passer par étudiant. Tous les étudiants admissibles doivent payer un montant mensuel déterminé qui permet habituellement un accès illimité au transport collectif et leur taux d'utilisation est habituellement très élevé.

- mobilité et équité améliorées pour les personnes à faible revenu.

Les inconvénients associés au service de transport collectif sont notamment les suivants :

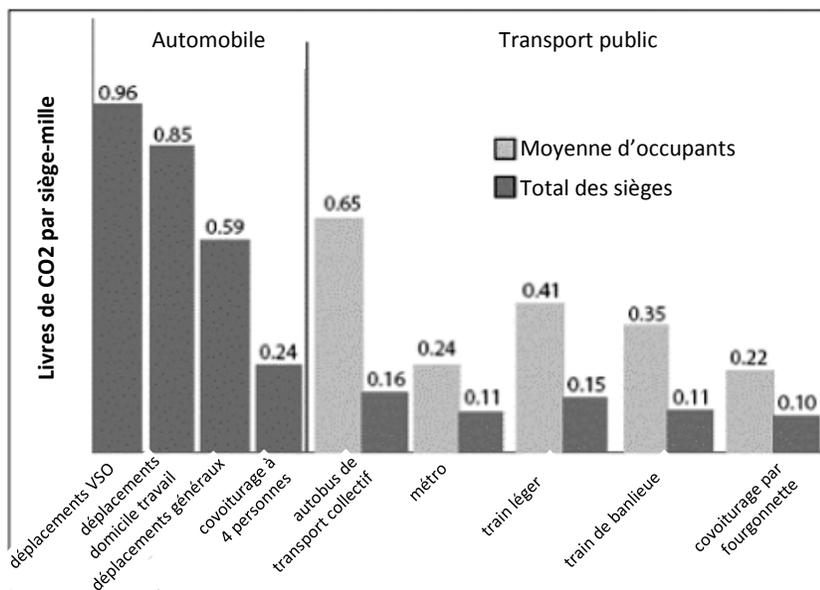
- bon nombre des avantages offerts par le transport collectif ne peuvent se réaliser que si le taux d'occupation des véhicules de transport collectif est élevé, par exemple s'il est de plus de sept personnes par autobus au diesel de 40 pieds;
- il peut s'avérer nécessaire de réaménager et d'élargir les installations existantes, par exemple les zones d'arrêt d'autobus, les garages pour véhicules, afin qu'elles soient adaptées aux véhicules à plus grande capacité;
- l'utilisation de l'espace routier existant pour l'aménagement de voies réservées au transport collectif est un compromis qui doit être fait par les urbanistes et les décideurs.

Impacts

Le transport collectif peut réduire les émissions de GES du secteur des transports de trois façons :

1. Les véhicules de transport collectif peuvent transporter des personnes en utilisant moins de carburant et d'énergie si elles utilisaient une automobile privée. L'efficacité nette des véhicules de transport collectif augmente selon leur taux d'occupation les déplacements effectués en transport collectif peuvent produire beaucoup moins de GES que les déplacements effectués en automobile privée. Une étude réalisée en 2009 sur les déplacements aux États-Unis a démontré que l'utilisation d'un autobus au diesel normal de 12 mètres transportant plus de sept personnes est plus écoénergétique que l'utilisation de véhicules à un seul occupant. En ce qui concerne les autobus hybrides, le nombre de personnes requis dans l'autobus pour produire moins d'émissions que des véhicules à un seul occupant serait encore moins élevé. Quant aux trains de banlieue, ce seuil correspond à d'environ 19 % des sièges qui doivent être occupés (TCRP, 2010) (Figure 4-1). Même si les déplacements effectués par quatre personnes à bord d'une même automobile peuvent parfois être plus écoénergétiques que les déplacements effectués par des véhicules de transport collectif dont le taux d'occupation est le taux moyen aux États-Unis, les déplacements effectués par des véhicules de transport collectif à pleine occupation sont toujours plus écoénergétiques que ceux effectués par des véhicules légers.

Figure 4-1 Émissions de GES, par passager, des différentes options de transport



Source : Transit Cooperative Research Program, 2010

Ces résultats sont également appuyés par des exemples canadiens.

La Société de transport de Laval a estimé qu'un usager parcourant 20 km pour se rendre au travail (pour un déplacement aller-retour de 40 km) en autobus au diesel produirait environ 1,28 kg de GES/jour, ou 0,33 tonne de GES/année. Si cet usager utilisait plutôt une voiture compacte consommant environ 10 litres de carburant par 100 km, il produirait 10 kg de GES/jour ou jusqu'à 2,5 tonnes de GES/année. Par conséquent, l'usager qui se déplace en autobus produit sept fois moins d'émissions de GES que la personne qui utilise une automobile (Société de transport de Laval, 2015).

Dans une analyse du réseau de transport collectif fréquent (réseau FTN) de la région du Grand Vancouver, TransLink a déterminé que les personnes qui vivent à distance de marche du réseau de transport collectif fréquent effectuent 33 % moins de KPV par habitant que ceux qui vivent à une plus grande distance de ce réseau, que le taux de possession de véhicule est beaucoup plus bas chez les personnes qui vivent à distance de marche du transport collectif rapide et que près de 20 % des ménages qui vivent à distance de marche du transport collectif fréquent ne possèdent pas d'automobile. Par conséquent, le service de transport collectif fréquent contribue à la réduction des émissions de GES par personne.

- Deuxièmement, les déplacements en transport collectif contribuent à réduire la congestion routière (p. ex., le trafic discontinu, la marche au ralenti des véhicules et les émissions de GES qui en découlent) puisque des autobus partiellement ou pleinement chargés nécessitent un moins grand espace routier que les automobiles qui seraient utilisées par ces voyageurs. Cet impact est encore plus marqué pour le transport collectif par rail ou par métro, qui ne nécessite aucun espace routier.
- Enfin, le service de transport collectif favorise les modèles d'aménagement plus denses et plus groupés qui, par la suite, favorisent les déplacements à pied et à vélo et qui raccourcissent les déplacements, c'est-à-dire en rapprochant les points d'origine et les points de destination (TCRP, 2010).

Contraintes et obstacles liés à la mise en œuvre

Les principales contraintes liées à l'augmentation de l'achalandage du transport collectif sont les suivants :

- on doit reconnaître que les investissements dans le transport collectif sont des investissements à long terme qui façonnent la ville et qui ne produisent pas toujours des résultats rapides; sous réserve d'un aménagement du territoire adéquat, ils servent plutôt à rendre les régions urbaines plus efficaces, plus attrayantes et plus équitables (Ellis, 2002);
- la densité de la population doit être suffisamment grande pour que des services de transport collectif puissent être offerts ou pour que les services existants puissent être améliorés;
- l'espace requis, soit les emprises, doit être disponible pour l'installation d'un réseau de transport collectif rapide par autobus à plus grande capacité ou de services ferroviaires fixes;
- l'espace requis, soit les routes, doit être disponible pour l'installation de voies réservées aux autobus, ce qui peut avoir des impacts sur la circulation en général et sur la quantité de stationnements disponibles dans la rue;
- le financement des immobilisations et des services est requis pour que l'offre de transport collectif soit élargie ou pour que des projets d'amélioration soient mis en œuvre.

4.2.2 Transport collectif par taxi

Responsabilité		Exploitants de taxis en ce qui concerne l'exploitation; organismes locaux ou régionaux en ce qui concerne la coordination, le financement ou les subventions.
Applicabilité	P	Les services de transport collectif par taxi sont en général limités aux petites collectivités de faible densité ou aux zones périphériques près des municipalités dans lesquelles un service de transport collectif régulier n'est pas viable.
Coût	\$ - \$\$	Utilisation du parc de taxis existant pour la prestation des services; l'administration et l'exploitation du service entraînent certains coûts.
Potentiel de réduction des GES	1	En général, l'achalandage est moins grand en raison de la faible densité des zones desservies et de l'utilisation des automobiles; ce service peut encourager des personnes qui n'ont pas d'automobile à effectuer certains déplacements en automobile.
Faisabilité technologique	3	Un partenariat doit être créé avec des exploitants privés de taxis pour que ce service soit offert.
Acceptation sociale	4 – 5	Les usagers des services de transport collectif par taxi bénéficient de certains avantages et l'impact sur les autres usagers de la route est faible.
Échéancier de mise en œuvre	Mise en œuvre immédiate, continue	Le service peut être mis en place immédiatement lorsque la demande existe.
Échéancier de réduction des GES	Court terme	Puisque le transport collectif par taxi dessert habituellement des zones où la densité est déjà faible, les émissions de GES peuvent être rapidement réduites.

Description

Le transport collectif par taxi est une forme de transport public à la demande qui convient aux zones où la densité de la population est faible, notamment dans les zones périphérique et suburbaines. Ce type de service est offert par des taxis ou des fourgonnettes dans les zones locales où la demande est habituellement insuffisante pour justifier un service de transport collectif régulier par autobus. Ces services peuvent aussi être offerts de façon complémentaire aux services de transport collectif réguliers puisqu'ils peuvent transporter les personnes des secteurs avoisinants jusqu'aux services réguliers. Sur la gamme des offres potentielles de transport public, les services de transport collectif par taxi peuvent être considérés des services minimaux par opposition aux minibus, autobus et transport collectif rapide.

En tant que service à la demande, le transport collectif par taxi requiert que des réservations soient faites de 24 heures à 1 heure avant le déplacement. Le service peut être fourni à des clients réguliers ou non réguliers, par exemple à des personnes retraitées qui effectuent des déplacements non réguliers. Le service de transport collectif par taxi peut être fourni porte-à-porte, d'un domicile à un arrêt ou d'un arrêt à destination, ou alors d'un arrêt à un autre, c'est-à-dire entre deux points intermédiaires du déplacement. Le transport collectif par taxi est différent du service régulier par taxi de plusieurs façons :

- les circuits et les horaires du transport collectif par taxi sont habituellement fixes sur réservation;
- comme les autres formes de transport public, les véhicules de transport collectif par taxi peuvent faire monter plusieurs personnes sur un circuit;
- les services de transport collectif par taxi sont généralement offerts à tarifs réduits ou fixes, comme les tarifs d'autobus, mais ces tarifs peuvent varier en fonction de la distance parcourue pour un déplacement;
- à ce jour, les services de transport collectif par taxi ont généralement été offerts par l'entremise de partenariats publics-privés en vertu desquels les municipalités ou les organismes de transport collectif signent un contrat avec des exploitants privés de taxis pour que ceux-ci fournissent les véhicules et les services. Dans le cas du service Taxibus de la ville de Rimouski, au Québec, l'administration du service et les réservations étaient à l'origine traitées par une société sans but lucratif qui avait été créée à cette fin, mais ces activités ont ensuite été incorporées à celles de la société de transport collectif locale (AECOM Tecresult Inc., 2010).

Le transport collectif par taxi diffère aussi du transport collectif à horaires fixes pour les zones de faible densité comme celles desservies par des minibus puisque ces parcs de véhicules ne sont pas la propriété des exploitants et que le service n'est pas offert sans réservation préalable.

Les services de transport collectif par taxi au Canada sont principalement offerts au Québec (Transports Canada, 2004), notamment dans les situations suivantes :

- dans les petites villes-dortoirs en périphérie de la Ville de Montréal (population de 15 000 à 40 000 habitants);
- dans la Ville de Rimouski (population de plus de 40 000 habitants).

Mesures incitatives

Organismes provinciaux, régionaux et locaux

- Fournir du financement afin d'appuyer la mise en place et la subvention des activités pour que les tarifs des services soient raisonnables pour les usagers. Par exemple, la Ville de Rimouski, au Québec, subventionne le service Taxibus, tandis qu'au niveau provincial, le service de transport collectif par taxi est reconnu comme un service de transport collectif et est admissible à des subventions provinciales.

Organismes régionaux et locaux

- Établir des partenariats avec des entreprises locales de service de taxi afin qu'elles exploitent des services de transport collectif par taxi.
- Mettre en place une structure de tarif préférentiel ou réduit pour rendre le service attrayant aux voyageurs.
- Élaborer un plan de communication, fournir de l'information et faire la publicité du programme.

Avantages et inconvénients

Les avantages offerts par le service de transport collectif par taxibus sont notamment les suivants :

- prestation de services de transport collectif dans des zones périphériques ou de faible densité qui, autrement, ne seraient pas desservies par le transport collectif régulier;
- amélioration de la mobilité des personnes à faible revenu qui, autrement, ne pourraient pas se permettre d'utiliser les services réguliers de taxi ou qui ne peuvent pas posséder ni utiliser un véhicule privé;
- coûts de prestation du service généralement inférieurs à ceux du service de transport collectif à horaires fixes, puisque des circuits peuvent ne pas être accomplis lorsqu'il n'y a aucune demande;
- aucune consommation de carburant ni aucune production d'émissions de GES par le service lorsqu'il n'y a aucune demande, ce qui n'est pas le cas du service de transport collectif à horaires fixes;
- capacité de faire monter plusieurs personnes et de combiner leurs demandes afin de minimiser le nombre de déplacements effectués;
- capacité d'offrir un service de porte-à-porte;
- capacité de répondre aux besoins des personnes à mobilité réduite.

Les inconvénients associés au transport collectif par taxibus sont notamment les suivants :

- nécessité et inconvénient potentiel de devoir réserver le service de transport collectif par taxi jusqu'à 24 heures à l'avance et possibilité réduite d'effectuer un déplacement sans réservation;
- capacité limitée des véhicules utilisés pour le transport collectif par taxi;
- pénalités imposées aux usagers qui font des réservations sans utiliser le service.

Impacts

Avant 1988, la municipalité de Rimouski (Québec) était desservie par un service de transport collectif par autobus, lequel est ensuite devenu non rentable. Voulant continuer à offrir un service de transport collectif public, la municipalité a décidé en 1993 de lancer un projet pilote de partenariat public-privé avec des exploitants locaux de taxis afin d'offrir de tels services. Depuis, le service Taxibus est devenu un service régulier dont la popularité a augmenté. En 2008, une étude a été réalisée sur l'efficacité du service. Celle-ci a démontré que l'achalandage annuel se chiffrait à un peu plus de 114 000 déplacements et que le taux d'occupation moyen, à l'exclusion du conducteur, variait de deux à trois personnes par déplacement (AECOM Tecslut Inc., 2010). Cette étude suggère aussi que le service

Taxibus fournit des services de transport public dans des zones où les résidents auraient utilisé l'automobile si ce service ne leur était pas offert. Une première étude sur les usagers du Taxibus à Rimouski a déterminé que 57 % de ces usagers avaient un permis de conduire et que 78 % d'entre eux ne possédaient pas de véhicule (Transports Canada, 2004), ce qui indique que le service peut avoir encouragé certains résidents à ne pas posséder de véhicule.

Contraintes et obstacles liés à la mise en œuvre

- Étant donné le volume généralement faible de services, les coûts d'exploitation et les revenus peuvent être variables pour l'organisme offrant ou subventionnant les services en question.
- Des partenariats doivent être établis avec des entreprises de services de taxi; la gestion des réservations et de la logistique doit être effectuée pour que les services puissent être offerts.
- Il est essentiel de définir et d'établir une structure juridique appropriée en vertu de laquelle le service de transport collectif par taxi sera régi (Transports Canada, 2004).
- Le service de transport collectif à la demande nécessite une plus grande administration que les services à horaires fixes puisque l'on doit toujours veiller à ce que les services répondent aux réservations effectuées (Transports Canada, 2004).
- La croissance du service transport collectif par taxi est limitée dans les zones moins denses, et les services de transport collectif à horaires fixes deviennent plus rentables lorsque la demande de transport surpasse la capacité du parc de taxis.

4.2.3 Transport actif

Responsabilité		Municipalités locales et régionales
Applicabilité	P, M, G	L'infrastructure de transport actif s'applique aux petites, moyennes et grandes municipalités.
Coût	\$ - \$\$\$	En général, il est très rentable d'intégrer des mesures favorisant le transport actif aux nouveaux aménagements et les besoins en matière d'espace sont moins grands que pour les autres modes.
Potentiel de réduction des GES	3	Un niveau d'efficacité élevé peut être atteint lorsqu'on encourage les modes de transport ne produisant aucune émission, mais aucun impact n'est produit sur les déplacements sur de moyennes ou de longues distances.
Faisabilité technique	3 – 5	Cela dépend de la portée du projet, mais l'espace requis est habituellement moindre que pour les autres modes de transport.
Acceptation sociale	4 – 5	Le transport actif est avantageux pour tous les voyageurs, même si certains peuvent s'y opposer lorsque la capacité des voies et l'espace de stationnement sont réduits.
Échéancier de mise en œuvre	Mise en œuvre immédiate, continue	Le transport actif est une pratique courante dans tous les types de milieux urbains et il peut être mis en place de façon immédiate.
Échéancier de réduction des GES	Court terme	Chaque déplacement effectué à l'aide du transport actif permet d'éviter de façon immédiate des émissions de GES. Une plus grande réduction des émissions est possible à moyen et à long terme si l'aménagement du territoire est davantage axé sur le transport actif.

Description

Le transport actif correspond à toutes les formes de transport alimentées par l'énergie humaine. De nombreux modes de transport peuvent être classés dans le transport actif, notamment la marche, le jogging, la course à pied, le cyclisme, le patin à roues alignées et la planche à roulettes. Les deux modes prédominants de transport actif sont la marche et le cyclisme. Le transport actif peut être utilisé pour effectuer la totalité d'un déplacement ou il peut être combiné à d'autres modes comme le transport collectif.

Il est important de faciliter et d'encourager le transport actif pour réduire les émissions de GES associées au secteur des transports. Le transport actif ne produit aucune émission de GES, et l'adoption généralisée du transport actif peut avoir des incidences majeures sur les émissions de GES associées aux courts déplacements. La décision des personnes d'effectuer un déplacement à pied ou à vélo dépend d'une vaste gamme de facteurs contextuels et environnementaux propres au trajet, dont la distance à couvrir, les conditions météorologiques, le milieu urbain, la sécurité et le niveau d'aisance, ainsi que de facteurs humains, dont la condition physique de la personne, le but du déplacement et les préférences personnelles.

La présente section ne porte pas sur la gamme complète des facteurs et pratiques d'urbanisme, de design et de mise en place des infrastructures de transport actif. Les lecteurs qui veulent obtenir de plus amples renseignements sur ces sujets peuvent consulter le grand nombre d'ouvrages portant sur le sujet, notamment les ouvrages ci-dessous.

- *Aménagements en faveur des piétons et des cyclistes, 2009*, par Vélo Québec; renseignements complets sur la planification des itinéraires et sur les différents types de segments, de carrefours, de points d'arrivée et d'installations pouvant faciliter le transport actif (Vélo Québec, 2009).
- *Guide de planification et de ressources sur les transports actifs au Canada, 2011*, par Transports Canada; présentation sur le transport actif au Canada, les pratiques exemplaires, les principes clés, les ressources et une approche de planification stratégique favorisant la mise en œuvre de projets de transport actif et l'intégration du transport actif aux politiques municipales (Transports Canada, 2011a).
- *Installations pour navetteurs actifs, 2010*, par Transports Canada; renseignements complets sur les options de stationnement et de rangement pour vélos (Transports Canada, 2010a).

Mesures incitatives

Les municipalités et les organismes régionaux peuvent encourager l'utilisation des pratiques de transport actif par l'une des cinq principales pistes d'action ci-dessous.

Aménager, améliorer et maintenir des infrastructures et des espaces réservés au transport actif.

- Construire, améliorer et élargir les trottoirs, y compris en aplanissant les surfaces inégales et fissurées.
- Aménager un réseau de voies cyclables, des pistes cyclables séparées de la circulation ou des sentiers polyvalents adaptés aux personnes de tout âge et de toute capacité.
- Créer des itinéraires continus et réduire le nombre d'obstacles au déplacement, qu'ils soient physiques ; voies ferrées, autoroutes, cours d'eau, haies, clôtures, ou perçus : infrastructure routière en hauteur, tunnels.
- Accroître la connectivité à l'intérieur des zones et des quartiers et entre les zones et les quartiers en permettant un accès rapide, direct et facile aux modes de transport actif, par exemple en aménageant des blocs urbains perméables avec trottoirs permettant un accès direct aux zones urbaines et entre ces zones.
- Maintenir des réseaux toutes saisons, c'est-à-dire en maintenant les trottoirs et les circuits cyclables ouverts l'année durant.
- Mettre en place ou appuyer des programmes publics de partage de vélos, par exemple les systèmes publics de partage de vélos de Montréal, Ottawa, Toronto, Hamilton et celui qui sera bientôt lancé dans la ville de Vancouver.

Améliorer l'accessibilité, l'intermodalité et complémentarité du transport actif et du transport collectif.

- Installer des supports à vélos, des installations de stationnement, et autres, dans des zones résidentielles, aux stations de transport collectif et près des lieux de travail, des commerces et des lieux récréatifs.
- Aménager des installations aux points d'arrivée des déplacements, par exemple des casiers, des douches, des vestiaires pour les cyclistes, et offrir des outils et des services de réparation de vélo.

Encourager l'aménagement du territoire appuyant le transport actif.

- Favoriser une utilisation du sol dense et diversifiée et une forme urbaine groupée afin d'accroître le nombre de points d'origine et de destination tout en réduisant les distances entre ces points (p. ex., de la maison au travail, aux commerces, aux services; voir la 4.1 sur l'aménagement du territoire pour de l'information complémentaire sur ce sujet).

Améliorer la sécurité et le confort des déplacements en transport actif.

- Améliorer la sécurité aux carrefours, par exemple par des bordures bien définies, une visibilité améliorées, de la signalisation et des marquages au sol, des feux de circulation incluant des phases réservées, de la signalisation routière prioritaire et des phases plus longues pour les piétons et les cyclistes).
- Effectuer l'entretien et la réfection des trottoirs et des sentiers cyclables afin que les fissures, les nids-de-poule et les irrégularités soient éliminés.
- Installer un éclairage adéquat et de la signalisation claire.
- Créer des zones tampons pour les usagers du transport actif comme des distances de séparation, de la végétation et des délimiteurs de sentier, par exemple des bornes de protection ou des clôtures.
- Mettre en place des mesures de ralentissement de la circulation afin de réduire les vitesses de conduite par exemple des chicanes, un pavage spécial, des dos d'âne et des limites de vitesse inférieures.
- Sensibiliser les usagers de la route à la présence d'autres usagers de la route plus vulnérables comme des usagers à vélo et en patins à roues alignées.
- Adopter des règlements et des règles visant à protéger les usagers du transport actif, par exemple sur la distance à respecter lors d'un dépassement, les obligations de céder le passage, les limites de vitesse, l'ouverture des portes des véhicules, la priorité aux carrefours et aux passages, etc.. Assurer l'application des règlements et règles par une surveillance accrue et la remise de constats d'infraction et d'amendes.
- Aménager des circuits de déplacement sécuritaires jusqu'aux écoles, par exemple des glissières de protection aux carrefours, des pédibus scolaires, l'accompagnement par des parents, des bénévoles ou des employés municipaux.

Mener des campagnes d'information et de sensibilisation.

- Installer de la signalisation et des cartes pour illustrer les circuits et les durées des déplacements.
- Encourager les campagnes de navettage des employeurs, par exemple la journée ou la semaine sans automobile, le Défi Transport, l'événement Vélo-boulot.
- Mener des campagnes de sensibilisation telles que Cyclovia, la campagne du mois du vélo en juin, la journée, la semaine ou le mois international de l'école à pied, les pelotons de vélo, etc.

Avantages et inconvénients

Les avantages associés au transport actif sont nombreux; ils sont notamment les suivants (Transports Canada, 2011a) :

- consommation d'énergie, émissions de GES et pollution atmosphérique moins grandes en ce qui concerne le transport actif qu'en ce qui concerne les formes de transport motorisé;
- pollution sonore réduite;

- bénéfiques sur le plan de la santé physique et mentale, amélioration de la qualité de vie et réduction potentielle des coûts des soins de santé;
- économies réalisées par les usagers;
- en ce qui concerne les organismes, les coûts, au kilomètre, sont moins élevés pour la construction et l'entretien d'infrastructures de transport actif que pour la construction et l'entretien d'infrastructures de transport motorisé ou de transport collectif. Le virage vers le transport actif peut contribuer à réduire les coûts généraux du transport par exemple en réduisant les besoins en matière de construction de nouvelles infrastructures et d'entretien des infrastructures existantes (Vélo Québec, 2009);
- impacts positifs sur les entreprises locales et le développement économique puisque le plus grand nombre de navetteurs circulant dans une zone locale sont plus susceptibles de faire augmenter les ventes des entreprises locales (Transports Canada, 2011a). De plus, certaines données démontrent que les usagers du transport actif fréquentent plus souvent les entreprises locales que les conducteurs automobiles (CAP, 2009);
- les besoins du transport actif en matière d'espace sont moins grands. En milieu urbain, où les automobilistes et les cyclistes circulent à des vitesses semblables, une automobile occupe un espace de 7 à 12 fois plus grand que l'espace requis par un cycliste et de 10 à 20 fois plus grand que l'espace requis par un piéton (Transports Canada, 2011a; Vélo Québec, 2009). Dans les zones urbaines où l'espace dans les emprises est limité, les infrastructures de transport actif représentent un mode important pour le transport d'un plus grand nombre de personnes à l'aide de l'espace existant;
- un réseau de transport actif municipal efficacement aménagé améliore l'ensemble du réseau de transport;
- puisque les déplacements en transport collectif commencent ou se terminent habituellement par la marche, de bonnes installations de transport actif peuvent encourager les personnes à utiliser le transport collectif;
- la construction d'infrastructures et de milieux qui favorisent le transport actif est plus équitable pour les membres de la société, quels que soient leur revenu ou leurs limitations physiques (Transports Canada, 2011a).

Les inconvénients associés au transport actif sont notamment les suivants :

- les distances des déplacements sont plus limitées que celles qui peuvent être parcourues à l'aide de l'automobile ou du transport collectif;
- la viabilité du transport actif est sujette à certains facteurs environnementaux, c'est-à-dire les conditions météorologiques et les saisons;
- les usagers du transport actif forment habituellement le groupe le plus vulnérable des usagers de la route;
- une grande partie des usagers du transport actif sont d'anciens usagers du transport collectif ou d'anciens piétons; l'impact du changement de mode de transport de l'automobile au transport actif peut donc se limiter à une fraction des déplacements effectués;
- la capacité de transport ou de chargement est plus restreinte que pour le véhicule sans l'achat d'un vélo spécialisé, d'une remorque ou d'un chariot.

Impacts

On sait que les formes de transport actif sont plus écoénergétiques que l'utilisation de véhicules consommant des combustibles fossiles. Pour l'équivalent énergétique d'un litre d'essence, un vélo peut parcourir 423 km, ce qui correspond à 40 fois la distance pouvant être parcourue par une automobile

moyenne à essence (en fonction d'une économie d'essence de 10L/100 km) (Transports Canada, 2011a). Grâce à la mécanique du vélo, un cycliste peut parcourir une distance de 4 à 5 fois plus grande qu'un piéton qui utilise une quantité d'énergie équivalente (Herman, Komanoff, Orcutt, & Perry, 1998). De plus, l'automobile moyenne produit environ 0,85 kg d'équivalent de CO₂ par kilomètre parcouru tandis que le transport actif ne produit pratiquement aucune quantité de CO₂ (Transports Canada, 2011a).

Une étude réalisée aux États-Unis et intitulée « *Moving Cooler* » a déterminé qu'une approche axée sur l'investissement dans les infrastructures destinées aux piétons et aux cyclistes aux États-Unis ne permettrait qu'une réduction de 0,2 à 0,5 % des émissions de GES (soit de 3 à 10 Mt GES/année) d'ici les années 2050, et ce, par rapport au statu quo utilisé par l'étude. Toutefois, si d'autres mesures et contrôles favorisaient d'autres formes de transport durable comme le transport collectif et l'aménagement du territoire plus efficace²¹, cette approche combinée de transport multimodal pourrait entraîner des réductions de l'ordre de 6 à 9 % (90 à 180 Mt d'équivalent de CO₂/année) d'ici les années 2050 (Cambridge Systematics Inc., 2009).

En outre, il a été démontré que les infrastructures de transport actif sont beaucoup plus rentables que les infrastructures destinées au transport motorisé. Aux Pays-Bas, seulement 6 % du budget de l'infrastructure routière est affecté aux infrastructures cyclables, mais 27 % de tous les déplacements sont effectués à vélo (9 % de tous les kilomètres-véhicules parcourus) (Verkeer en Waterstaat, 1993). Les coûts de construction des voies cyclables sont d'environ 20 000 \$/km si aucun élargissement de la route n'est requis, ou alors environ 150 000 \$/km si l'élargissement de la route est requis. D'autre part, les coûts d'élargissement d'une artère ou d'une route urbaine de deux à quatre voies sont plus de 10 fois plus élevés (Transports Canada, 2011a). Dans le cadre d'une autre étude, on a estimé que les coûts de construction d'environ 150 km de pistes cyclables ou 100 km de rues favorisant le ralentissement de la circulation seraient les mêmes que les coûts de construction de 1 km de route urbaine (c'est-à-dire dans une zone de 30 km/h) (Vélo Québec, 2009). De même, un stationnement pour vélos de grande qualité (c'est-à-dire un stationnement couvert et sécurisé) peut coûter de 100 à 500 \$ par véhicule, tandis qu'un espace de stationnement peut coûter de 8 000 \$ à 10 000 \$ pour un stationnement en surface et jusqu'à 50 000 \$ pour une structure étagée (Transports Canada, 2011a).

Contraintes et obstacles liés à la mise en œuvre

- Caractéristiques d'utilisation du sol et distance des déplacements
- Les points d'origine et de destination éloignés (p. ex., dans un milieu d'étalement urbain) ne favorisent pas le transport actif. Au Canada, les navetteurs mettent en moyenne 30 minutes pour aller au travail ou pour en revenir. Pendant 30 minutes, une personne peut parcourir de 2 à 3 km à la marche ou de 8 à 10 km en vélo (Transports Canada, 2011a). Il est donc important d'encourager un aménagement du territoire qui contribue à limiter les distances et les durées des déplacements afin que ces déplacements puissent être facilement accomplis à l'aide du transport actif.
- Santé et sécurité
- Dangers perçus et réels pour la sécurité des cyclistes et des piétons pendant leur trajet en raison du mauvais état des routes et des carrefours ou des infrastructures qui ne sont pas adaptées aux usagers du transport actif (p. ex., l'espace, les lignes de vue, la clarté des mouvements, les mesures prioritaires, l'éclairage, etc.).

²¹ Cette étude tenait compte du renforcement des politiques visant à favoriser l'aménagement du territoire plus efficace comme les aménagements groupés et la mise en place de frais d'utilisation pour les routes et les stationnements.

- Le manque de courtoisie ou le comportement dangereux perçu ou réel des autres usagers de la route, y compris les conducteurs automobiles, les autres cyclistes ou piétons, peuvent décourager les usagers potentiels du transport actif à utiliser ce mode.
- Malgré les avantages offerts par le transport actif sur le plan physique, la pollution atmosphérique produite par la combustion de carburant des véhicules peut influencer ou décourager les usagers à se déplacer à la marche ou à vélo.
- La menace perçue et réelle de vol de vélo peut aussi décourager certaines personnes à utiliser leur vélo.
- Contraintes et obstacles environnementaux
- Conditions géographiques, pentes et état de la surface des routes (p. ex., les routes rugueuses, glissantes et fissurées).
- Mauvaises conditions météorologiques comme les températures froides, le vent, la pluie, les chutes de neige et la pluie verglaçante.
- Ressources financières et techniques
- Bien que les infrastructures de transport actif soient moins coûteuses par habitant, la disponibilité du financement, surtout dans les petites municipalités, peut être limitée.
- Données et compréhension limitées des modèles de transport actif, du nombre des usagers et des projections d'avenir. Les données ne suffisent pas à justifier les investissements.
- Connaissances et capacités limitées du personnel des organismes, surtout dans les collectivités qui ne peuvent pas compter sur du personnel ou des compétences spécialisées consacrés aux mesures de transport actif.

4.2.4 Autopartage

Responsabilité		Exploitant privé, municipalités
Applicabilité	M, G	Les services d'autopartage sont plus efficaces dans les secteurs où la densité de la population est grande, où un plus grand nombre de personnes peuvent partager le même véhicule, où les distances de marche pour avoir accès aux véhicules sont raisonnables (p. ex., 400 m) et où les conditions de marche sont bonnes.
Coût	\$ - \$\$	L'investissement de capitaux pour les exploitants privés dépend de l'ampleur du parc de véhicules offerts et les coûts (croissance du réseau) peuvent être différentiels. Les coûts d'exploitation sont assumés par les usagers. Les coûts assumés par les municipalités pour accueillir les véhicules (planification et espace de stationnement requis) sont habituellement minimales.
Potentiel de réduction des GES	2 - 3	Ces mesures encouragent certains usagers à effectuer un usage plus réfléchi et plus modéré de l'automobile, mais les déplacements sont tout de même effectués en automobile à combustible fossile (véhicules réguliers ou hybrides), et les déplacements effectués en automobile peuvent continuer à contribuer à la congestion routière.
Faisabilité technique	4	Il sera peut-être nécessaire de revoir les politiques de stationnement (p. ex., les restrictions municipales ou privées concernant le stationnement sur rue ou hors rue) pour les véhicules d'autopartage.
Acceptation sociale	4-5	Service généralement bien accepté par la collectivité.
Échéancier de mise en œuvre	Mise en œuvre immédiate, continue	Peut être mis en place de façon immédiate.
Échéancier de réduction des GES	Court terme	Les services d'autopartage encouragent les particuliers à utiliser l'automobile de façon modérée et à ne pas posséder d'automobile. L'effet est immédiat lorsque les déplacements sont effectués par des plus petits véhicules, par des véhicules hybrides ou par des véhicules électriques.

Description

L'autopartage est une nouvelle façon de posséder un véhicule qui permet la réduction des déplacements et des émissions de GES. Les personnes qui partagent un véhicule s'inscrivent auprès d'un organisme qui met à leur disposition un parc de véhicules partagés qu'elles peuvent utiliser. Les membres doivent habituellement réserver un véhicule pour une période donnée et ils paient habituellement les frais applicables à la période pendant laquelle ils utilisent le véhicule ou à la distance qu'ils parcourent. Dans certains cas, les coûts de l'essence et de l'assurance sont aussi inclus dans les frais d'utilisation.

Deux modèles d'autopartage sont couramment utilisés au Canada. En vertu du premier modèle, les membres doivent réserver le véhicule pour une période donnée, en prendre possession et laisser ensuite le véhicule dans un des espaces de stationnement réservés à cette fin. Le programme d'autopartage *Communauto* au Québec est un bon exemple. Le deuxième modèle permet aux membres de prendre et de laisser le véhicule dans des zones ou sur des terrains de stationnement désignés à l'intérieur d'une ville sans avoir à retourner le véhicule à son point d'origine (c'est-à-dire que les automobiles sont en *libre-service*). Dans les zones désignées, les véhicules peuvent habituellement être laissés dans la rue de zones résidentielles ou commerciales où il n'existe aucune restriction ni tarification de stationnement. En vertu de ce modèle, l'utilisation du véhicule est habituellement facturée à la minute, mais l'utilisateur peut conserver l'automobile aussi longtemps que nécessaire pour effectuer son déplacement. Le service *Communauto* au Québec et le réseau *Car2go* en Amérique du Nord sont des exemples de ce deuxième modèle d'autopartage.

Les programmes d'autopartage peuvent réduire les KPV de deux façons. D'abord, puisque les membres paient habituellement des frais établis en fonction de la période d'utilisation ou de la distance parcourue, les besoins en matière de déplacement sont attentivement examinés. Le principe de l'utilisateur-payeur constitue l'un des deux mécanismes grâce auxquels les programmes d'autopartage peuvent réduire les KPV. Deuxièmement, les véhicules offerts aux membres sont généralement des voitures compactes, ou même des véhicules hybrides ou électriques, ce qui contribue à réduire l'utilisation de combustible fossile par déplacement.

Les programmes d'autopartage peuvent réduire les besoins de possession d'un véhicule par un particulier ou les besoins de possession d'un deuxième véhicule. Ils font partie des nombreuses options de transport alternatif par exemple le vélo, la marche, les programmes publics de partage de vélos ou le transport collectif qui sont offertes aux particuliers et aux ménages. Les programmes d'autopartage peuvent servir de compléments aux autres modes de transport puisque leurs membres peuvent ainsi transporter de grosses marchandises ou atteindre des destinations auxquelles ils n'ont pas facilement accès à l'aide des autres modes. Les programmes d'autopartage offrent parfois des tarifs spéciaux ou des rabais aux entreprises privées de location d'automobile, ce qui permet aux usagers de se procurer un véhicule pour effectuer de longues distances au besoin. Grâce aux différentes options offertes, il devient moins essentiel de posséder un véhicule privé ou deux.

Depuis 20 ans, les programmes et réseaux d'autopartage sont devenus de plus en plus populaires. D'après une étude réalisée en 2009, on estimait à 50 le nombre de programmes d'autopartage mis en place en Amérique du Nord depuis 1994 (Shaheen, Cohen, & Chung, 2009). Ainsi, en date du 1^{er} juillet 2009, il existait environ 16 programmes d'autopartage actifs au Canada et 26 aux États-Unis comptant environ 378 000 membres et 9 800 véhicules (Martin & Shaheen, 2011a). Ci-dessous sont fournis quelques exemples de programmes d'autopartage au Canada.

- *Communauto* : programme actuellement offert à Montréal, à Québec, à Sherbrooke, à Gatineau, à Ottawa (*Vrtucar*), à Kingston et à Halifax.
- *Car2go* : programme mis en place à Montréal, à Calgary, à Toronto et à Vancouver, ainsi que dans de nombreuses autres villes aux États-Unis et en Europe.
- *Community CarShare* : programme en activité dans plusieurs douzaines de municipalités en Ontario, notamment à Guelph, dans la région de Kitchener-Waterloo, à Hamilton, à Elmira et à London.
- *Student CarShare* : programme d'autopartage pour étudiants de la compagnie de location de véhicules *Discount*; les étudiants membres peuvent obtenir un véhicule dans 30 campus collégiaux et universitaires du Canada.

Certaines municipalités offrent également de plus petits programmes d'autopartage, notamment les programmes suivants :

- Evo Car Share (BC Automobile Association)
- Victoria Car Share Co-op (C.-B.)
- Modo (Victoria, Grand Vancouver)
- Calgary Alternative Transportation Co-op (Alb.)
- Carsharing Co-operative of Edmonton (Alb.)
- Regina Car-Share (Sask.)
- Peg City Car-Coop (Winnipeg, Man.)
- Autoshare de Toronto et Mississauga (Ont.)
- CarShareHFX (Halifax, N.-É.)

Des partenariats ont également été établis entre les programmes Vrtucar (Ottawa), Communauto, Autoshare et Community CarShare. Ces partenariats permettent aux membres d'utiliser les véhicules d'autres organisations sans avoir à payer de frais d'inscription.²² De même, les ententes établies entre Communauto et Mobizen (Paris, France) permettent aux membres d'un programme de réserver des automobiles dans l'autre programme.

Des partenariats ont aussi été formés entre des entreprises d'autopartage et des organismes de transport collectif, des entreprises privées de location d'automobiles, des services de taxi, des programmes de publics de partage de vélos et d'autres types d'entreprises. Ces partenariats visent à encourager les particuliers à s'inscrire aux programmes d'autopartage, mais ils offrent également des tarifs et frais complémentaires et avantageux lorsque les membres utilisent des services de transport complémentaires.

Mesures incitatives

Administrations régionales et municipales

- Intégrer les services d'autopartage aux options offertes dans les plans et stratégies de transport.
- Revoir les politiques municipales de stationnement afin d'autoriser le stationnement des véhicules d'autopartage sur rue et hors rue.
- Revoir les politiques et exigences de stationnement pour les nouveaux aménagements afin d'autoriser le stationnement des véhicules d'autopartage.
- Décourager les ménages à acheter un véhicule en adoptant une réglementation stricte quant au nombre d'espaces de stationnement par ménage ou en limitant le nombre de permis de stationnement par résidence, etc.
- Fournir des espaces réservés aux véhicules d'autopartage aux installations des services municipaux et gouvernementaux, et encourager les entreprises privées à offrir de tels espaces.
- Offrir des incitatifs ou des subventions pour l'aménagement d'espaces de stationnement réservés aux services d'autopartage.
- Offrir des avantages fiscaux aux usagers des services d'autopartage ou des incitatifs à ceux qui s'inscrivent à ces services et qui retournent leur plaque d'immatriculation ou qui envoient leur véhicule à la ferraille.
- Accorder un taux d'imposition avantageux sur l'essence pour les véhicules d'autopartage.
- Offrir des incitatifs aux employeurs pour les encourager à offrir des services d'autopartage à leurs employés.
- Faciliter ou encourager la mise en place d'ententes entre les organismes qui offrent des services d'autopartage et d'autres services de transport durable.

²² Frais d'exploitation applicables.

Avantages et inconvénients

Les avantages offerts par l'autopartage sont notamment les suivants :

- réduction potentielle des KPV en raison de l'utilisation modérée des véhicules;
- réduction de la consommation d'énergie et de carburant par déplacement puisque les véhicules d'autopartage sont compacts, hybrides ou électriques;
- demande réduite d'espaces de stationnement; on estime que les véhicules privés demeurent souvent immobiles pendant 95 % de leur durée de vie (Équiterre, 2011). L'autopartage encourage une utilisation accrue et plus efficace des véhicules et espaces existants;
- possibilité pour les usagers de se départir de leur véhicule, de ne pas avoir à posséder de véhicule ou de ne pas avoir à acheter un deuxième véhicule, ce qui permet certaines économies;
- réduction potentielle des coûts d'aménagement si les besoins en matière de stationnement des nouveaux aménagements à plusieurs unités peuvent être réduits lorsque des services d'autopartage sont offerts;
- accès pratique à un véhicule pour les usagers qui n'ont pas à gérer l'entretien ni les assurances pour ce véhicule;
- option qui offre de la mobilité aux usagers sans qu'ils aient à investir des sommes élevées.

Les inconvénients associés à l'autopartage sont notamment les suivants :

- il est nécessaire de réserver les véhicules au préalable et il arrive qu'aucun véhicule ne soit disponible en raison d'une forte demande;
- l'utilisation de l'autopartage peut avoir des incidences sur le transport collectif et le transport actif. Une étude récente indique que les services d'autopartage peuvent avoir eu un impact net négatif sur l'utilisation du transport collectif (c'est-à-dire que le transport collectif est moins utilisé dans l'ensemble), mais qu'ils peuvent aussi avoir eu un impact net positif sur le nombre de personnes qui utilisent le transport actif (Martin & Shaheen, 2011b);
- l'autopartage peut contribuer à la congestion routière.

Impacts

Les services d'autopartage ont entraîné une réduction des émissions de GES grâce à l'utilisation plus réfléchie des automobiles pour les déplacements ou grâce aux déplacements évités. Une étude a récemment été réalisée afin d'évaluer les habitudes d'utilisation de l'automobile par les ménages avant et après leur adhésion aux services d'autopartage. Cette étude portait sur onze organisations d'autopartage et sur près de 10 000 usagers au Canada et aux États-Unis. Les données ont été recueillies dans plusieurs villes, États et provinces, et elles sont considérées représentatives de la population d'autopartage active dans les deux pays en 2008. D'après cette étude, la majorité des ménages ont en réalité augmenté leurs émissions après leur adhésion à un service d'autopartage, mais ces augmentations étaient faibles sur le plan individuel. Toutefois, les autres ménages ont diminué leurs émissions de façon plus marquée en utilisant moins l'automobile ou en renonçant à une automobile. Dans l'ensemble, la diminution des émissions était plus grande que l'augmentation des émissions et les réductions de GES équivalaient à environ -0,84 tonne de GES/année par ménage, en tenant compte des déplacements observés et des déplacements évités. Les auteurs de l'étude ont extrapolé leurs données à l'ensemble de la population d'autopartage au Canada et aux États-Unis en 2009 et ils ont estimé que de 158 à 224 kT de GES/année avaient été éliminées ou évitées grâce aux services d'autopartage (Martin & Shaheen, 2011a). D'après une autre étude publiée en 2007, les 8 320 membres du service

Communauto du Québec en 2005 avaient permis la réduction d'environ 10,1 kT de GES/année (Tecsult, 2006).

L'autopartage contribue à la réduction des émissions de GES puisqu'il réduit le nombre total de KPV. L'étude mentionnée ci-dessus a déterminé que les KPV/année réels avaient diminué de 27 % en moyenne pour les ménages entre les années précédant et les années suivant leur adhésion à un service d'autopartage (Martin & Shaheen, 2011a). Une autre étude réalisée par l'École Polytechnique de Montréal comparait l'utilisation de l'automobile au sein des ménages qui avaient et qui n'avaient pas d'automobile. D'après cette étude, les membres d'un service d'autopartage (en particulier ceux qui sont membres du service *Communauto* au Québec) se déplacent 3,7 fois moins en automobile que les propriétaires d'automobile et les membres de ces services utilisent le transport actif et le transport collectif beaucoup plus souvent pour se déplacer que les ménages qui possèdent une automobile (Sioui, Morency, & Trépanier, 2012).

Enfin, les programmes d'autopartage ont contribué à réduire les besoins en matière de possession de véhicule en permettant aux ménages de se départir d'un véhicule existant, de ne pas acquérir de véhicule ou de ne pas acquérir de deuxième véhicule. L'étude de Martin et Shaheen sur les participants aux programmes d'autopartage au Canada et aux États-Unis a déterminé que le nombre de véhicules par ménage avant et après leur adhésion aux services d'autopartage était passé de 0,47 à 0,24. Ce virage est en grande partie attribuable au fait que des ménages ne possédant qu'un seul véhicule se sont départis de ce véhicule. Les auteurs de l'étude ont estimé que chaque véhicule d'autopartage était l'équivalent de 9 à 13 véhicules privés, soit parce que les ménages s'étaient départis d'un véhicule soit parce qu'ils avaient décidé de ne pas en acheter un (Martin, Shaheen, & Lidicker, 2010). L'étude de l'École Polytechnique a déterminé que seulement 12 % des ménages qui ont adhéré au service *Communauto* possédaient au moins un véhicule comparativement à 66 % de la population en générale (Sioui, Morency, & Trépanier, 2012). Une autre étude réalisée dans la région du Grand Vancouver a déterminé qu'en moyenne, le nombre de véhicules personnels était de cinq à onze fois moins élevé pour chaque véhicule partagé, soit parce que les ménages se sont départis de leur véhicule privé, soit parce qu'ils avaient décidé de ne pas en acheter un (Metro Vancouver, 2014).

Contraintes et obstacles liés à la mise en œuvre

- Les programmes d'autopartage ne sont pas viables pour certains types de déplacement tels que les trajets quotidiens domicile-travail (navettage) puisque le coût d'utilisation peut alors devenir prohibitif; les véhicules privés ou d'autres modes de transport sont mieux adaptés à ce type de déplacement.
- Il est souvent nécessaire qu'une population de base donnée soit à proximité rapprochée des emplacements des véhicules pour assurer une utilisation suffisante des véhicules ainsi que la viabilité financière du maintien des parcs de véhicules.
- La forte demande de services d'autopartage dans les zones centrales et le nombre insuffisant de véhicules peuvent être frustrants pour les usagers potentiels et existants.
- Des politiques de stationnement adéquates doivent être adoptées et des espaces de stationnement doivent être prévus dans les zones résidentielles ou les zones achalandées de la ville.
- Il est parfois essentiel d'établir des partenariats avec des exploitants de stationnements privés pour que des espaces de stationnement payants soient disponibles (p. ex., dans le centre-ville) pour les véhicules d'autopartage.

4.2.5 Covoiturage

Responsabilité		Employeurs, organismes locaux et régionaux
Applicabilité	P, M, G	Applicable aux petites, moyennes et grandes municipalités
Coût	\$	Coûts pour les campagnes de promotion et de sensibilisation, l'organisation et la coordination des déplacements en covoiturage et la création des espaces de rencontre
Potentiel de réduction des GES	2 - 3	Les covoitureurs dépendent des jumelages passagers/conducteurs, de la flexibilité des covoitureurs, ce qui ne permet qu'une efficacité limitée.
Faisabilité technique	5	Les difficultés sont de nature organisationnelle (pour les participants au covoiturage) plutôt que technique. Il sera peut-être aussi nécessaire de revoir les politiques de stationnement (p. ex., les restrictions municipales de stationnement sur rue et hors rue) pour autoriser le stationnement des véhicules de covoiturage.
Acceptation sociale	3 - 4	Bien que ce mode soit principalement sur une base volontaire, certaines personnes peuvent hésiter ou refuser de l'essayer.
Échéancier de mise en œuvre	Mise en œuvre immédiate, continue	Peut être mis en place de façon immédiate.
Échéancier de réduction des GES	Court terme	Chaque déplacement en covoiturage contribue à la réduction immédiate des GES grâce aux déplacements évités.

Description

Deux personnes ou plus font du covoiturage lorsqu'elles partagent un véhicule pour accomplir le trajet entre des points d'origine et de destination complémentaires. Ce mode de transport contribue à réduire le nombre de véhicules sur les routes et à augmenter les taux d'occupation des véhicules. Le plus grand potentiel de réduction des GES est celui associé aux covoitureurs qui avaient l'habitude d'être le seul occupant de leur véhicule, mais ce potentiel est moins élevé lorsque ces covoitureurs utilisaient auparavant d'autres modes de transport comme le transport collectif ou la marche. Le covoiturage est un mode adapté à différents types de destination (travail, études, etc.), ainsi qu'à de courtes et longues distances.

Le groupe MADITUC de l'École Polytechnique de Montréal a établi deux modes de covoiturage : le covoiturage « durable » et le covoiturage « discutable ». Le covoiturage durable peut réduire l'utilisation des véhicules puisqu'il combine les trajets accomplis par différentes personnes qui ont des points d'origine et de destination semblables. Par exemple, deux employés de la même entreprise qui ont des heures de travail semblables et qui vivent à proximité l'un de l'autre peuvent décider de n'utiliser qu'un seul véhicule chaque jour. Ces covoitureurs optimisent l'utilisation du véhicule de façon durable.

D'autre part, le covoiturage discutable correspond à l'occupation d'un véhicule par deux personnes (on parle donc ici de covoiturage) sans que l'utilisation de l'automobile par les deux personnes soit restreinte ou optimisée puisque des KPV additionnels sont accomplis. Le covoiturage discutable

correspond à une plus grande utilisation du véhicule. En outre, le raccompagnement d'une personne d'un point A à un point B, par exemple un enfant à la garderie ou à l'école, peut être considéré du covoiturage discutable. De même, les services de taxi ne sont pas considérés une forme de covoiturage qui réduit les émissions de GES puisqu'ils produisent des KPV additionnels qui ne seraient pas produits sans demande de la part des clients.

Afin de faciliter le covoiturage, une forme de coordination est requise entre les conducteurs et les personnes. À cette fin, un grand nombre d'initiatives et de programmes publics et privés ont été mis en place, y compris par des programmes d'organismes locaux et régionaux de coordination, des programmes offerts par les employeurs et des services en ligne de réseautage social et de jumelage de déplacements (Transports Canada, 2010b).

Le programme Smart Commute est un exemple de programme qui encourage le covoiturage. Ce programme a été mis en place par Metrolinx dans la région du grand Toronto et de Hamilton. Il offre différents outils qui aident les employeurs à encourager les formes plus durables de transport pour le navettage, dont le covoiturage. Par exemple, le programme offre des sondages qui aident les employeurs à évaluer les besoins en matière de transport de leurs employés, des plans d'action adaptés en matière de transport, des méthodes de soutien des options de télétravail et des outils qui permettent des changements de dernière minute pour les employés qui font face à une urgence ou qui doivent annuler leur transport (p. ex., frais de taxi payés une fois par mois) (Metrolinx, 2015). Le programme Smart Commute organise également des activités de sensibilisation au transport durable comme la Semaine du covoiturage, la Journée vélo-boulot, le Mois du vélo, le défi Active Switch, la semaine Smart Commute et l'événement Walktober.

Mesures incitatives

Administrations régionales et municipales

- Inclure le covoiturage dans les options des plans de transport pour la région.
- Encourager les employeurs à offrir des services de covoiturage à leurs employés.
- Offrir un service adéquat de gestion des transports (p. ex., un système de coordination et de réservation) pour le jumelage des conducteurs et des passagers du covoiturage.
- Mettre en place des campagnes de sensibilisation aux coûts associés à la possession d'une automobile, sur les statistiques de faible occupation des véhicules et sur les niveaux d'émissions connexes.
- Revoir les politiques de stationnement et prévoir des espaces de stationnement réservés au covoiturage (stationnement sur rue et hors rue, installations de stationnement incitatif, commerces, écoles, employeurs, etc.).
- Fournir des espaces de stationnement réservés au covoiturage près des services municipaux et gouvernementaux.
- Désigner des points de rencontre pour les covoitureurs, comme aux carrefours intermodaux, aux stations de métro, aux gares ferroviaires, etc.
- Permettre aux covoitureurs d'utiliser les voies réservées aux véhicules multioccupants (VMO) et les voies réservées aux autobus et aux taxis.
- Décourager les ménages à acheter des véhicules à l'aide d'une réglementation stricte sur le nombre d'espaces de stationnement fourni par unité ou en limitant le nombre de permis de stationnement par résidence, etc.

Avantages et inconvénients

Les avantages offerts par le covoiturage sont notamment les suivants :

- réduction de l'utilisation de l'automobile, y compris de la conduite, de la consommation de carburant et des émissions de GES;
- réduction de la congestion routière et de la demande de stationnement;
- économies pour les usagers en termes d'utilisation d'un véhicule, de possession d'un véhicule et de coûts de stationnement;
- l'utilisation des voies pour VMO peut permettre aux covoitureurs de sauver du temps;
- les covoitureurs peuvent jouir de la compagnie d'autres personnes pendant le trajet.

Les inconvénients associés au covoiturage sont notamment les suivants :

- peut réduire l'utilisation du transport collectif et du transport actif;
- il est difficile d'assurer l'utilisation adéquate des espaces de stationnement réservés au covoiturage et des voies réservés aux VMO, aux autobus et aux taxis.

Impacts

Le *Carpooling Network* estime qu'un automobiliste peut économiser jusqu'à 2 500 \$ par année et réduire ses émissions de GES d'environ 1,5 tonne s'il fait du covoiturage sur une base quotidienne. Toutefois, la réduction réelle des émissions de GES dépend de facteurs tels que le type de véhicule, la distance parcourue, le nombre de covoitureurs, le prix de l'essence, etc. (Covoiturage.ca, 2015).

La municipalité régionale de comté de Maskinongé (MRC de Maskinongé) dans la province de Québec estime qu'environ 2 000 travailleurs quittent la région chaque jour pour se rendre à leur travail. Le programme de covoiturage de la MRC de Maskinongé a aménagé un stationnement réservé à La Porte de la Mauricie, un restaurant et un hôtel situé près de l'autoroute 40 à l'extérieur de la ville de Trois-Rivières. Lorsque tous les espaces de stationnement sont utilisés (12 espaces), ce projet à lui seul permet à l'ensemble des covoitureurs de réduire d'environ 112 000 km la distance qu'ils parcourent, ce qui correspond à environ 10 tonnes de CO₂. Les coûts de 5 000 \$ de ce programme ont été remboursés par le Programme de financement du Plan d'action sur les changements climatiques (Association québécoise pour la maîtrise de l'énergie, 2014; Fonds d'Action québécois pour le développement durable, 2013).

Contraintes et obstacles liés à la mise en œuvre

- Manque de flexibilité ou de contrôle en ce qui concerne le déplacement lorsque le conducteur est en retard ou lorsqu'il doit annuler le déplacement. La mise en place d'un centre de coordination centrale peut faciliter la communication et offrir d'autres options lorsque dans de telles situations.
- Les besoins et horaires de déplacement des covoitureurs peuvent compliquer les jumelages (p. ex., les points d'origine et de destination, les horaires de travail inhabituels, etc.).
- Préoccupations au sujet de la coexistence des covoitureurs et de la sécurité des particuliers si le conducteur et les passagers ne se connaissent pas.
- Difficulté d'effectuer un déplacement ponctué d'arrêts (p. ex., pour faire des courses sur le chemin du retour à la maison).

4.2.6 Télétravail

Responsabilité		Employeurs (publics et privés)
Applicabilité	P, M, G	Applicable aux petites, moyennes et grandes municipalités
Coût	\$	Les coûts pour l'employeur sont marginaux; ils ont trait à la mise en place de la technologie de communication (p. ex., ordinateurs avec caméra Web, téléphone, dispositifs de vidéoconférence et d'accès aux fichiers).
Potentiel de réduction des GES	2	Dépend de l'adoption du programme par les employés.
Faisabilité technique	4	La faisabilité dépend du type de travail.
Acceptation sociale	5	Plus grande flexibilité pour les employés.
Échéancier de mise en œuvre	Mise en œuvre immédiate	Peut être mis en œuvre de façon immédiate.
Échéancier de réduction des GES	De façon immédiate	La réduction des émissions de GES est immédiate si les déplacements domicile-travail en véhicule sont évités.

Description

Le télétravail est un milieu de travail dans lequel les employés sont autorisés à exécuter les tâches à partir de leur domicile. Le télétravail est une option de plus en plus offerte grâce aux nouvelles technologies plus puissantes d'échange d'informations et de télécommunication, comme les outils de vidéoconférence, de partage de fichiers sécurisés et de collaboration virtuelle. Le télétravail peut être exécuté n'importe où, pendant une partie de la journée ou pendant plusieurs jours de la semaine, et il offre aux employés une plus grande flexibilité en ce qui concerne leur horaire de travail. Évidemment, le télétravail peut faire en sorte qu'il est moins nécessaire de se déplacer pendant la semaine de travail.

Mesures incitatives

Organismes régionaux et locaux

- Campagnes de promotion pour encourager le télétravail au sein des entreprises privées
- Encourager les entreprises à offrir à leurs employés la possibilité d'effectuer du télétravail.

Avantages et inconvénients

Les avantages offerts par le télétravail sont notamment les suivants :

- réduction des déplacements et par le fait même des émissions de GES;
- coûts additionnels pour l'employeur très faibles ou inexistant;
- plus grande flexibilité pour les employés en ce qui concerne leur horaire de travail.

Les inconvénients associés au télétravail sont notamment les suivants :

- manque de supervision des employés qui travaillent à partir de leur domicile;

- les employés qui font du télétravail peuvent déménager dans les banlieues ou en secteur rural loin du centre urbain s'ils n'ont plus besoin de se rendre au travail chaque jour; le total des KPV peut augmenter même si les KPV des déplacements domicile-travail diminuent, puisque les banlieues et les secteurs ruraux offrent moins d'options autres que l'automobile pour les déplacements non liés au travail.

Impacts

Le télétravail peut entraîner une réduction des KPV des usagers qui se déplacent en automobile équivalente à deux fois la distance entre leur domicile et leur lieu de travail. Étant donné que chaque employé a un trajet de navettage différent et que les employeurs appliquent ces pratiques de façon différente, il est difficile d'évaluer les économies totales réelles associées à ce type de mesure. Cette mesure n'offre que peu d'avantages sur le plan des GES en ce qui concerne les employés qui utilisent habituellement le transport collectif ou les modes de transport actif.

Contraintes et obstacles liés à la mise en œuvre

- Les employeurs n'acceptent pas toujours que les employés fassent du télétravail.
- Le télétravail peut ne pas être possible pour certains types d'emploi qui nécessitent une présence sur place.

4.3 MÉCANISMES DE TARIFICATION

Les mesures de tarification qui peuvent contribuer à réduire les émissions de GES comprennent les péages routiers ou de cordon, la tarification de zones, basée sur la distance ou d'assurance kilométrique, les taxes sur les ventes de carburant ou sur les émissions de GES, ainsi que l'augmentation des coûts de stationnement. Ces mesures encouragent l'utilisation d'autres formes de transport comme le transport collectif, le covoiturage ou le transport actif en rendant ces modes plus attrayants que l'automobile-solo en termes de temps et de coût. Elles peuvent aussi contribuer à réduire les émissions de GES en encourageant les déplacements pendant des périodes moins coûteuses et moins congestionnées, ce qui contribue à la fluidité de la circulation. Enfin, les mesures de tarification basées sur la distance peuvent aussi encourager les usagers à rationaliser leurs déplacements.

4.3.1 Péages routiers et tarification de zones

Responsabilité		Mesures pouvant être mises en place par les organismes d'infrastructures de transports et d'urbanisme à tous les ordres de gouvernement.
Applicabilité	M, G	Applicabilité potentielle dans les moyennes et grandes municipalités seulement, où la demande de transport ainsi que la congestion sont importantes et où le nombre des autres options de transport est suffisant. Il est difficile de mettre en place des péages routiers lorsqu'il n'existe aucun péage dans le secteur (p. ex., il est difficile d'avoir une route municipale à péage lorsqu'il existe une route provinciale dans le secteur qui n'est pas à péage).
Coût	\$\$\$	Requiert l'installation de dispositifs de péage.
Potentiel de réduction des GES	3	Efficace dans le secteur ou sur le tronçon routier à péage, mais certains usagers peuvent alors décider de faire leurs déplacements sur des routes autres qu'à péage. La réduction des GES dépend donc de l'attrait des autres options offertes (p. ex., le transport collectif).
Faisabilité technique	3 - 4	Requiert l'installation des dispositifs de péage sur les routes existantes.
Acceptation sociale	1-2	Les péages routiers ne sont en général pas populaires au Canada, mais les usagers de la route qui bénéficient d'une réduction de la durée de leur trajet (et de la réduction de la congestion routière) peuvent accepter plus facilement de payer de tels frais.
Échéancier de mise en œuvre	Court terme	Installation du système de péage
Échéancier de réduction des GES	Court terme	Changement des modèles de déplacement et réduction des émissions de GES à court terme.

Description

Les péages routiers et les mécanismes de tarification de zones sont utilisés pour que les conducteurs paient pour circuler sur certaines routes, tronçons routiers ou à l'intérieur de certaines zones. Plusieurs façons peuvent être utilisées pour tarifier les conducteurs :

- ponts et routes à péage : un paiement est requis à l'entrée d'un pont, d'une route ou d'un tronçon routier; outre les ponts et routes à péage, il existe aussi les péages basés sur la distance en vertu desquels le prix est basé sur la distance parcourue sur une route ou un tronçon routier en particulier;
- péage de zone : le paiement est requis à l'entrée d'un secteur (péage de cordon) ou pour circuler à l'intérieur d'une zone donnée (tarif de secteur).

Les ponts et routes à péage sont utilisés dans différentes régions du monde et ils sont souvent utilisés pour financer les infrastructures (c'est-à-dire pour recouvrer les coûts de construction, d'exploitation et d'entretien). Ils peuvent aussi constituer une source de revenus lorsque des entreprises privées ont été mandatées de construire ou exploiter une route ou un pont à péage. Ils sont moins fréquemment utilisés pour atténuer la congestion ou pour réduire la demande de transport basée sur les véhicules,

même si cette mesure peut avoir des incidences de ce genre. Au Canada, on dénombrait 18 ponts et routes à péage en 2011, la route 407 en Ontario étant la seule route canadienne à péage où les frais sont facturés en fonction de la distance parcourue. Dans tous les cas, les péages routiers canadiens ont été mis en place afin de financer les infrastructures et de recouvrer les sommes investies (Lindsey, Mai 2007).

Au Royaume-Uni, les péages routiers sont utilisés pour gérer la congestion, mais aussi pour recouvrer les coûts des infrastructures. Aux États-Unis, des voies pour VMO sont maintenant à péage (c'est-à-dire que ce sont des voies à péage pour les VMO), ce qui contribue à gérer la capacité de l'offre routière. Les conducteurs peuvent décider de payer ces frais pour utiliser les voies pour VMO qui, sinon, sont réservées aux autobus et aux taxis. Lorsque le nombre d'autobus et de taxis est élevé, les administrations permettent aux conducteurs d'utiliser la voie supplémentaire pour VMO moyennant certains frais. Cette mesure optimise la capacité routière totale et réduit également la congestion routière sur les voies adjacentes.

Les mécanismes de tarification de zones sont habituellement utilisés dans les centres urbains afin de restreindre la congestion routière. Les mécanismes de tarification de zones peuvent cibler un seul secteur, mais ils peuvent aussi être mis en place dans des zones concentriques autour d'un secteur, par exemple autour d'un centre-ville et de sa périphérie, afin de moduler la tarification et la demande de transport (FHWA, 2008). Pour le moment, il n'existe aucune tarification de zones au Canada. Toutefois, des pays comme la Suède, Singapour et la Grande-Bretagne ont déjà utilisé des mécanismes de péage de secteur pour atténuer la congestion routière, réduire les émissions de GES et financer des projets de transport au bénéfice de tous les voyageurs (Mayer, 2011). Aux États-Unis, la FHWA étudie des propositions de projets de tarification de zones dans le cadre de son projet pilote d'établissement des prix en fonction de la valeur (Value Pricing Pilot Program Funding) (FHWA, 2014).

Le montant des péages routiers et de la tarification de zones peut être fixe ou dépendre de l'heure de la journée ou du jour de la semaine. Il peut aussi varier selon le type de véhicule. Par exemple, des frais différents peuvent être exigés selon le nombre d'essieux ou le type de véhicule (p. ex., s'il s'agit d'un véhicule hybride, électrique ou traditionnel).

Les péages routiers sont variés et différents en termes de rapidité de paiement, d'espace requis ou de technologie. Les mécanismes de paiement manuel nécessitent l'installation de kiosques dans lesquels prennent place des préposés ou qui sont munis de paniers à péage. Les kiosques de péage nécessitent beaucoup d'espace puisqu'ils doivent répondre à de grands volumes de circulation routière sans causer de congestion routière majeure. Les systèmes automatisés de péage électronique collectent le paiement lorsque le véhicule passe sous une porte de péage, mais ils n'exigent pas que le véhicule ralentisse ou s'arrête. Les transpondeurs électroniques de bord facilitent le paiement, mais des factures peuvent aussi être envoyées par la poste aux propriétaires des véhicules. Étant donné qu'ils peuvent maintenir le débit de circulation, les systèmes automatisés de péage électronique sont souvent utilisés dans les zones urbaines (Siemens AG, 2011).

Mesures incitatives

Administrations régionales et municipales

- La mise en place de péages routiers qui n'obligent pas les conducteurs à s'arrêter pour effectuer leur paiement est considérée une meilleure option que les kiosques à péage pour les conducteurs et en ce qui a trait à la congestion routière.

- Offrir des options de transport viables ou renforcer les options existantes autres que les déplacements en automobile afin d'encourager l'acceptation sociale des péages routiers ou de la tarification de zones :
 - accroître l'offre de transport public et la qualité du service;
 - augmenter le nombre de routes de transport actif et accroître la qualité de ces routes;
 - encourager le covoiturage.
- Faire connaître les engagements et les avantages en termes de réduction des émissions de GES, ainsi que les autres incidences sociales ou environnementales positives, tout en atténuant les impacts négatifs sur le plan de l'équité.

Avantages et inconvénients

Les avantages offerts par les péages routiers et la tarification de zones sont notamment les suivants :

- incitatif financier qui encourage l'utilisation réduite des véhicules, l'utilisation réduite des véhicules à un seul occupant, l'adoption de modes de transport comme le transport collectif, le covoiturage et le transport actif lorsque de telles options adéquates sont offertes;
- réduction de la congestion sur les routes ou dans les secteurs où le péage est appliqué; l'adoption de nouveaux modes de transport peut aussi entraîner la réduction des émissions de GES;
- les revenus provenant du péage peuvent financer les nouvelles infrastructures et couvrir les coûts d'entretien des infrastructures existantes; ces revenus peuvent aussi être affectés aux nouveaux programmes de transport;
- les taux de péage peuvent servir à contrôler la réduction de la congestion et des émissions de GES.

Les inconvénients associés aux péages routiers et à la tarification de zones sont notamment les suivants :

- l'augmentation de la circulation dans les corridors où il n'y a pas de péage peut faire en sorte que la congestion se déplace sur d'autres routes ou à d'autres moments de la journée; toutefois, la tarification de zones contribue à empêcher l'apparition de ce problème;
- la réduction des émissions de GES peut être moindre si les conducteurs décident simplement de se déplacer sur des routes qui ne sont pas à péage;
- coûts accrus pour les usagers de la route;
- les mesures de péage peuvent être considérées rétrogrades ou inéquitables si aucune exemption ni aucun rabais n'est accordé aux usagers à faible revenu;
- le péage peut contribuer à la réduction du nombre de déplacements « non essentiels » effectués par les usagers, par exemple, les visites familiales, les emplettes dans certains secteurs, etc.; les entreprises situées le long des routes à péage peuvent observer une diminution de l'achalandage une fois les péages routiers mis en place.

Impacts

Les impacts liés à la tarification dépendent de nombreux facteurs, dont la technologie choisie, les frais de péage, la région, les modèles de circulation et les autres réseaux disponibles (p. ex., le transport collectif). Aux États-Unis, on estime que les péages peuvent réduire les KPV de 2 à 10 % et les émissions de GES de 2 à 6 % (Federal Highway Administration, 2012).

Les paragraphes qui suivent présentent trois exemples différents de systèmes de péage à Londres, à Stockholm et à Singapour.

En 2003, l'administration des transports de Londres (Transport for London), en Angleterre, a mis en place une zone de péage dans le centre-ville de Londres, ce qui a entraîné une diminution majeure de la circulation routière. Un tarif de 5 £ (environ 11 \$ CAN) était alors facturé à tous les véhicules circulant dans le secteur entre 7 h 00 et 18 h 30. Ce système de péage comprend 650 caméras munies de la technologie d'identification des plaques d'immatriculation qui sont installées aux limites et à l'intérieur de la zone. Immédiatement après leur mise en place, le nombre de véhicules privés entrant dans la zone a diminué de 30 %, tandis que le nombre d'autobus a augmenté de 23 %. La diminution nette de véhicules dans la zone était de 14 % (Transport for London, 2006). Au cours de la première année, les émissions de CO₂ ont diminué d'environ 19 %. En 2005, le tarif de péage a augmenté à 8 £ (environ 18 \$ CAN), ce qui a permis une autre diminution de 5 % des émissions. Les déplacements des personnes dans cette zone n'ont pas diminué de manière significative, mais leur mode de transport a énormément changé. Même si 60 000 véhicules de moins sont entrés dans la zone à péage, seulement 4 000 personnes de moins y sont entrées, ce qui indique que la mobilité demeure élevée. Pendant la même période, on a observé une hausse des déplacements en taxi, en transport collectif et en vélo. Le coût du système de péage basé sur les plaques d'immatriculation était d'environ 439 millions de dollars CAN (378 millions de dollars US) et les coûts d'exploitation étaient d'environ 283 millions de dollars CAN (244 millions de dollars US) par année, ce qui représente 48 % des recettes brutes (Federal Highway Administration, 2012).

Examinons ensemble un autre exemple. En 2006, une tarification de zone a été mise en place à Stockholm dans le cadre d'un projet pilote de sept mois. Le tarif variait en fonction de l'heure de la journée, soit de 10 à 20 couronnes (ce qui équivaut à environ 1,50 \$ à 3,00 dollars CAN). Les véhicules utilisant des combustibles de remplacement étaient exemptés du péage. Le système de péage reposait sur la technologie d'identification des plaques d'immatriculation. La mise en place du système a coûté environ 256 millions de dollars, et les coûts d'exploitation se chiffraient à 33 millions de dollars par année (25 % des recettes brutes). La circulation véhiculaire dans le secteur a diminué de 22 à 28 % (selon les données sur la circulation pour la même période l'année précédente). Les émissions de CO₂ à Stockholm ont aussi diminué d'environ 2,7 % par année les années suivantes (ce qui équivaut à environ 41 000 Mt). Ce système a été remis en place à la fin de 2007 et des impacts semblables (réduction d'environ 2,7 % des émissions de CO₂) ont été observés.

À Londres et à Stockholm, les déplacements sur les routes périphériques n'ont pas beaucoup augmenté après l'installation des systèmes de péage puisque l'offre de transport collectif a aussi augmenté. (Federal Highway Administration, 2012). De plus, à Stockholm, 2 % des déplacements ont été effectués à l'aide de véhicules utilisant des combustibles de remplacement. En décembre 2008, la part modale des véhicules utilisant des combustibles de remplacement avait augmenté à 14 %. Il est important de souligner que l'exemption du péage ne constitue pas le seul facteur qui explique la hausse des ventes de véhicules à combustible de remplacement. Les propriétaires de ces véhicules sont également exemptés des frais de stationnement résidentiel dans la ville depuis 1997 (Börjesson, Eliasson, Hugosson, & Brundell-Freij, 2012).

Un réseau de routes à péage existe à Singapour depuis 1975. Les tarifs facturés varient de 0 à 2,5 \$ SG, selon la route et l'heure de la journée. Pendant la période de pointe du matin, une diminution des débits de circulation de 45 % a été observée sur les voies à péage (Federal Highway Administration, 2012).

Contraintes et obstacles liés à la mise en œuvre

- L'efficacité des péages routiers sur la réduction des émissions de GES repose grandement sur l'accessibilité des modes de transport de remplacement.
- Différentes administrations devront peut-être effectuer la coordination et prendre des ententes en ce qui concerne les systèmes de péage. Il n'est pas efficace de mettre en place un système de péage routier au niveau régional ou municipal si des routes fédérales, provinciales ou régionales autres qu'à péage peuvent être utilisées dans le même secteur.
- Il peut s'avérer difficile d'obtenir l'acceptation sociale relativement à l'ajout de péage pour l'utilisation d'un corridor ou d'une route, en particulier parce que cette mesure peut avoir des incidences sur les personnes à faible revenu. Toutefois, ces enjeux d'acceptation sociale peuvent être surmontés si les conducteurs observent une diminution de la congestion routière et des durées de déplacement; si les administrations divulguent avec transparence la façon dont les recettes sont dépensées ou réinvesties dans les projets de transport (Mayer, 2011) et si des exemptions, rabais ou remboursements sont accordés aux usagers à faible revenu pour surmonter ces enjeux d'équité.
- On considère souvent que les péages routiers et la tarification de zones à long terme rendent les secteurs visés par le péage moins attrayants et déplacent l'activité économique vers les secteurs périphériques. Des stratégies d'aménagement du territoire et de développement économique visant à gérer cette perception et le déplacement potentiel de l'activité économique devraient donc être mises en place.

4.3.2 Tarification kilométrique

Responsabilité		Organismes régionaux ou provinciaux
Applicabilité	P, M, G	Applicable aux petites, moyennes et grandes municipalités, mais les impacts peuvent toucher de manière disproportionnée les usagers des collectivités rurales et éloignées.
Coût	\$\$\$	Nécessite la mise en place d'équipement ou de mécanismes pour assurer le suivi des KPV pour chaque véhicule.
Potentiel de réduction des GES	5	Impact directement proportionnel aux KPV; fort incitatif de changement des habitudes de déplacement.
Faisabilité technique	3	Nécessite la mise en place d'équipement ou de mécanismes pour assurer le suivi des KPV pour chaque véhicule.
Acceptation sociale	1	Impact financier direct sur les usagers, préoccupations en ce qui concerne la vie privée et l'équité économique.
Échéancier de mise en œuvre	Court à moyen terme	Il sera peut-être nécessaire d'apporter des changements aux cadres réglementaires provinciaux et de mettre en place un système administratif; le déploiement à grande échelle de dispositifs et systèmes plus perfectionnés de facturation en fonction de l'heure de la journée ou de la distance parcourue n'est pas possible pour le moment.
Échéancier de réduction des GES	Court terme	En supposant une mise en place immédiate, on peut observer une modification des modèles de déplacement et une réduction des émissions de GES à court terme. Les mécanismes de tarification peuvent grandement contribuer, à long terme, à modifier les modèles et habitudes de déplacement.

Description

La tarification kilométrique correspond à la facturation d'un tarif aux conducteurs qui est directement proportionnel à l'utilisation des véhicules privés. Contrairement aux péages routiers et à la tarification de zones, la tarification kilométrique repose sur le kilométrage parcouru par le véhicule. Un tarif fixe peut être établi sans égard au secteur dans lequel le véhicule circule, ou ce tarif peut être établi en fonction de l'heure de la journée ou des routes ou secteurs où circule le véhicule. La tarification peut également varier en fonction du type de véhicule; un tarif préférentiel peut être facturé aux petits véhicules, aux véhicules hybrides ou aux véhicules qui émettent de moins grandes quantités de GES. Les deuxième et troisième véhicules d'un ménage peuvent aussi être assujettis à des tarifs plus élevés.

La surveillance des distances parcourues (à l'aide de l'odomètre des véhicules) peut être effectuée une fois par année ou plus fréquemment. Cette surveillance peut aussi faire partie du programme d'entretien des véhicules ou être combinée au processus d'enregistrement. Des dispositifs de localisation (GPS) peuvent aussi être installés dans les véhicules afin de calculer les distances de façon automatique. Des systèmes de tarification plus perfectionnés reposant sur l'heure de la journée ou le secteur des déplacements nécessiteraient l'utilisation de dispositifs installés à bord des véhicules et de systèmes de suivi. La technologie requise pour la conception de dispositifs plus perfectionnés est en développement et elle n'est toujours pas utilisée à grande échelle.

Il n'existe que très peu d'exemples de projets de tarification kilométrique dans le monde. Toutefois, en 2005, l'État de l'Oregon a examiné un projet de tarification kilométrique afin de remplacer les taxes sur l'essence facturées aux conducteurs automobiles. Ce projet pilote n'avait pas pour objectif la diminution de la congestion routière ni la réduction des émissions de GES; il visait plutôt à étudier les possibilités pour l'avenir, soit lorsque les gains d'efficacité réalisés par le parc de véhicules feront en sorte que les recettes découlant des taxes sur l'essence ne suffiront plus à financer le réseau routier. (FHWA, 2015). Dans la région du Grand Vancouver, le conseil du maire sur le transport régional a déterminé que la tarification de la mobilité basée sur la distance et l'heure de la journée était un mécanisme qui pourrait être mis en place au début des années 2020 afin d'améliorer l'efficacité et l'équité du réseau de transport et de rehausser les revenus provenant des usagers des réseaux routiers et de transport collectif. En 2014, le conseil du maire a adopté une motion en vue d'établir une commission indépendante sur la tarification de la mobilité qui est responsable de superviser tous les aspects stratégiques et techniques, toutes les communications et tous les travaux de mobilisation, et ce, afin que la tarification de la mobilité soit mise en place sur le réseau routier d'ici le début des années 2020.

Veillez prendre note que la prochaine section porte sur la tarification d'assurance kilométrique, laquelle est semblable à la tarification kilométrique.

Mesures incitatives

Encourager la mise en place à grande échelle afin qu'une région ne soit pas touchée de façon disproportionnelle par rapport à une autre.

Avantages et inconvénients

Les avantages offerts par la tarification kilométrique sont notamment les suivants :

- diminution de l'utilisation des véhicules privés;
- réduction des émissions de GES;

- impact direct sur les conducteurs; modification des comportements à court terme;
- si des tarifs préférentiels sont accordés aux véhicules écoénergétiques, ces mesures encourageront les personnes à acheter de tels véhicules;
- en ce qui concerne les administrations, il s'agit de sources potentielles de revenus qui peuvent être réinvestis dans les transports;
- l'application à l'échelle d'une région peut éliminer les inconvénients associés aux systèmes de péage ou à de tarification de zones, c'est-à-dire le déplacement potentiel des modèles de déplacement et de l'activité économique.

Les inconvénients associés à la tarification kilométrique sont notamment les suivants :

- augmentation des coûts de déplacement pour les conducteurs;
- impacts économiques négatifs sur les ménages à faible revenu si aucune exemption ou rabais ne leur est accordé, ainsi que sur les personnes qui résident dans des secteurs éloignés et ruraux;
- impacts financiers négatifs sur les entreprises qui nécessitent un grand volume de circulation et qui n'ont pas d'alternative viable;
- diminution des déplacements « non essentiels », par exemple les visites chez les amis proches et les membres de la famille, pour les emplettes, etc.

Impacts

Les impacts associés à la mise en place de la tarification kilométrique dépendent des tarifs facturés. Une étude réalisée à Leeds (R.-U.) a estimé que les émissions de CO₂ augmenteraient de 20 % entre 2005 et 2015 si aucun mécanisme de tarification routière n'était mis en place. Dans le cadre de cette étude, on a également évalué plusieurs scénarios de tarification différents. En vertu des scénarios examinés, la diminution des émissions de CO₂ varie en fonction du tarif facturé aux usagers. Les auteurs de cette étude estiment que les émissions de GES ne diminueraient pas dans un secteur où le tarif serait fixé à seulement 3 £ (environ 7 \$ CA) et qu'elles diminueraient de 60 % si ce tarif était de 0,20 £ par kilomètre (0,45 \$ CA par km) (Mitchell, Namdeo, & Milne, 2005).

Aux États-Unis, on estime que des frais de 0,05 \$ par mile (environ 0,03 \$ CA par kilomètre) entraînerait des déboursés moyens annuels de 566 \$, si l'on suppose qu'un véhicule parcourait en moyenne 11 329 miles (environ 18 120 km) en 1995 (FHWA, 1995). La distance moyenne parcourue par les véhicules au Canada en 2008 variait selon la province ou le territoire entre 13 100 et 18 100 km (Office de l'efficacité énergétique, 2008). Si des frais similaires s'appliquaient aux conducteurs canadiens, les frais approximatifs basés sur la distance varieraient d'environ 390 \$ à 540 \$ par année (valeur du \$ CA en 1995).

Enfin, la tarification liée à l'utilisation des voies pour VMO circulant sur les autoroutes peut aussi contribuer à réduire les émissions de GES. Dans le cadre d'une étude réalisée dans la région de la baie de San Francisco sur l'utilisation, sous réserve des frais connexes, des voies réservées aux VMO, on a estimé que cette mesure permettait une réduction de 7 % des émissions de CO₂ pendant la période de pointe du matin. L'étude réalisée était concentrée sur un tronçon de 800 miles, sur un total de 1 200 miles, de voies rapides transformées en voies réservées à péage sur lesquelles un tarif de 0,20 \$ à 0,60 \$ le mile était requis par véhicule en 2015, soit de 0,12 \$ à 0,40 \$ approximativement par kilomètre, et de 0,50 \$ à 1,00 \$ par mile en 2030 ou de 0,30 \$ à 0,65 \$ approximativement par kilomètre. (Metropolitan Transportation Commission, 2008).

Contraintes et obstacles liés à la mise en œuvre

- L'efficacité de la tarification kilométrique à l'échelle régionale ou nationale dépend des stratégies locales, en particulier en ce qui concerne l'offre additionnelle de transport collectif dans la région.
- L'acceptation sociale en ce qui concerne la facturation de frais basés sur la distance aux conducteurs représente un réel défi.
- La mise en place d'un système de suivi des distances parcourues par les véhicules sur une grande échelle est requis, possiblement à l'aide de solutions technologiques ou des mécanismes d'immatriculation des véhicules.
- Les usagers peuvent percevoir une certaine violation de leur vie privée, en particulier lorsqu'un dispositif de géolocalisation (GPS) effectue le suivi du kilométrage.
- La mise en place du système nécessite aussi également la mise en place d'une structure administrative.

4.3.3 Tarification d'assurance kilométrique

Responsabilité		Compagnies d'assurance, organismes provinciaux lorsque l'assurance automobile de base est gérée par la province.
Applicabilité	P, M, G	Applicable aux petites, moyennes et grandes municipalités, mais les impacts peuvent toucher de manière disproportionnée les usagers des collectivités rurales et éloignées.
Coût	\$\$	Mécanisme requis pour assurer le suivi des KPV, mais on utilise de plus en plus fréquemment les téléphones intelligents personnels pour assurer le suivi des distances parcourues.
Potentiel de réduction des GES	3 – 5	L'impact est directement proportionnel aux KPV, mais quelques conducteurs seulement peuvent adhérer au programme si la mise en place n'est pas obligatoire.
Faisabilité technique	4 – 5	Mise en place au niveau programmatique
Acceptation sociale	3-4	Certains conducteurs qui bénéficient de tarifs réduits trouveront le programme plus acceptable; la mise en place obligatoire bénéficiera d'une moins grande acceptation sociale.
Échéancier de mise en œuvre	Court à moyen terme	Il sera peut-être nécessaire d'apporter des changements aux cadres réglementaires provinciaux et de mettre en place un système administratif; le déploiement à grande échelle de dispositifs et systèmes plus perfectionnés facturant des frais en fonction de l'heure de la journée ou de la distance parcourue nécessite le perfectionnement continu de la technologie.
Échéancier de réduction des GES	Court terme	On peut observer une modification des modèles de déplacement et une réduction des émissions de GES à court terme. Les mécanismes de tarification peuvent grandement contribuer, à long terme, à modifier les modèles et habitudes de déplacement.

Description

Les coûts d'assurance qui sont proportionnellement liés à la distance parcourue représentent une autre méthode de tarification de l'utilisation d'un véhicule. La tarification d'assurance kilométrique peut comprendre l'établissement de primes d'assurance fondées sur les KPV annuels, et elle peut être mise en place sur une base volontaire ou obligatoire. Ces systèmes sont déjà utilisés sur d'autres territoires comme l'Australie et les États-Unis.

On peut effectuer la surveillance des distances parcourues et de l'utilisation du véhicule une fois par année ou à des fréquences plus rapprochées. L'enregistrement de ces données peut également faire partie du programme d'entretien du véhicule ou il peut être combiné au processus d'enregistrement. Les lectures de l'odomètre peuvent être effectuées par le spécialiste responsable de l'entretien du véhicule. Des appareils de géolocalisation (GPS) peuvent aussi être installés dans les véhicules afin de calculer les distances de façon instantanée. Depuis peu, des compagnies d'assurance offrent à leurs clients la possibilité d'assurer le suivi de leurs habitudes de conduite à l'aide de leur téléphone intelligent.

La tarification d'assurance kilométrique peut également être administrée par la facturation d'une prime sur le prix des carburants et les frais peuvent être directement payés à la pompe (assurance au kilométrage). Les clients qui utilisent moins fréquemment leur véhicule peuvent aussi bénéficier de rabais et les coûts peuvent être déterminés en fonction de l'utilisation moyenne sur une période donnée.

D'autres améliorations peuvent être apportées au programme, notamment la facturation de primes fondées sur les habitudes de conduite, bonnes ou mauvaises. Des dispositifs peuvent être installés dans les véhicules ou des applications peuvent être téléchargées sur des téléphones intelligents pour mesurer l'accélération et la décélération. Ces données de conduite peuvent ensuite être transmises à la compagnie d'assurance, qui peut récompenser les conducteurs qui ont une empreinte carbone limitée en adoptant de bonnes habitudes de conduite ou conduite éconénergétique. Le chapitre 5.8 fournit des renseignements détaillés sur les programmes de conduite éconénergétique.

Toutefois, il est important de souligner que, pour le moment, les primes d'assurance automobile ne sont pas fondées sur la distance parcourue. Elles tiennent plutôt compte des facteurs qui influent sur les risques d'accident, lesquels correspondent en général à l'adresse du propriétaire du véhicule, au profil du conducteur, aux antécédents du conducteur, au type de véhicule assuré, aux fins auxquelles le véhicule est utilisé, par exemple pour le travail, les loisirs, etc., et aux dispositifs installés dans le véhicule, par exemple un système antivol. Lorsque la distance parcourue sert aussi à déterminer les primes d'assurance, un critère de décision est ainsi ajouté à la liste des facteurs déjà utilisés, mais la corrélation entre ce facteur et le risque d'accident peut n'offrir aucun avantage pour les compagnies d'assurance ainsi les personnes qui conduisent moins souvent peuvent en réalité être plus à risque d'accident étant donné qu'elles ont une moins grande expérience de conduite.

Mesures incitatives

Administrations provinciales

- Revoir les systèmes d'assurance réglementaires en place afin de permettre l'instauration de systèmes de tarification d'assurance proportionnels.

- Former des partenariats avec les compagnies d'assurance pour les aider à mettre en place de tels systèmes.
- Contribuer aux procédures de collecte de données sur les KPV annuels, par exemple à l'aide d'un système d'enregistrement des véhicules.
- Offrir des incitatifs afin de réduire les coûts associés aux technologies de collecte de données installées à bord des véhicules.
- Offrir des incitatifs et lancer des campagnes de promotion axées sur les rabais offerts plutôt que sur les hausses de coûts.
- Faire preuve d'engagement afin de réduire les émissions de GES, y compris à court, moyen et long terme.
- Encourager ou adopter des programmes à l'échelle des régions ou des provinces, car ils sont plus efficaces que les initiatives locales pour empêcher les conducteurs de se rendre dans d'autres régions sans le système adopté (FHWA, février 2012).

Avantages et inconvénients

Les avantages offerts par la tarification d'assurance kilométrique sont notamment les suivants :

- réduction du taux d'utilisation des véhicules et des émissions de GES;
- équité accrue entre les usagers puisque le montant des primes dépend du taux d'utilisation des véhicules;
- réduction des coûts d'assurance payés par les usagers puisque les coûts sont directement reliés à leurs choix de déplacement;
- économies réalisées par la majorité des usagers : une estimation révèle ce type d'assurance permettrait aux deux tiers des conducteurs de faire des économies en ce qui concerne leurs coûts d'assurance (Federal Highway Administration, 2012),
- réduction potentielle des accidents puisque les habitudes de conduite plus sécuritaires sont encouragées, ce qui peut compenser la diminution des revenus des compagnies d'assurance attribuable à la réduction des primes d'assurance.

Les inconvénients associés à la tarification d'assurance kilométrique sont notamment les suivants :

- complexité accrue du calcul des primes d'assurance attribuable à l'ajout d'un facteur de décision;
- difficultés associées à la prédétermination des primes à payer.

Impacts

Des études démontrent que l'établissement d'une tarification d'assurance proportionnelle réduit le millage parcouru par un véhicule de 5 à 10 % (FHWA, février 2012). Un projet pilote réalisé au Minnesota avait pour but de vérifier la réceptivité de 130 conducteurs bénévoles à un programme de tarification d'assurance proportionnelle. La distance parcourue par les bénévoles a diminué de 4,4 %. De plus grandes réductions ont été observées pendant les heures de pointe (6,6 %) et les fins de semaine (8,1 %) (Cambridge Systematics, GeoStats, & MarketLine Research, 2006). Dans le cadre d'une deuxième étude réalisée auprès de 3 000 ménages au Texas, on a déterminé que la mise en place du même type d'assurance avait permis une réduction de 5 % du millage parcouru. Selon cette étude, les déplacements effectués pendant les heures de pointe ont diminué de 3,2 % (Progressive County Mutual Assurance Company & North Central Texas Council of Governments, 2007).

Selon une autre étude, l'application à l'échelle nationale d'un programme de tarification d'assurance proportionnelle entraînerait une réduction de 8 % du millage annuel, une réduction de 4 % du carburant consommé et une réduction de 2 % des émissions de CO₂ produites.²³ De plus, près des deux tiers de tous les ménages bénéficieraient d'une réduction annuelle moyenne de 270 \$ de leurs coûts d'assurance, ce qui équivaut à environ 28 % du coût moyen des primes d'assurance aux États-Unis (Bordoff & Noel, 2008).

Ces valeurs concordent à celles déterminées par une étude réalisée par Parry (2005) et qui révèle que l'établissement d'une assurance proportionnelle à l'utilisation des véhicules aux États-Unis pourrait entraîner une réduction maximale de la consommation de carburant de 9,1 % par année. Ces économies représentent environ 11,4 milliards de gallons de carburant ou l'équivalent d'environ 43 milliards de litres.

Bien que ces études et projets pilotes démontrent que la tarification d'assurance proportionnelle peut encourager les conducteurs à moins utiliser leur véhicule, l'efficacité de la tarification d'assurance proportionnelle dépend grandement de la nature volontaire ou obligatoire du programme adopté. Les programmes auxquels on adhère volontairement attirent davantage les conducteurs qui parcourent chaque année moins de KPV puisque ces derniers veulent bénéficier d'une telle structure de tarification. Les autres conducteurs qui parcourent un plus grand nombre de KPV chaque année rechercheront des produits d'assurance qui leur sont plus avantageux sur le plan financier et qui sont mieux adaptés à leurs besoins.

Contraintes et obstacles liés à la mise en œuvre

- La mise en œuvre dépend non seulement du gouvernement, mais également des compagnies d'assurance privées.
- Les compagnies d'assurance et les propriétaires de véhicules doivent tous deux adhérer au programme.
- Les méthodes de suivi peuvent être perçues par certains usagers comme une intrusion dans leur vie privée.
- Les coûts de mise en œuvre peuvent surpasser les revenus générés par un tel programme, ainsi les primes peuvent diminuer en raison des distances réduites parcourues, ce qui peut représenter un facteur désincitatif sur le plan financier pour les compagnies d'assurance. Par exemple, un programme de tarification d'assurance proportionnelle a été aboli par Norwich Union en Angleterre puisque les coûts associés à l'installation de l'équipement étaient supérieurs aux revenus générés par le programme (Federal Highway Administration, 2012).
- Les lois établies relativement aux régimes d'assurance existants peuvent rendre la mise en place de tels programmes difficile, voire impossible. Par exemple, aucun programme d'assurance proportionnelle ne pourrait être mis en place dans certains États américains puisque la réglementation existante exige que le montant des primes soit fixé à la signature du contrat d'assurance, ce qui ne serait pas le cas en vertu d'une assurance à tarification variable.

²³ Ces estimations reposent sur les données de 2006.

4.3.4 Taxe sur les carburants ou sur le carbone

Responsabilité		La taxe sur les carburants peut être appliquée par tous les ordres de gouvernement fédéral et provinciaux.
Applicabilité	P, M, G	Applicable aux petites, moyennes et grandes municipalités, mais les impacts peuvent toucher de manière disproportionnée les usagers des collectivités rurales et éloignées.
Coût	\$	Coûts liés à la mise en œuvre et à l'administration du programme.
Potentiel de réduction des GES	5	L'efficacité de la taxe sur les carburants ou de la taxe sur le carbone dépend du niveau du prix du carbone, c'est-à-dire que le prix doit être suffisamment élevé. Sur le plan du transport urbain, la taxe sur les carburants et la taxe sur le carbone ont une efficacité équivalente. Toutefois, sur le plan social, la taxe sur le carbone peut produire des impacts plus vastes et multisectoriels, tel que pour le transport, la production d'énergie, le chauffage, les procédés industriels, tandis que la taxe sur les carburants est généralement limitée au secteur des transports. L'impact des deux types de taxe sur le plan des transports est directement proportionnel aux KPV, sauf pour les véhicules hybrides ou électriques.
Faisabilité technique	5	Les seules contraintes liées à mise en œuvre ont trait aux programmes et à l'administration.
Acceptation sociale	1 – 2	Impact financier direct sur les industries des dérivés du pétrole et les usagers; préoccupations en matière d'équité économique.
Échéancier de mise en œuvre	Court terme	Peut nécessiter certains changements en ce qui concerne les cadres réglementaires et l'établissement d'un système administratif.
Échéancier de réduction des GES	Court terme	On peut observer une modification des modèles de déplacement et une réduction des émissions de GES à court terme. Les mécanismes de tarification peuvent grandement contribuer, à long terme, à modifier les modèles et habitudes de déplacement.

Description

La taxe sur les carburants et la taxe sur le carbone constituent des mécanismes de tarification qui entraînent une hausse des coûts des déplacements en véhicule et qui encouragent les usagers à adopter des modes de déplacement de remplacement ou à se déplacer sur des distances plus courtes. La taxe sur les carburants, que l'on nomme aussi la taxe d'accise sur l'essence ou la taxe sur l'essence, est différente de la taxe sur le carbone puisqu'elle n'est habituellement appliquée que sur les ventes de combustibles fossiles destinés aux véhicules tels que les automobiles, les camions, les trains diesel, tandis que la taxe sur le carbone peut être appliquée à une vaste gamme de secteurs (qui produisent des émissions de GES. Bien que ces taxes s'appliquent habituellement aux producteurs et distributeurs de carburants, la hausse des coûts sera probablement refilée aux usagers par l'entremise d'une hausse du prix des carburants ou de l'énergie. La taxe sur les carburants peut être appliquée à l'échelle locale, régionale fédéral et provinciale, tandis que la taxe sur le carbone ne peut habituellement être appliquée que par les gouvernements fédéral et provinciaux puisqu'elle doit être appliquée sur une vaste étendue géographique et dans plusieurs secteurs.

La majorité des taxes sur les carburants instaurées au Canada servent à générer des revenus globaux pour le gouvernement ou à financer le transport routier ou le transport collectif. Au Canada, en date de décembre 2014, le gouvernement fédéral collectait une taxe d'accise de 10 ¢ le litre d'essence et de 4 ¢ le litre de diesel. Les gouvernements provinciaux du pays imposent aussi une certaine taxe pour la consommation de carburant qui varie de 9 ¢ (Alb.) à 20 ¢ (Qué., Î.-P.-É.) le litre. La région du Grand Vancouver et la région du Grand Victoria imposent une taxe additionnelle sur l'essence de 17 ¢ et de 3,5 ¢ le litre respectivement, tandis que la région de Montréal impose une taxe additionnelle sur l'essence de 3 ¢ le litre (RNCAN, 2015). Ces trois dernières taxes régionales sont utilisées pour financer les projets de transport public, ainsi que les routes principales et les ponts régionaux dans le cas du Grand Vancouver.

La Colombie-Britannique est actuellement la seule province qui a instauré une taxe sur le carbone sur la totalité de son territoire.²⁴ Cette taxe, créée en 2008, était d'abord de 10 \$ la tonne de CO₂ émise, puis elle a augmenté à 30 \$ la tonne en 2012 (ministère des Finances, Colombie-Britannique, 2015). Cette taxe équivalait à une taxe d'environ 7 ¢ le litre d'essence en 2013. Toutefois, une différence importante existe entre les taxes d'accise sur l'essence et la taxe sur le carbone de la C.-B. : la taxe d'accise sur l'essence est conçue pour accroître les revenus tandis que la taxe sur le carbone ne génère aucun revenu. Les revenus générés par la taxe sur le carbone en C.-B. sont retournés aux particuliers et aux entreprises par l'entremise de réductions d'impôt.

Le programme de taxation avec remise *Bonus-Malus* instauré en France en 2007 constitue un autre exemple de programme de taxe d'achat. Ce programme accorde une remise ou facture des frais en fonction des émissions de CO₂ produites par un véhicule. Le programme vise à encourager l'achat de véhicules à faible taux d'émissions en offrant des remises pouvant aller jusqu'à 1 000 €, soit environ 1 400 \$ CA en 2015, aux personnes qui achètent des véhicules qui émettent moins de 130 grammes de CO₂ par kilomètre. D'autre part, des frais pouvant atteindre 2 600 €, soit environ 3 700 \$ CA en 2015, sont ajoutés au prix de vente des véhicules lorsque les véhicules émettent plus de 160 grammes de CO₂.

Mesures incitatives

Organismes provinciaux et régionaux

- Réinvestissement des revenus dans les modes de transport de remplacement ou montants remis aux ménages à faible revenu.
- Des augmentations graduelles de la taxe peuvent être utilisées pour minimiser les impacts perçus par les consommateurs.

Avantages et inconvénients

Les avantages offerts par la taxe sur les carburants ou sur le carbone sont notamment les suivants :

²⁴ En 2007, le Québec a été la première province à imposer une taxe sur le carbone. Toutefois, cette taxe ne s'applique qu'aux producteurs de carburants, et elle est établie à un bas niveau comparativement à la taxe sur le carbone de la C.-B. (4 \$ la tonne d'émissions de carbone pour le Québec comparativement à 30 \$ la tonne pour la C.-B.) (Holmes, 2012). Il est important de souligner que le Québec a adopté une approche légèrement différente en matière de tarification du carbone. En 2013, cette province s'est jointe au marché du carbone de la Western Climate Initiative (WCI) qui repose sur l'utilisation d'un système de plafonnement et d'échange. Ce programme cible les secteurs industriels et de l'électricité, ainsi que les distributeurs de combustibles fossiles depuis 2015. Le gouvernement de l'Ontario a annoncé en 2015 qu'il se joindrait au Québec et à la Californie, qui participent déjà à la WCI. L'approche de plafonnement et d'échange représente une autre méthode viable de tarification du carbone, et des données comparatives à ce sujet sont fournies à l'adresse www.davidsuzuki.org/issues/climate-change/science/climate-solutions/carbon-tax-or-cap-and-trade/.

- impact direct sur les usagers, ce qui permet une réduction à court terme de la consommation de carburant, des émissions de GES et du taux d'utilisation des véhicules;
- les taxes sur le carbone peuvent encourager plusieurs secteurs à utiliser davantage les carburants à faible teneur en carbone puisque les taxes s'appliquent à toutes les industries des dérivés du pétrole, ainsi qu'aux secteurs des transports et de la production d'énergie;
- contrairement aux taxes sur l'essence, les taxes sur le carbone s'appliquent à plusieurs secteurs. En tant qu'instrument applicable à l'ensemble de l'économie, les taxes sur le carbone peuvent être plus rentables, c'est-à-dire qu'elles peuvent entraîner une plus grande réduction des émissions de GES par dollar dépensé, puisque les émissions de GES peuvent être réduites dans les secteurs où la taxe peut être instaurée à bas prix, notamment dans le secteur de la production d'énergie (Karplus, Kishimoto, & Paltsev, 2015);
- ces taxes encouragent l'adoption de modes de transport de remplacement, en particulier dans les zones où d'autres modes de transport sont offerts;
- elles encouragent les fabricants d'automobiles à concevoir des véhicules plus écoénergétiques et les consommateurs à choisir ces véhicules;
- les revenus peuvent être utilisés pour financer l'entretien des routes, le transport public, etc. Toutefois, les taxes peuvent aussi ne générer aucun revenu;
- il est possible de moduler le taux des taxes sur les carburants ou sur le carbone afin d'atteindre l'objectif de réduction des émissions voulu.

Les inconvénients associés à la taxe sur les carburants ou sur le carbone sont notamment les suivants :

- l'augmentation des coûts du carburant peut avoir des impacts inéquitables sur les personnes à faible revenu, sauf si des mesures d'atténuation sont prises, par exemple la réduction des autres taxes applicables aux personnes à faible revenu ou des investissements en vue d'améliorer les options de transport comme le transport collectif et le transport actif;
- le changement des comportements de déplacement peut s'avérer moins efficace que prévu en raison de la variation du prix des carburants. C'est-à-dire que les prix sont affectés par l'offre sur le marché mondial, les coûts de transport et les marges de profit.

Impacts

Une hausse importante du prix des carburants est requise pour entraîner une réduction de la consommation de carburant. Premièrement, la perception des usagers en ce qui concerne la hausse du prix de l'essence varie en fonction de nombreux facteurs, dont l'âge, les modes de transport de remplacement offerts, le développement urbain, le taux d'emploi et les salaires, ainsi que le prix total de l'essence. Les économistes suggèrent qu'une hausse de 5 à 10 % du prix des carburants n'a que peu d'effet sur les usagers étant donné la variabilité du prix des carburants (German, 1997). Une hausse plus importante telle qu'une hausse de 1 \$ par gallon, soit environ 0,26 \$ le litre, est nécessaire avant que des effets puissent être observés au niveau national (FHWA, 1995). Ainsi, une hausse du prix des carburants sous forme de taxe sur les carburants ou de taxe sur le carbone doit compenser la fluctuation perçue des prix de l'essence attribuable à d'autres facteurs du marché avant qu'un changement des habitudes puisse être observé. De même, une étude réalisée par Barla et al. qui repose sur des données provinciales de 1990 à 2004 en ce qui concerne les véhicules légers au Canada indique que l'élasticité des prix à court et à long terme de la demande d'essence au Canada est de -0,1 et -0,3 respectivement, ou qu'une hausse de 10 % du prix des carburants permettrait une diminution de 1 % et de 3 % respectivement de la demande d'essence (Barla, Lamonde, Miranda-Moreno, & Boucher, 2009; Barla & Miranda-Moreno, 2014). La demande d'essence n'est pas élastique et une hausse importante des prix

serait requise pour réduire de manière importante la demande et les émissions de GES (Barla, Lamonde, Miranda-Moreno, & Boucher, 2009).

La mise en place graduelle d'une taxe sur le carbone en Colombie-Britannique entre 2008 et 2012 a engendré une réduction approximative variant de 2 % à 7 % par année et par habitant de la consommation de carburant ou une baisse de 17 % sur la période de quatre ans, tandis que la consommation de carburant par habitant a augmenté de 1,5 % pendant la même période dans le reste du Canada. Les émissions de GES par habitant ont diminué de 10 % entre 2008 et 2011 en Colombie-Britannique, alors qu'elles n'ont diminué que de 1,1 % par habitant dans le reste du Canada. La taxe sur le carbone de la C.-B. est considérée un facteur ayant contribué aux réductions relatives supérieures observées en Colombie-Britannique (Elgie & McClay, 2013). On considère aussi qu'elle contribue de manière efficace à réduire les émissions de GES sans compromettre la croissance économique et la prospérité (Elgie & Lipsey, 2015).

La taxe sur les carburants ou la taxe sur le carbone contribue à réduire les ventes de véhicules énergivores et à encourager l'achat de véhicules plus écoénergétiques. Pendant les années qui ont suivi l'instauration du programme de remise *Bonus-Malus* de la France, on a observé une réduction de 5 % des ventes de véhicules énergivores, ce qui a engendré une réduction des émissions de GES équivalent à environ 7 grammes de CO₂ par kilomètre parcouru (Greene, Baker, & Plotkin, 2011). Aux États-Unis, une étude menée par l'Université de la Californie à Davis pour le California Air Resources Board a démontré que les nouvelles automobiles vendues émettraient moins de GES, soit l'équivalent de 10 grammes de CO₂ par mile ou d'environ 6 grammes par kilomètre, si un programme de taxation de 20 \$ par gramme de CO₂ par mile ou environ 12,50 \$ par gramme de CO₂ par kilomètre, était adopté (Greene, Baker, & Plotkin, 2011).

Contraintes et obstacles liés à la mise en œuvre

- Les impacts sur la taxe de vente de carburants demeureront limités si cette taxe est imposée sur un petit territoire, cela pourrait encourager les usagers à acheter leur carburant à l'extérieur de la zone visée par la taxe, ce qui est moins le cas pour une taxe sur le carbone qui touche l'ensemble de l'économie. Les impacts peuvent aussi être restreints près des frontières puisque certains conducteurs pourraient se rendre acheter du carburant dans les zones non visées par la taxe.
- L'acceptation sociale d'une hausse des prix de l'essence peut être problématique.

4.3.5 Hausser les tarifs de stationnement

Responsabilité		Exploitants de stationnements publics (municipalités locales) et privés
Applicabilité	M, G	Applicable à la plupart des moyennes et grandes municipalités où la congestion routière et la demande de stationnement sont grandes et où l'offre de stationnement et le stationnement gratuit sont limités.
Coût	\$ - \$\$	Les tarifs sont de nature programmatique ou opérationnelle seulement.
Potentiel de réduction des GES	2 - 3	Incitatif efficace pour le changement des comportements de déplacement. Le stationnement préférentiel en faveur des covoitureurs ne produira qu'un impact limité, et le changement des exigences de zonage ne s'applique qu'aux nouveaux aménagements et non aux zones existantes.
Faisabilité technique	5	Généralement un changement stratégique ou programmatique; des postes de péage peuvent être requis sur les terrains où le stationnement est couramment gratuit.
Acceptation sociale	2	Impact financier direct sur les conducteurs; il pourrait y avoir de l'opposition dans les zones où les frais de stationnement augmenteront.
Échéancier de mise en œuvre	Mise en œuvre immédiate, continue	Peut être mis en place de façon immédiate.
Échéancier de réduction des GES	De façon immédiate	Lorsque les mécanismes de tarification encouragent les voyageurs à adopter un mode différent de transport, on observe une réduction immédiate des émissions de GES. Les mécanismes de tarification peuvent contribuer au changement à long terme des modèles et comportements de déplacement.

Description

La variation des frais de stationnement constitue un incitatif pour réduire le taux d'utilisation des automobiles, en particulier des déplacements effectués à l'aide de véhicules à un seul occupant. Deux mécanismes peuvent alors être utilisés, notamment :

- la hausse des frais de stationnement (lorsque le stationnement est gratuit ou que les frais sont peu élevés);
- l'instauration de frais de stationnement préférentiel pour certains usagers.

L'augmentation des frais de stationnement peut être utilisée pour réduire le taux d'utilisation de l'automobile dans certains secteurs congestionnés. Les municipalités peuvent facturer des tarifs de stationnement où le stationnement était auparavant gratuit ou hausser les frais qui sont déjà facturés pour le stationnement public. En ce qui concerne les exploitants de stationnements privés, les tarifs de stationnement peuvent être haussés par l'entremise d'une hausse des taxes, foncières ou autres,

imposées aux exploitants de stationnements privés. Bien que cette hausse ne soit pas directement effectuée, l'augmentation des coûts entraînerait très probablement une hausse des tarifs de stationnement pour les usagers. Il est également possible d'augmenter les tarifs de stationnement en créant des zones de tarification dans un district ou une ville. La tarification pourrait alors être établie en fonction de la distance par rapport à un point central, par exemple le centre-ville. Enfin, des structures tarifaires de stationnement peuvent aussi être appliquées pour encourager le covoiturage ou l'autopartage, par exemple en fournissant des espaces gratuits aux usagers de ces modes de transport.

En général, les tarifs de stationnement dépendent aussi de l'heure de la journée. En imposant des tarifs de stationnement plus élevés pendant les heures de pointe de l'avant-midi lorsque la demande de stationnement des navetteurs est à son niveau maximal, on encourage l'adoption d'un autre mode de transport ou l'augmentation du taux d'occupation des véhicules pendant cette période.

En ce qui concerne les espaces de stationnement résidentiels, le coût de l'espace de stationnement peut être distinct du prix de la location ou du prix de vente de la propriété résidentielle. Les locataires et les propriétaires auraient alors le choix de louer ou d'acheter l'espace de stationnement. Une telle politique encouragerait les ménages à posséder moins de véhicules ou à ne pas posséder de véhicule.

Mesures incitatives

Administrations régionales et municipales

- Établir des politiques de stationnement au niveau municipal ou régional afin d'assurer l'uniformité entre les objectifs de transport et les contrôles de stationnement.
- Puisque le stationnement est habituellement géré par la municipalité, les municipalités doivent collaborer et établir des ententes entre elles afin que la hausse des tarifs de stationnement soit effectuée dans toute la région.
- Adoption de politiques d'aménagement qui appuient les options de transport public et de transport actif.
- Mettre en place des programmes qui encouragent le télétravail, aucuns frais de stationnement, ou le covoiturage, frais de stationnement divisés entre les covoitureurs.
- Réduire l'offre de stationnement gratuit.
- Réinvestir les revenus dans les options de transport de remplacement, par exemple le transport collectif.
- Modifier la réglementation et la mise en application des permis spéciaux, notamment pour que les résidents des zones résidentielles aient accès à un stationnement gratuit.
- Améliorer l'offre d'options de transport de remplacement tel que le transport public, le transport actif et le covoiturage, etc.

Avantages et inconvénients

Les avantages offerts par la hausse des tarifs de stationnement sont notamment les suivants :

- décourage l'utilisation du véhicule privé pour se rendre dans des secteurs où les tarifs de stationnement sont élevés;
- encourage l'adoption d'autres modes de transport et du covoiturage dans les secteurs où d'autres modes de transport sont offerts;
- réduit les émissions de GES;

- génère des revenus qui peuvent financer l'aménagement de nouvelles infrastructures ou l'entretien des infrastructures existantes, ou alors qui peuvent appuyer les programmes de transport;
- permet facilement de contrôler de la demande de transport grâce à la tarification différentielle selon l'heure de la journée.

Les inconvénients associés à la hausse des frais de stationnement sont notamment les suivants :

- augmentation potentielle du temps requis pour trouver un espace de stationnement gratuit et des GES;
- diminution du nombre de déplacements vers des destinations précises, impact économique et sur les entreprises situées dans la zone de tarification;
- augmentation des coûts pour les conducteurs;
- acceptation potentiellement difficile des impacts sociaux associés à l'ajout de frais de stationnement pour l'utilisation de l'automobile;
- impacts négatifs potentiels sur l'équité économique des personnes à faible revenu.

Impacts

La hausse des tarifs de stationnement vise à réduire les déplacements effectués à bord d'un véhicule à un seul occupant (VSO) et le nombre total de déplacements effectués à l'aide d'automobiles. Des études réalisées aux États-Unis démontrent que la sensibilité ou élasticité de la demande moyenne de stationnement est de -0,3 en ce qui concerne la hausse des tarifs de stationnement; ainsi une hausse de 10 % réduirait la demande de 3 % (Vaca & Kuzmyak, 2005).

L'impact de la tarification du stationnement varie selon les habitudes individuelles et le lieu de résidence. En général, les résidents des zones urbaines ont l'habitude de payer leur stationnement, ce qui n'est pas le cas des résidents de la banlieue. Par exemple, on estime qu'une hausse de 1,00 \$ à 3,00 \$ par jour des tarifs facturés par les terrains de stationnement de la banlieue aurait un impact sur le même nombre d'utilisateurs en termes d'habitudes de déplacement qu'une hausse de 3,00 \$ à 8,00 \$ par jour des frais facturés par les terrains de stationnement des centres urbains (Kuppam, Pendyala, & Gollakoti, 1998).

D'après une étude de la Federal Highway Administration sur les habitudes de déplacement des employés, les tarifs de stationnement influencent les comportements de navettage. Cette étude portait sur des programmes ciblés de hausse des tarifs de stationnement pour les employés, lesquels ont entraîné une diminution de 26 à 81 % des déplacements effectués à l'aide de VSO. Les résultats de l'étude indiquent également que les employés qui se déplaçaient seuls ont adopté d'autres modes de transport, soit le transport collectif ou le covoiturage. La diminution du nombre d'automobiles stationnées était plus marquée lorsque d'autres modes de transport étaient accessibles. Enfin, l'étude a conclu que la hausse des frais de stationnement influe directement sur les déplacements quotidiens domicile-travail des employés (FHWA, 1995).

Dans le cadre d'une autre étude réalisée par le ministère des Transports de l'État de Washington, on a estimé la sensibilité des usagers et de leurs modèles de déplacement à différents facteurs, notamment la densité des carrefours avec signalisation, les aménagements mixtes, l'aménagement de réseaux de transport collectif et de trottoirs, le nombre d'emplois, la durée des déplacements, le coût du stationnement et le coût du transport public. Les analystes de l'étude ont établi deux scénarios

combinant ces facteurs et visant à réduire les KPV et les émissions de CO₂. Dans les deux cas, les analystes ont déterminé que les usagers étaient plus sensibles aux variations des frais de stationnement. L'étude leur a aussi permis d'établir qu'une hausse des tarifs de stationnement de 0,28 \$ à 1,19 \$ par déplacement par ménage, soit du 50^e au 75^e centile des données, réduirait les KPV, soit par la réduction du nombre de déplacements soit par l'adoption d'un autre mode de transport, de 11,5 % et réduirait les émissions de CO₂ de 9,9 %. (Frank, Greenwalg, Kavage, & Devlin, 2011).

Des zones de tarification du stationnement ont été créées en 1999 à Perth, en Australie. Les tarifs facturés variaient en fonction de la durée du stationnement, court ou long terme, et le type d'espace à l'exception des espaces de stationnement résidentiels et des terrains de moins de cinq espaces qui étaient gratuits. La part modale des déplacements domicile-travail effectués en automobile a diminué de 66 à 58 % entre 1999 et 2001. À l'inverse, la part modale des déplacements domicile-travail effectués en train est passée de 5 à 18 % pendant la même période. De plus, le nombre d'emplois dans le secteur a augmenté de 4 % entre 1999 et 2001, ce qui suppose un réel changement des habitudes de déplacement des particuliers. La réduction annuelle des émissions de CO₂ associée à ce changement de mode de transport est estimée à environ 17 000 Mt, en supposant une distance moyenne des déplacements effectués en automobile d'environ 20 km (Sinclair Knight Merz, 2007).

Contraintes et obstacles liés à la mise en œuvre

- Acceptation sociale et résistance à l'égard de la tarification du stationnement dans les secteurs où le stationnement est actuellement gratuit. La hausse des frais de stationnement peut aussi faire face à une certaine résistance. Par exemple, à Vancouver, l'imposition d'une taxe régionale sur le stationnement a fait face à une grande opposition de la part des résidents et des propriétaires d'entreprises. En 2006, cette taxe a été fixée à 0,78 \$ le mètre carré. L'impact économique a été estimé à 20 millions de dollars par année, une somme qui a ensuite été réinvestie dans l'infrastructure de transport (Transports Canada, 2006). Toutefois, malgré cette augmentation des revenus, la taxe a été supprimée après deux ans (Federal Highway Administration, 2012);
- Il est plus difficile de hausser les tarifs de stationnement sur les terrains de stationnement privés, puisque les municipalités doivent alors utiliser des mesures indirectes, par exemple en augmentant les taxes foncières des propriétaires de terrains privés.
- L'efficacité des hausses des frais de stationnement dépend également de l'offre d'espaces gratuits à proximité, par exemple les stationnements résidentiels, des centres commerciaux, des entreprises et des bureaux. Enfin, dans les petites villes et municipalités, où le stationnement gratuit est abondant, la tarification du stationnement n'est probablement pas une option possible.

4.3.6 Offrir des indemnités en remplacement des frais de déplacement ou de stationnement

Responsabilité		Employeurs (publics et privés)
Applicabilité	M, G	S'applique généralement aux municipalités où le stationnement gratuit n'est pas abondant et où des modes de transport de remplacement sont facilement accessibles.
Coût	\$ - \$\$	Dépend du montant payé par les employeurs.
Potentiel de réduction des GES	2 – 3	Dépend du taux d'adhésion au programme par les employés.
Faisabilité technique	4	Les employeurs n'ont qu'à mettre le programme en place.
Acceptation sociale	5	Fournit des incitatifs financiers sur une base volontaire.
Échéancier de mise en œuvre	Mise en œuvre immédiate	La mise en œuvre peut être immédiate.
Échéancier de réduction des GES	De façon immédiate	Lorsque les employés choisissent un mode de transport autre que l'automobile, la réduction des émissions de GES est immédiate.

Description

Les indemnités en remplacement des frais de déplacement constituent une compensation pécuniaire offerte par les employeurs aux employés qui abandonnent leur espace de stationnement, indemnité de stationnement, ou qui choisissent des modes de transport de remplacement comme le transport collectif ou le covoiturage. Ces frais constituent des incitatifs monétaires visant la réduction du taux d'utilisation de l'automobile pour les déplacements quotidiens domicile-travail. Différentes formes de programmes d'indemnités en remplacement des frais de déplacement peuvent être mises en place par l'employeur :

- l'employé peut choisir entre un espace de stationnement gratuit ou une compensation pécuniaire;
- une compensation pécuniaire peut être offerte aux usagers du transport collectif ou aux covoitureurs;
- une compensation pécuniaire peut être offerte pour les déplacements domicile-travail effectués à l'aide de modes de transport plus durables que l'automobile, par exemple le transport collectif ou le vélo.

Le montant de la compensation pécuniaire offerte peut également varier pour maintenir l'équilibre entre le taux d'utilisation de l'automobile et les modes de remplacement, surtout lorsqu'un employé n'utilise pas le même mode chaque jour. La compensation pécuniaire peut être inversement proportionnelle au taux d'utilisation de l'automobile afin de décourager les employés à utiliser leur automobile, c'est-à-dire que la compensation augmente lorsque le taux d'utilisation de l'automobile diminue.

Mesures incitatives

Organismes régionaux et municipaux

- Mettre en place des programmes de sensibilisation et de soutien pour encourager les employeurs à offrir une telle compensation pécuniaire à leurs employés.
- Les organismes publics régionaux et municipaux peuvent mettre en place de tels programmes pour leur effectif.
- Élaborer une stratégie de stationnement pour la ville ou la région qui s'applique tant aux espaces publics qu'aux espaces privés.
- Améliorer les modes de transport de remplacement, par exemple le transport collectif, le transport actif et le covoiturage).

Avantages et inconvénients

Les avantages offerts par les indemnités en remplacement des frais de déplacement sont notamment les suivants :

- cette mesure peut réduire la demande de stationnement et les besoins de l'employeur en matière de stationnement;
- elle peut facilement être mise en œuvre par de grands employeurs;
- les espaces de stationnement non utilisés laissés vacants par les employés peuvent être transformés en stationnements payants pour les visiteurs et constituer une source de revenus supplémentaire;
- cette mesure est plus facilement acceptée puisqu'il s'agit d'une compensation pécuniaire et non d'une pénalité pour les employés.

Impacts

D'après une étude réalisée auprès de huit employeurs différents²⁵ et portant sur un total de 1 694 employés près de Los Angeles (chaque employeur comptant de 120 à 300 employés), une indemnité de stationnement offerte aux navetteurs utilisant des VSO a permis la réduction de leur part modale de 13 %, soit de 76 à 63 %. Cette mesure a aussi engendré une hausse du nombre de covoitureurs de 9 %, soit de 14 à 23 %, une hausse de la part modale du transport collectif de 3 %, soit de 6 à 9 %, et une hausse de la part modale de la marche et du vélo de 1 % soit de 3 à 4 %. Les auteurs de l'étude ont déterminé que l'indemnité de stationnement réduisait de 12 % les émissions totales de CO₂ produites par les déplacements domicile-travail en automobile, ce qui équivaldrait à retirer un véhicule sur huit de la route. Les auteurs en sont venus à la conclusion que les employeurs ont avantage, sur les plans environnemental et économique, à subventionner le mode de transport utilisé par leurs employés et non les espaces de stationnement qu'ils utilisent, c'est-à-dire en louant des espaces de stationnement. (Shoup, 1997).

Le document technique du plan d'action sur les changements climatiques intitulé « The Climate Change Action Plan: Technical Supplement » produit par le ministère de l'Énergie des États-Unis indique que si un programme obligatoire d'indemnité de stationnement était mis en place dans tous les États américains, les KPV à l'échelle nationale auraient été réduits de 1,1 % en l'an 2000 par rapport aux conditions de base sans la mise en place de cette mesure, ce qui aurait équivalu à environ 25 milliards

²⁵ Les huit employeurs étaient un cabinet comptable, une banque, un organisme gouvernemental, un fournisseur de soins médicaux, une entreprise de postproduction vidéo et trois cabinets d'avocats.

de MVP (40 milliards de KPV). En vertu d'un tel programme obligatoire, les employeurs qui fournissent des espaces de stationnement subventionnés devraient aussi offrir à leurs employés l'option de recevoir un revenu imposable en remplacement du stationnement. Les estimations de cette étude reposaient sur l'hypothèse que l'élasticité des coûts des déplacements domicile-travail variait de 0,1 à 0,2, et ce, conformément à des études précédentes réalisées en Californie sur la tarification du stationnement. De plus, l'impact à l'échelle nationale sur les émissions de GES dépendrait de la mesure dans laquelle les employeurs offriraient réellement l'indemnité de stationnement à leurs employés et de l'accessibilité à des modes de transport de remplacement adéquats (FHWA, 1995; US Department of Energy, 1994).

Contraintes et obstacles liés à la mise en œuvre

- L'application par les employeurs d'une indemnité en remplacement des frais de déplacement ou de stationnement n'est pas garantie, et l'application obligatoire de cette indemnité pourrait se heurter à une certaine résistance de la part des employeurs, tout en créant la nécessité de mettre en place des mesures de coercition (FHWA, 1995).
- Les employeurs devront prévoir les fonds requis pour indemniser les employés.
- La mise en place de cette mesure peut s'avérer difficile pour les petits employeurs en raison des coûts qui y sont liés.
- Il peut s'avérer difficile d'estimer la valeur de l'espace de stationnement qui incitera les employés à modifier leurs habitudes.

4.4 GESTION DU STATIONNEMENT

Le stationnement est un élément essentiel des déplacements véhiculaires. Les conducteurs doivent être en mesure de trouver un espace de stationnement pour pouvoir utiliser leur véhicule. La gestion proactive et même la réduction de l'offre de stationnement peuvent encourager les navetteurs à choisir d'autres modes de transport pour certaines destinations. De plus, la réduction de l'offre de stationnement peut appuyer les aménagements plus efficaces sur le plan des transports (voir la 4.1). Les stratégies de gestion du stationnement comprennent les systèmes dynamiques de guidage de stationnement et la modification des règlements municipaux afin de réduire les exigences minimales de stationnement pour les aménagements.

Optimiser ou réduire l'offre de stationnement, et mettre en place un système dynamique de guidage de stationnement.		
Responsabilité		La municipalité est responsable des politiques et règlements de stationnement publics et privés.
Applicabilité	M, G	S'applique aux moyennes et grandes municipalités dans les secteurs où la congestion routière et la demande de stationnement sont importantes et où l'offre de stationnement est limitée.
Coût	\$, \$\$\$	L'optimisation ou la réduction de l'offre de stationnement ne requiert que des changements aux politiques, aux règlements et à la gestion des terrains de stationnement. La mise en place d'un système dynamique de guidage de stationnement nécessite l'installation d'équipement de signalisation, de systèmes de communication et de mécanismes de suivi des espaces de stationnement sur tous les terrains de stationnement d'un secteur.
Potentiel de réduction des GES	2 1	La réduction de l'offre de stationnement constitue un mécanisme très efficace pour encourager le changement des comportements de déplacement. De plus, cette mesure appuie la densification du milieu urbain, qui, à long terme, contribue à l'utilisation accrue du transport actif et du transport collectif. Les systèmes dynamiques de guidage de stationnement aident les conducteurs à trouver des espaces de stationnement plus rapidement, mais ils ne les encouragent pas à moins utiliser leur véhicule.
Faisabilité technique	5, 3	En général, une politique, un règlement ou un programme doit être modifié; l'installation de signalisation ou de postes de paiement peut être requise sur des terrains où le stationnement est actuellement gratuit. Les systèmes dynamiques de guidage de stationnement nécessitent l'installation d'équipement de signalisation, de systèmes de communication et de mécanismes de suivi des espaces de stationnement sur tous les terrains de stationnement d'un secteur.
Acceptation sociale	4 – 5, 1 – 2	L'optimisation de l'offre existante et les systèmes dynamiques de guidage de stationnement sont habituellement bien accueillis par les exploitants de terrains de stationnement et les conducteurs. Toutefois, les conducteurs et les entreprises peuvent s'opposer avec vigueur à la réduction de l'offre de stationnement.
Échéancier de mise en œuvre	Mise en œuvre immédiate, continue	Cette mesure peut être mise en place de façon immédiate.
Échéancier de réduction des GES	De façon immédiate	Lorsque des contraintes de stationnement encouragent les conducteurs à adopter un autre mode de transport, la réduction des émissions de GES est immédiate. La gestion du stationnement peut grandement contribuer au changement à long terme des habitudes et comportements de déplacement.

Modifier les règlements municipaux sur le stationnement pour réduire les exigences minimales de stationnement.

Responsabilité		Les municipalités sont responsables du zonage.
Applicabilité	M, G	S'applique en général aux moyennes et grandes municipalités où les densités sont plus grandes, où des modes de transport de remplacement sont accessibles et où le stationnement gratuit est limité.
Coût	\$	Modification des règlements de zonage; coûts de construction moins élevés pour les promoteurs.
Potentiel de réduction des GES	1 - 2	L'efficacité à court terme de cette mesure est limitée aux nouveaux aménagements, mais elle favorise les aménagements plus denses en réduisant les besoins en matière de stationnement et elle contribue à l'utilisation à long terme du transport actif et du transport collectif.
Faisabilité technique	5	Seule la réglementation doit être modifiée.
Acceptation sociale	1 – 3	Dépend des promoteurs, des conditions du marché immobilier et de la demande de logement et de stationnement.
Échéancier de mise en œuvre	Mise en œuvre immédiate, continue	Cette mesure peut être mise en place de façon immédiate.
Échéancier de réduction des GES	Moyen et long terme	Les besoins réduits en matière de stationnement favorisent le changement à long terme de l'aménagement du territoire, des habitudes de déplacement et du taux de possession de véhicule.

Description

La gestion du stationnement vise à optimiser l'utilisation de l'offre de stationnement afin d'encourager une utilisation plus efficace et plus appropriée des espaces de stationnement existants. Elle vise également à réduire l'accessibilité au stationnement afin de limiter le nombre de déplacements effectués en automobile. En ce sens, la gestion du stationnement est complémentaire aux frais de stationnement, puisque ceux-ci visent à rendre le stationnement plus difficile ou plus coûteux afin de décourager les usagers à se déplacer en automobile. Les mesures de gestion du stationnement peuvent être divisées en deux sous-catégories, selon si elles sont des mesures continues ou ponctuelles.

Optimiser ou réduire l'offre de stationnement, et mettre en place un système dynamique de guidage de stationnement.

Les activités continues de gestion du stationnement comprennent l'optimisation de l'utilisation des espaces de stationnement existants; l'installation de systèmes dynamiques de guidage de stationnement afin de diriger les conducteurs vers les terrains de stationnement où des espaces sont disponibles; la réduction de l'accessibilité du stationnement dans certains secteurs clés (p. ex., les secteurs desservis par le transport collectif) et pendant certaines périodes de pointe (p. ex., l'heure de pointe du matin). Un autre mécanisme, les indemnités en remplacement des frais de déplacement ou de stationnement, est traité de façon distincte à la section 4.3.6 ci-dessus.

- **L'optimisation de l'utilisation des espaces de stationnement existants** peut être effectuée en rendant les espaces de stationnement accessibles à différents types d'usagers afin que les espaces soient utilisés de façon optimale. Cette optimisation vise également à réduire les besoins en matière de construction de nouveaux espaces de stationnement puisque la demande accrue est satisfaite par les espaces existants. Par exemple, en modifiant les règles et restrictions de stationnement existantes pour permettre à différents types d'usagers d'utiliser les espaces à différentes heures de la journée, nous encouragerions une utilisation plus optimale de la capacité existante. L'optimisation de l'utilisation des espaces de stationnement existants limiterait aussi le nombre d'espaces de stationnement qui doivent réellement être aménagés ou accessibles dans un secteur, ce qui restreindrait dans une certaine mesure le nombre de véhicules pouvant se rendre dans ce secteur.
- Un **système dynamique de guidage de stationnement** fournit de l'information en temps réel aux conducteurs sur l'emplacement des espaces de stationnement disponibles dans un secteur, en particulier dans des garages intérieurs. Ces systèmes utilisent des panneaux à messages variables pour indiquer si les terrains sont ouverts ou non, ainsi que le nombre d'espaces de stationnement toujours libres. Les systèmes dynamiques de guidage de stationnement sont complémentaires à l'optimisation de l'utilisation des espaces de stationnement existants, puisqu'ils guident les conducteurs vers les terrains où des espaces sont disponibles. Cette mesure contribue aussi à réduire le temps de recherche d'un espace de stationnement par les conducteurs, tout en réduisant les KPV et les émissions de GES.
- Enfin, la **réduction du nombre d'espaces de stationnement** dans certains secteurs ou pendant certaines périodes peut entraîner une réduction du nombre de déplacements en automobile. Premièrement, en limitant l'offre de stationnement dans des secteurs généralement bien desservis par le transport collectif, par exemple au centre-ville, on encourage les usagers à choisir des modes de transport alternatif puisqu'il devient plus difficile de trouver un stationnement. Les espaces existants qui sont habituellement accessibles à tous les conducteurs pourraient aussi être transformés en espaces réservés à certains types d'usagers, par exemple les covoitureurs. De plus, on peut aussi restreindre l'offre de stationnement de façon temporaire, par exemple pendant l'heure de pointe du matin, et ce, afin d'encourager l'utilisation d'autres modes de transport pendant ces périodes de pointe.

Modifier les exigences minimales de stationnement.

Des mesures ponctuelles de contrôle du stationnement peuvent être mises en place lorsque de nouveaux aménagements sont construits. Plus particulièrement, les municipalités peuvent envisager de modifier leurs règlements sur le stationnement afin de réduire les exigences en matière d'espaces de stationnement dans les nouveaux quartiers. Par exemple, les règlements sur le stationnement pourraient faire en sorte de réduire le nombre d'espaces de stationnement offerts par unité résidentielle ou immeuble commercial en établissant un nombre maximal et non minimal d'espaces de stationnement accessibles. La réduction des exigences en matière d'espaces de stationnement dans les secteurs bien desservis par le transport collectif peut contribuer à réduire le taux de possession de véhicules, ce qui par le fait même réduira la pression exercée en termes de nombre d'espaces de stationnement requis. En général, cette sous-catégorie de mesures fait partie des responsabilités de zonage des municipalités.

Mesures incitatives

Organismes régionaux et locaux

- Modifier la politique d'aménagement du territoire pour favoriser la gestion et la réduction du stationnement.
- Établir une stratégie de stationnement pour la ville ou la région qui couvre tant les espaces publics que les espaces privés.
- Utiliser des outils de planification du stationnement comme l'outil « Right sized parking », qui peuvent aider les municipalités à planifier un nombre suffisant d'espaces de stationnement.²⁶
- Améliorer les modes de transport de remplacement, par exemple le transport collectif, les réseaux de transport actif ou les mesures de covoiturage.
- Appuyer ou encourager les programmes ou pratiques de télétravail ou de covoiturage.
- Réduire le nombre d'espaces de stationnement gratuits.

Avantages et inconvénients

Les avantages offerts par les mesures continues de gestion du stationnement sont notamment les suivants :

- cette mesure décourage l'utilisation de l'automobile, surtout des VSO;
- il est possible de moduler la demande en fonction de l'heure de la journée;
- cette mesure a un impact direct sur les usagers et elle entraîne un changement des comportements à court terme;
- elle peut facilement être mise en place par la modification des règlements municipaux sur le stationnement;
- les politiques de gestion et de contrôle du stationnement contribuent à l'atteinte de plus grands objectifs stratégiques comme la promotion du transport collectif, du transport actif et des modèles d'aménagement du territoire plus durables;
- cette mesure encourage l'adoption d'autres modes de transport, en particulier dans les secteurs où d'autres modes de transport sont offerts;
- les systèmes dynamiques de guidage de stationnement réduisent le temps requis pour trouver un espace de stationnement et, par le fait même, les émissions produites par les véhicules en mouvement. Ils aident aussi les urbanistes, les résidents et les entreprises à mieux déterminer si l'offre de stationnement répond à la demande en leur indiquant le nombre d'espaces de stationnement vacants.

Les avantages offerts par la modification des règlements sur le stationnement pour réduire les exigences en matière de stationnement sont notamment les suivants :

- cette mesure peut facilement être mise en place par la modification des règlements municipaux de zonage;
- elle réduit le coût de construction des nouveaux aménagements si le nombre d'espaces de stationnement requis est réduit;

²⁶ Source : <http://www.rightsizeparking.org/>

- les politiques de gestion et de contrôle du stationnement contribuent à l'atteinte de plus grands objectifs stratégiques comme la promotion du transport collectif, du transport actif et des modèles d'aménagement du territoire plus durables;
- cette mesure décourage aussi les particuliers à posséder un véhicule, ce qui peut contribuer à la réduction des KPV.

Les inconvénients associés aux mesures de gestion du stationnement sont notamment les suivants :

- les exigences réduites de stationnement dans le code de zonage n'affectent que les nouveaux aménagements, tout en ayant un impact minime ou nul sur les immeubles préexistants;
- l'efficacité des contrôles municipaux du stationnement sur les modes de transport choisis dépend de l'accessibilité au stationnement gratuit, ou à faible coût, à proximité, par exemple dans les zones résidentielles ou aux emplacements des commerces et des entreprises;
- lorsque l'offre de stationnement est réduite, le temps requis pour trouver un espace de stationnement libre peut augmenter si cette mesure n'est pas assortie d'une forme quelconque de système de guidage des conducteurs, ce qui entraîne une augmentation des émissions de GES;
- la diminution de l'offre de stationnement peut nuire à l'activité économique dans un secteur ou à la capacité concurrentielle des entreprises dans ce secteur.

Impacts

La gestion du stationnement fait partie des mécanismes qui peuvent être utilisés pour réduire le nombre de déplacements effectués en automobile. De plus, l'aménagement d'espaces de stationnement réservés aux véhicules multi-occupants aux États-Unis a engendré une augmentation moyenne du covoiturage de près de 100 % dans de nombreuses régions (KT Analytics, Inc., 1995).

À Oakland, en Californie, une étude a été réalisée sur les impacts de la mise en place d'un système de stationnement intelligent près des gares ferroviaires de banlieue, y compris sur l'utilisation de panneaux à messages variables qui indiquent aux usagers en temps réel le nombre d'espaces de stationnement à proximité. Le système permettait aux particuliers qui approchaient de la gare à partir de la route de savoir combien d'espaces de stationnement étaient libres. Ce projet comprenait également un système de réservation préalable des espaces de stationnement. Le système mis en place a permis aux conducteurs de réduire en moyenne d'environ 9,7 miles ou 15,6 km par mois le temps qu'ils passaient à chercher un stationnement. Toutefois, l'étude a démontré que les panneaux à messages variables n'étaient pas aussi efficaces que prévu; seulement 37 % des usagers des terrains de stationnement les remarquaient et, parmi ces usagers, seulement un tiers d'entre eux affirmaient que les panneaux influençaient leur décision (Rodier, Shaheen, & Kemmerer, 2008).

Dans le comté de King (Washington), on a estimé que la modification des règlements de zonage relativement au nombre d'espaces de stationnement requis a permis la diminution des coûts de construction des immeubles. Les économies réalisées ont été évaluées à 4 200 \$ par espace de stationnement pendant la construction et à 200 \$ par année par espace de stationnement en ce qui concerne les coûts d'entretien (KT Analytics, Inc. et TDA, Inc., 1990).

Une étude réalisée sur le territoire de New York, dans les secteurs de Jackson Heights (Queens) et de Park Slope (Brooklyn), a déterminé que les résidents des quartiers où un espace de stationnement hors rue est garanti, offre suffisante, sont plus susceptibles d'utiliser leur véhicule. Certains affirment aussi que les règlements de zonage de New York, qui exigent un nombre minimal d'espaces de stationnement hors rue pour une grande partie des résidents, encouragent grandement les déplacements en

automobile, en particulier les déplacements domicile-travail. Des facteurs tels que le revenu, le taux de possession d'un véhicule, la densité de la population, les types d'emploi et les différences entre la durée des déplacements en automobile et la durée des déplacements en transport collectif jusqu'au centre-ville de Manhattan influencent aussi le nombre de déplacements effectués en automobile par les résidents. Par conséquent, on estime que 45 % des résidents de Jackson Heights sont plus susceptibles d'utiliser leur automobile pour se rendre au travail à Manhattan et que 28 % d'entre eux sont plus susceptibles d'utiliser leur véhicule en général (Weinberger, Seaman, Johnson, & Kaehny, 2008).

Contraintes et obstacles liés à la mise en œuvre

- Puisque le contrôle du stationnement est habituellement une responsabilité qui relève de la municipalité, des ententes spéciales entre les municipalités devraient être établies pour que des stratégies de gestion du stationnement soient mises en application à l'échelle régionale.
- Les coûts de planification, de coordination, d'installation, d'exploitation et d'entretien d'un système dynamique de guidage de stationnement peuvent décourager les municipalités à mettre un tel système en place.
- Il est difficile de rendre les mesures de gestion du stationnement obligatoires sur les terrains de stationnement privés. Notamment, la modification des modes de transport choisis grâce à la gestion du stationnement dépend du nombre d'espaces de stationnement gratuits offerts par les employeurs et les entreprises sur leurs terrains.

4.5 CAMIONNAGE

Les sections suivantes présentent des mesures qui visent à réduire les KPV dans le secteur du transport de marchandises. La première section traite des pratiques de gestion logistique du transport de marchandises, L'amélioration des pratiques de gestion logistique du transport de marchandises peut contribuer à réduire le nombre et la longueur des transports par camion et les KPV des camions en maximisant l'efficacité des livraisons, en réduisant la longueur des itinéraires et en réduisant la durée des transports. De l'information est également fournie sur les mesures qui encouragent le remplacement du transport routier par le transport ferroviaire ou maritime. Enfin, on démontre que le renforcement des programmes d'inspection et d'entretien des camions peut contribuer à assurer l'efficacité optimale de la conduite des véhicules dans le but de réduire les émissions de GES.

4.5.1 Améliorer la gestion logistique

Responsabilité		Compagnies de transport privées, entreprises d'entreposage et de manutention
Applicabilité	M, G	Plus particulièrement applicable aux moyennes et grandes municipalités où la congestion routière est problématique.
Coût	\$\$ - \$\$\$	Investissements principalement requis pour les procédures et changements opérationnels.
Potentiel de réduction des GES	2 - 3	Dépend de la mesure dans laquelle les chargements des camions peuvent être maximisés tout en minimisant les KPV.
Faisabilité technique	3	Nécessite la collaboration des transporteurs et des expéditeurs.
Acceptation sociale	4 – 5	Les entreprises ont tendance à adopter de bonnes pratiques de gestion de la logistique pour réduire leurs coûts d'exploitation et réaliser des gains d'efficacité en matière de transport, sans aucune conséquence négative pour le milieu.
Échéancier de mise en œuvre	Mise en œuvre immédiate, continue	Cette mesure peut être mise en place de façon immédiate. Des modifications organisationnelles et opérationnelles pourraient être apportées sur une base continue.
Échéancier de réduction des GES	Court et moyen terme	Il faut parfois plusieurs années pour que les entreprises s'adaptent aux changements logistiques et pour qu'elles mettent en place les procédures et les technologies requises.

Description

La logistique correspond à l'organisation et à la gestion du volume de marchandises et d'informations au sein d'une entreprise et ou entre elles. Elle comprend la coordination des activités de production et de distribution, au sein desquelles le transport constitue un élément essentiel. Les entreprises de production de biens, les expéditeurs et les entreprises de transport cherchent toutes à optimiser leur logistique parce qu'ainsi, elles peuvent réduire leurs coûts de transport, améliorer la qualité et l'efficacité de leurs services de livraison, améliorer leur capacité concurrentielle, et leur rendement sur le plan environnemental.

Le camionnage est un joueur important du secteur de la livraison de marchandises en Amérique du Nord. En raison de la vaste étendue du réseau routier de l'Amérique du Nord, le camionnage offre une plus grande flexibilité que le transport maritime ou ferroviaire de marchandises. Toutefois, le camionnage produit plus d'émissions de GES par tonne de marchandises transportée par kilomètre parcouru que les deux autres modes de transport (Industrie Canada, 2009; World Economic Forum, 2009). Par conséquent, lorsque les compagnies réduisent les distances parcourues par les camions en améliorant la gestion logistique, elles contribuent à réduire les émissions de GES. Il est possible d'améliorer la gestion logistique du transport par camion de différentes façons, notamment à l'aide des méthodes ci-dessous (Industrie Canada, 2009; PEW Center Global Climate Change, 2011)²⁷:

²⁷ Le chapitre 6 traite de l'utilisation des technologies dans les véhicules et des carburants émettant moins de carbone.

- améliorer les itinéraires des camions de livraison;
- maximiser les chargements des camions;
- optimiser ou diminuer la taille des emballages des produits;
- réduire les distances parcourues par les camions lorsqu'ils sont vides;
- consolider les expéditions;
- utiliser des camions à plus grande capacité;
- réduire les temps d'attente pour le chargement et aux frontières;
- utiliser des systèmes de la technologie de l'information pour organiser et améliorer la logistique de livraison y compris le suivi des chargements, l'optimisation des itinéraires, l'identification des produits, la surveillance des retards et des incidents, etc.

Les livraisons en milieu urbain peuvent aussi être facilitées par l'établissement de centres de logistique urbaines. Ces mesures sont particulièrement importantes puisque dans cette dernière partie de la chaîne de livraison, les camions de livraison circulent souvent dans des centres urbains où la congestion routière est un problème constant. Ces centres de logistique et de livraison peuvent aider les expéditeurs et les compagnies de transport à consolider les expéditions, à optimiser les facteurs de chargement des véhicules, à faire en sorte que le véhicule ait une capacité adéquate et à utiliser à bon escient les véhicules écoénergétiques. De plus, leur connaissance des contextes régionaux peut aider les centres de logistique à optimiser les itinéraires de livraison en tenant compte de la circulation locale. De même, des entreprises concurrentes peuvent travailler en partenariat et partager des installations ainsi que des réseaux de distribution afin de réaliser des gains d'efficacité.

Il est également possible de réduire les émissions produites par le transport de marchandises, en particulier les livraisons sur de longues distances et interurbaines, en remplaçant plusieurs petits camions de livraison par un plus gros camion. L'utilisation de camions à plus grande capacité permet l'augmentation des charges de livraison et de la quantité de marchandises transportée. Cela réduit également le nombre de déplacements de retour des camions vides jusqu'aux entrepôts pour qu'ils soient à nouveau chargés. Il est important de souligner que les gros camions doivent être chargés à pleine capacité, dans la mesure du possible, pour que leur utilisation soit plus avantageuse que l'utilisation de petits camions.

Le temps d'attente des camions, surtout lors du chargement, peut aussi être réduit. Les méthodes d'emballage des articles et les différentes technologies utilisées pour réduire le temps de pesée, le temps d'attente aux frontières, et autres, sont des facteurs qui contribuent à l'optimisation du temps consacré à la livraison. L'optimisation de la forme et du design des produits ainsi que de leur emballage peut contribuer à la réduction des exigences de transport et d'entreposage.

Une enquête réalisée par l'Association chaîne d'approvisionnement et logistique Canada auprès de fournisseurs de services de logistique et de transport suggère que les entreprises s'efforcent déjà d'adopter et d'améliorer les pratiques de gestion logistique. Il a été démontré que l'optimisation des charges et des itinéraires nécessite des investissements modestes en capital et à risque peu élevé qui produisent un rendement intéressant à court terme. (Industrie Canada, 2009).

Mesures incitatives

Il est important de souligner que des changements opérationnels directs, les types de véhicule et l'emballage des marchandises relèvent principalement des fournisseurs de services de logistique et de transport ainsi que de leurs clients tels que les expéditeurs. Bien que les organismes gouvernementaux

et les municipalités n'aient que peu d'influence directe sur ce type d'activité, plusieurs types de mesures peuvent être mise en place dans ce domaine.

Administrations fédérales ou provinciales

- Renforcer les règlements sur la pollution atmosphérique ou exiger l'adoption de normes plus strictes sur l'efficacité des carburants, et ce, afin d'encourager les entreprises à adopter des pratiques plus écoresponsables.
- Faciliter l'échange de l'information et de l'expertise entre les groupes de recherche universitaires, les manufacturiers, les exportateurs, les transporteurs et les associations sectorielles au sujet des études, des guides et des pratiques exemplaires en matière de gestion logistique.
- Financer la conception de systèmes de technologie de l'information permettant l'amélioration de la gestion logistique.
- Offrir des programmes de formation aux expéditeurs et aux transporteurs sur la gestion du transport de marchandises et sur les méthodes qui contribuent à réduire l'impact de ces activités sur l'environnement.

Administrations régionales et municipales

- Interdire les gros camions dans les centres urbains et encourager l'utilisation de véhicules électriques ou écoénergétiques.
- Adopter des règlements de zonage qui facilitent l'installation de centres de distribution ou de livraison à proximité des régions urbaines.
- Créer des incitatifs pour le lancement de projets pilotes sur l'installation de centres de distribution.
- Réévaluer les itinéraires des camions afin de faciliter la circulation des plus gros véhicules.

Avantages et inconvénients

Les avantages offerts par l'amélioration de la gestion logistique sont notamment les suivants :

- réduction potentielle du nombre de véhicules circulant dans les villes;
- économies réalisées par les compagnies de transports et exploitants de services de transport;
- réduction de la consommation d'énergie et des émissions polluantes produite par les camions;
- réduction de l'énergie requise et gaspillée pendant les activités de distribution;
- certaines compagnies pourraient bénéficier d'un avantage concurrentiel dans le secteur du camionnage; plus grande conformité avec les mandats des partenaires réglementaires et de la chaîne d'approvisionnement; taux de satisfaction de la clientèle plus élevé.

Les inconvénients associés à l'amélioration de la gestion logistique sont notamment les suivants :

- collaboration requise entre les compagnies de transport et les exploitants de services de transport;
- changement requis aux habitudes de travail;
- investissements requis dans les nouveaux secteurs logistiques.

Les inconvénients associés aux camions à plus grande capacité sont notamment les suivants :

- efficacité limitée si les facteurs de chargement des camions ne sont pas élevés;
- dégradation des surfaces des routes attribuable aux charges plus lourdes des camions;

- par exemple, l'utilisation des trains routiers nécessite un rayon de virage plus grand aux intersections et aux entrées, ce qui a comme conséquence négative d'augmenter les surfaces imperméables et de rendre les intersections plus dangereuses pour les piétons. Lorsque les routes et les intersections sont plus larges, les vitesses de conduite peuvent augmenter, ce qui, par le fait même, réduit le niveau d'aisance et la sécurité des piétons et des cyclistes.

Impacts

D'après une étude publiée par le World Economic Forum portant sur les stratégies visant à « décarboniser » la chaîne d'approvisionnement, les méthodes les plus efficaces pour réduire les émissions de GES produites à l'échelle mondiale par le secteur des transports et de la logistique, représentant jusqu'à 12 % des émissions de GES totales actuellement produites par ce secteur, consisteraient à encourager le virage vers les technologies des véhicules écologiques et à réduire les vitesses de déplacement. Toutefois, d'autres méthodes sont considérées efficaces pour réduire les émissions de GES et peuvent facilement être mises en place, c'est-à-dire en tenant compte des obstacles à la mise en place, de la portée du déploiement, du nombre d'intervenants concernés, soit l'optimisation du réseau de livraison par l'utilisation de facteurs de chargement élevés pour les véhicules et la réduction des distances parcourues par les véhicules vides, ainsi que l'adoption de nouveaux emballages pour réduire le poids et le volume des marchandises. L'étude concluait que ces mesures pourraient réduire d'environ 8 % les émissions à l'échelle mondiale provenant du secteur de la logistique et des transports (World Economic Forum, 2009).

Alimentation Couche-Tard au Québec, qui exploite des chaînes de dépanneurs à travers le monde dont notamment les dépanneurs Mac's ailleurs au Canada, a réalisé une étude sur l'optimisation de la logistique en partenariat avec l'Université du Québec à Montréal et Oméga Optimisation. Dans le cadre de cette étude, on a estimé les temps de livraison des camions et on a établi des scénarios d'optimisation des itinéraires de livraison. Le scénario de référence correspondait aux itinéraires de livraison existants de Couche-Tard. Sur une base hebdomadaire, on a estimé que les livraisons effectuées par les camions nécessitaient plus de 1 010 heures, et que les camions parcouraient près de 21 800 kilomètres sur le réseau routier du Québec. Plusieurs scénarios d'optimisation ont alors été évalués et les résultats obtenus indiquaient une réduction potentielle de la distance parcourue de 17,3 % (3 770 km de moins) et du temps requis de livraison de 5,7 % (57 heures de moins) (Trudeau, 2008). Couche-Tard a ensuite adopté les scénarios d'optimisation des livraisons dans le cadre de ses activités.

En 2001, un centre de distribution urbaine a été aménagé dans la ville de La Rochelle, en France. Ce centre effectue la distribution des marchandises dans le centre de cette ville historique, ainsi que la gestion logistique. Il a contribué à atténuer les impacts sur l'environnement et les transports de la distribution des marchandises en optimisant les facteurs de chargement des camions, en optimisant les horaires de livraison et en les combinant. Étant donné que les camions de plus de 3,5 tonnes sont interdits dans le centre historique de la ville, le centre de gestion logistique utilise des véhicules de livraison plus légers et plus écoénergétiques. L'utilisation de véhicules électriques pour la livraison a également contribué à atténuer les impacts environnementaux de la distribution de marchandises. Tous ces gains ont été réalisés sans que le niveau existant des services de livraison soit abaissé. On estime que le centre de distribution de La Rochelle a permis une réduction des émissions de GES attribuables aux camions dans la région de 61 %, ce qui représente une réduction annuelle de 1,5 tonne de CO₂. Le centre de distribution traite 350 colis et 10 palettes chaque jour. (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, 2006).

Le centre de distribution Simplicité de la ville de St-Étienne, en France, constitue un autre exemple de centre de livraison urbaine qui fournit des services de livraison dans le centre de la ville. Sept compagnies de transport utilisent actuellement les services de livraison de Simplicité, et huit autres compagnies sont sur la liste d'attente. Le centre de distribution permet la consolidation des livraisons finales qui doivent être effectuées par chacune des sept compagnies. De plus, le service simplifie les livraisons pour les clients, puisque toutes les marchandises sont livrées une fois par jour, sans que les pratiques commerciales existantes des compagnies de transport et la qualité des livraisons, tel que la rapidité et la fréquence, ne soient compromises. L'utilisation de véhicules électriques appartenant au centre de distribution et la consolidation des livraisons a permis une réduction des émissions de GES et de la congestion routière dans le centre de la ville (Cerema, 2015).

En ce qui concerne les camions à plus grande capacité, tel que les trains routiers de type Rocky Mountain avec deux ou trois remorques peuvent émettre de 17 à 21 % moins de gaz à effet de serre que les camions réguliers d'une longueur de 53 pieds. Ces camions sont généralement utilisés dans les régions moins peuplées des États-Unis comme le Colorado, l'Idaho, le Montana, l'Utah et le Wyoming (NESCCAF, ICCT, Southwest Research Institute, TIAX LLC, 2009).

En 1999, on estimait que parmi les quelque 159 000 livraisons effectuées au Québec, seulement 26 % des livraisons totales étaient effectuées par des camions pleinement chargés (volume et poids). L'optimisation de l'emballage et du poids des produits peut contribuer aux gains d'efficacité réalisés par les camions.

Contraintes et obstacles liés à la mise en œuvre

- La gestion logistique relève habituellement des transporteurs et des expéditeurs privés. Les administrations municipales n'ont que peu d'influence sur ce processus.
- La collaboration peut être difficile entre les compagnies de transport et les expéditeurs.
- L'utilisation de centres de logistique et de livraison centralisés requiert que les compagnies abandonnent une certaine partie du contrôle de la distribution de leurs marchandises, surtout en ce qui a trait au dernier segment de la livraison.
- Des changements doivent être apportés aux processus et aux habitudes de travail.
- Des investissements doivent être effectués pour la création d'un centre de logistique.

Pour les camions à plus grande capacité,

- Les contraintes liées à la largeur et à la géométrie des rues peuvent nuire à la capacité des gros camions de circuler dans certaines parties de la ville.

4.5.2 Transfert modal

Responsabilité		Compagnies de transport privées
Applicabilité	Limitée	Applicabilité limitée aux régions urbaines puisque le transport intermodal n'est possible que pour les livraisons interurbaines sur de longues distances.
Coût	\$\$\$ - \$\$\$\$	Dépend de l'existence ou non d'installations d'intermodalité.
Potentiel de réduction des GES	1	Le transport ferroviaire ou maritime de marchandises produit beaucoup moins d'émissions de GES par tonne/km que le transport par camion, mais les possibilités de livraison intermodale dans les régions urbaines sont limitées.
Faisabilité technique	1 – 2	Des modes de transport de remplacement doivent être accessibles, ainsi que des installations de traitement des transferts modaux.
Acceptation sociale	4 - 5	Les compagnies sont plus susceptibles d'effectuer le transfert modal si cette mesure est aussi rentable que les pratiques existantes; moins de camions circulent sur les routes des collectivités.
Échéancier de mise en œuvre	Mise en œuvre immédiate, continue	Cette mesure peut être mise en place de façon immédiate. Des modifications organisationnelles et opérationnelles devront probablement être apportées sur une base continue.
Échéancier de réduction des GES	Court et moyen terme	Des changements peuvent être apportés au mode de transport à court ou moyen terme à mesure que les compagnies examinent et adoptent les modes de transport de remplacement et à mesure que l'offre s'ajuste à la demande.

Description

Les émissions de GES attribuables aux activités d'expédition peuvent être réduites lorsque des méthodes de livraison autres que la livraison par camion sont adoptées. Le transport ferroviaire et le transport maritime des marchandises sont les méthodes de livraison les plus écoénergétiques en termes de GES en fonction du poids. Selon une étude réalisée au R.-U. par Defra, ces modes produisent environ un sixième des émissions de carbone par tonne/km produites par le transport routier (World Economic Forum, 2009). Dans le cadre d'une autre étude, on a déterminé que les navires émettent 12 grammes de CO₂ par tonne-kilomètre, alors que les camions émettent entre 720 et 1440 grammes de CO₂ par tonne-kilomètre (Lemoine D., 2008).

Toutefois, les options d'expédition ferroviaire et maritime ne peuvent être utilisées que pour le transport interurbain. Pour les distances de plus de 800 km, le transport ferroviaire de marchandises devient plus avantageux que le transport par camion. Sur de plus courtes distances, les coûts de manutention et les temps d'attente aux terminaux intermodaux désavantagent ce mode de transport (Conseil de la science et de la technologie, 2010). De plus, les réseaux ferroviaire et maritime ne sont pas suffisamment étendus pour permettre les livraisons à l'intérieur d'une ville ou d'une région. Dans les régions urbaines, certaines livraisons peuvent être effectuées par des véhicules hybrides et électriques ou même à vélo.

Mesures incitatives

Administrations provinciales ou régionales

- Le gouvernement contribue financièrement aux travaux associés à l'entretien du réseau ferroviaire et les compagnies de chemin de fer assument les coûts d'expansion du réseau. Un crédit d'impôt a également été créé aux États-Unis pour la remise en état des voies ferrées.
- Les gouvernements peuvent mettre en place des programmes d'aide favorisant la réduction des émissions de GES par le développement et l'adoption du transport intermodal, par exemple, le gouvernement du Québec le programme PAREGES (*Programme d'aide visant la réduction ou l'évitement des émissions de GES*). Ce programme accordait une subvention pouvant atteindre 750 \$ pour chaque tonne d'émissions de GES évitée afin d'encourager les expéditeurs et les transporteurs à utiliser des options de transport intermodales. Des fonds ont été versés à 40 compagnies entre 2008 et 2013, et ce programme a permis une réduction d'environ 300 000 tonnes de GES par année. Le total des fonds octroyés par le gouvernement a atteint environ 52 millions de dollars (gouvernement du Québec, 2015), et l'équivalent de 173 \$/tonne de GES a été évité.

Avantages et inconvénients

Les avantages offerts par le transfert modal sont notamment les suivants :

- des véhicules sont retirés de la route, ce qui contribue à réduire le débit de circulation et la congestion routière;
- les trains qui transportent les marchandises traversent les frontières plus rapidement puisque les convois peuvent être préenregistrés et qu'ils n'ont ainsi pas à s'arrêter pour une inspection contrairement aux camions ;
- cette mesure réduit la dégradation des routes;
- cette mesure contribue à la réduction des émissions de GES puisque les modes de transport polluants sont moins utilisés.

Les inconvénients associés au transfert modal sont notamment les suivants :

- les sites de transbordement et les itinéraires d'accès peuvent devenir plus achalandés, ce qui peut avoir des impacts négatifs sur les secteurs voisins;
- la logistique d'expédition devient plus complexe pour les transporteurs qui doivent assurer le suivi et l'organisation des transferts modaux.

Impacts

SCM, un fournisseur de services logistiques pour Walmart Canada, a réalisé un transfert modal du transport par camion au transport ferroviaire afin d'approvisionner dix magasins de la Nouvelle-Écosse et de l'Île-du-Prince-Édouard. Ce virage a permis une réduction des émissions de CO₂ d'environ 2 600 tonnes (Conseil de la science et de la technologie, 2010).

La barge multifonctionnelle Alouette Spirit, qui a été mise en service en 2006 par l'aluminerie Alouette, McKeil Marine et Logistec Arrimage, a transporté près de la moitié de la production de l'aluminerie entre Sept-Îles et Trois-Rivières au Québec, deux villes séparées par près de 800 km de route. On estime que les cargaisons transportées équivalaient à environ 20 000 livraisons par camion, qu'environ 26 000 tonnes d'émissions de GES ont été évitées et que 500 000 \$ de coûts d'entretien annuels de

l'infrastructure routière ont aussi été évités sur la route provinciale 138 (Conseil de la science et de la technologie, 2010).

Contraintes et obstacles liés à la mise en œuvre

- Le potentiel d'utilisation des services intermodaux dépend de l'offre et des réseaux du transport ferroviaire et maritime; cette mesure ne s'applique qu'au transport interurbain; les possibilités sont limitées aux centres urbains. Le transport par camion et le transport aérien sont habituellement les modes de transport qui offrent la plus grande flexibilité. À l'inverse, la flexibilité offerte par le transport ferroviaire et maritime, en termes d'horaire, de durée totale de livraison et d'itinéraire, peut nuire à l'adoption de ces modes de transport.
- Le transport routier est en partie subventionné par l'investissement public dans les réseaux routiers et autoroutiers et dans l'infrastructure routière. D'autre part, les coûts d'immobilisations et d'entretien de l'infrastructure applicables aux voies ferrées sont principalement assumés par l'industrie privée. Ainsi, le transport par camion jouit d'un avantage concurrentiel, ce qui a contribué à la croissance plus rapide du transport par camion par rapport au transport ferroviaire aux États-Unis au cours de la dernière moitié du XX^e siècle (Spychalski & Thomchick, 2009).
- Le facteur d'inégalité entre certains modes de transport et la méthode de livraison « juste-à-temps », puisque la manutention du fret peut entraîner des retards, font grimper les coûts et les risques d'endommagement, de vol et de perte des marchandises.

4.5.3 Inspection et entretien

Responsabilité		Municipales locales et régionales, exploitants de camions
Applicabilité	P, M, G	Applicable aux petites, moyenne set grandes municipalités
Coût	\$\$\$	Les municipalités doivent mettre en place des programmes d'inspection et aménager des sites d'inspection.
Potentiel de réduction des GES	1 - 2	Les programmes d'inspection ont habituellement un plus grand impact sur les émissions atmosphériques polluantes produites par les moteurs à combustion inefficaces ou plus anciens, mais marginale au niveau de la réduction des émissions de GES.
Faisabilité technique	2 - 3	Les municipalités doivent aménager des sites d'inspection et rendre les inspections obligatoires.
Acceptation sociale	3	Les exploitants de camions peuvent s'opposer à cette mesure puisqu'elle peut entraîner des retards et des coûts supplémentaires, mais les avantages sont positifs pour la collectivité.
Échéancier de mise en œuvre	Mise en œuvre immédiate, continue	La mise en place peut être immédiate.
Échéancier de réduction des GES	Court terme	Les programmes d'inspection peuvent contribuer à identifier les déficiences mécaniques, les réparations requises, et optimiser l'efficacité des camions à court terme.

Description

L'inspection et l'entretien périodiques des camions sont essentiels pour détecter de façon efficace les problèmes mécaniques et pour limiter les émissions polluantes non prévisibles associées à ces problèmes. Les inspections des véhicules peuvent être effectuées à des fréquences préétablies, comme dans le cadre du programme AirCare ON-ROAD (ACOR) mis en place en Colombie-Britannique.

Le programme ACOR correspond à un service mobile de détection des émissions excessives de fumée. Il vise à protéger la santé publique en réduisant les émissions. Les experts du programme ACOR vérifient la couleur et l'opacité de la fumée s'échappant des camions. Les véhicules inspectés sont sélectionnés en fonction des observations faites dans la circulation. Une fois intercepté, le camion est vérifié et l'opacité de la fumée émise par le véhicule est mesurée avec exactitude et comparée aux normes établies, soit 40 % ou 55 % selon l'année-modèle du véhicule. Les camions qui ne réussissent pas le test d'opacité doivent être réparés ou revérifiés. Des amendes peuvent aussi être remises aux conducteurs. Le coût total de mise en place du programme en 2000 était de 730 000 \$.

Au Québec, depuis juin 2006, le programme d'inspection et d'entretien des véhicules lourds (programme *PIEVAL*) vise à réduire les émissions de particules produites par les véhicules lourds. Les inspections sont effectuées sur route et à des établissements agréés. Les véhicules qui démontrent des signes d'émissions excessives ou de fumée ou odeur abondante peuvent être sujets à contrôle routier par la *Société de l'assurance automobile du Québec* (SAAQ). Les normes du programme *PIEVAL* sont plus strictes que celles du programme ACOR puisque l'opacité maximale permise est de 30 à 40 % selon l'année-modèle du véhicule.

Mesures incitatives

- Les programmes d'inspection et d'entretien peuvent être offerts ou subventionnés par le gouvernement, comme dans le cas du programme AirCare ON-ROAD.
- Des amendes peuvent être remises aux compagnies et aux conducteurs qui ne se conforment pas aux résultats des tests d'inspection et qui n'effectuent pas les réparations requises.

Avantages et inconvénients

Les avantages offerts par les programmes d'inspection et d'entretien sont notamment les suivants :

- l'inspection et l'entretien effectués une seule fois peuvent réduire les émissions pendant plusieurs déplacements;
- les émissions peuvent être réduites, y compris les particules fines et les émissions de GES;
- la durée de vie utile des véhicules peut être prolongée et les coûts généraux d'entretien peuvent être réduits, sous réserve d'un entretien régulier;
- l'image et la réputation de l'industrie du camionnage s'en trouvent améliorées.

Les inconvénients associés aux programmes d'inspection et d'entretien sont notamment les suivants :

- étant donné la nature aléatoire des vérifications des véhicules, cette méthode n'est pas la plus efficace;
- lorsque seule une inspection visuelle est effectuée pour déterminer si le véhicule doit être vérifié, ce qui est le cas du programme AirCare ON-ROAD, le niveau d'exactitude est moins élevé;

- il est possible de remplacer les pièces défectueuses du moteur par des composantes plus anciennes et moins coûteuses lorsque l'entretien est effectué, ce qui peut produire des émissions plus grandes ou plus néfastes.

Impacts

On estime que le lancement du programme AirCare ON-ROAD en Colombie-Britannique en 2000 a permis la réduction des émissions de particules fines, MP_{10} et $MP_{2.5}$, de 24 %, des émissions d'oxyde d'azote (NOx) de 2 % et des émissions d'hydrocarbures (HC) de 12 %, ce qui correspond à 160, 113 et 99 tonnes respectivement de ces particules (G. W. Taylor Consulting, 2002)

Dans le cas du programme *PIEVAL* du Québec, on estime que la réduction annuelle en termes de particules émises par les camions est de 500 tonnes, et que la réduction des émissions de CO₂ est de 107 000 tonnes (1 % des émissions de GES) (gouvernement du Québec, 2015b).

Contraintes et obstacles liés à la mise en œuvre

- Les programmes d'inspection et d'exécution de la loi peuvent difficilement être appliqués aux véhicules immatriculés à l'extérieur de la province ou du pays.
- Refus des compagnies de transport interceptées pendant une livraison urgente, étant donné le temps supplémentaire qui doit être passé sur la route (coûts d'exploitation plus élevés).



5 Hausser le rendement des systèmes de transport et des conducteurs

Le présent chapitre expose un éventail de mesures généralement conçues pour accroître l'efficacité énergétique des véhicules en déplacement. Ces mesures visent à rendre les voyageurs et les marchandises à leur destination en utilisant le moins possible de combustibles fossiles, tout en évitant, en général, d'augmenter la capacité de l'infrastructure, par exemple en élargissant des autoroutes ou des ponts. Toutefois, contrairement aux mesures ayant pour but d'inciter les voyageurs à adopter des véhicules hybrides ou électriques à meilleur rendement énergétique ou des carburants à faible teneur en carbone, tel qu'analysés au chapitre 6, les mesures comprises dans le présent chapitre reposent sur l'infrastructure. Leur mise en œuvre tombe généralement sous la responsabilité d'organismes gouvernementaux responsables de la construction et de l'exploitation de l'infrastructure. Ces mesures concernent :

- l'accroissement ou l'optimisation de la capacité de l'infrastructure;
- les programmes de changement de vitesse;
- l'optimisation des feux de circulation;
- la régulation des accès;
- la gestion des incidents;
- les mesures de priorité au transport collectif et d'optimisation de l'exploitation du transport collectif;
- la formation sur la conduite éconénergétique.

Les mesures ci-dessus contribuent à réduire les émissions de GES en diminuant la congestion automobile (lorsque la demande d'espace routier par les véhicules dépasse l'offre), les temps d'immobilisation et les départs et arrêts fréquents. Ces situations accroissent la consommation de carburant par les véhicules parce que ceux-ci roulent alors à des vitesses moins qu'optimales (Mott MacDonald Ltd, June 2008).

Toutefois, il convient de noter que cette catégorie d'intervention, à l'exception des mesures donnant la priorité de passage au transport collectif, n'encourage pas le transfert modal. En fait, les mesures de réduction de la congestion éliminent une des principales raisons qui encouragent justement les gens à modifier leur comportement de déplacement. En rendant la conduite plus rapide et plus fluide, les gens peuvent être plus enclins à conduire, et les déplacements en véhicule induits peuvent neutraliser les avantages d'une meilleure efficacité énergétique. En outre, les modes de transport de remplacement, comme le transport collectif et le transport actif, peuvent devenir moins concurrentiels sur le plan du temps de parcours en comparaison des véhicules. Toutefois, étant donné le rôle essentiel de l'infrastructure routière dans les villes, nombre des mesures regroupées sous cette catégorie d'intervention visent à optimiser la capacité et l'utilisation des systèmes existants, maximisant ainsi les avantages et l'utilisation de l'infrastructure de transport existante et des investissements qui ont déjà été faits.

Enfin, puisque les mesures dans cette catégorie d'intervention concernent généralement des améliorations de l'infrastructure, elles sont généralement plus efficaces dans les villes de moyenne et grande taille, où la congestion est un problème constant.

5.1 SYSTÈMES DE TRANSPORT INTELLIGENTS

Nombre des mesures décrites dans le présent chapitre reposent sur l'utilisation des systèmes de transport intelligent (STI). La Société des systèmes de transport intelligents du Canada définit les STI comme « l'application des technologies avancées et émergentes, tel que les ordinateurs, les capteurs, les systèmes de contrôle, de communications et les dispositifs électroniques, dans le transport pour sauver des vies, du temps, de l'argent, de l'énergie et l'environnement ». Les STI comprennent des outils permettant de mettre en œuvre nombre de mesures décrites dans le présent chapitre. Ces outils sont, par exemple :

- les systèmes de détection des véhicules qui utilisent la vidéo, le radar, des magnétomètres et des boucles de détection, pour l'activation des feux de circulation aux intersections, la collecte de données ou la détection avancée des véhicules;
- des outils avancés de gestion de la circulation tel que de nouveaux contrôleurs ATC avec davantage de fonctionnalités de coordination et davantage de souplesse que les vieux appareils NEMA TS1 et TS2 pour le contrôle de la circulation aux intersections;
- des caméras de surveillance vidéo sur les autoroutes, les intersections et les endroits à forte congestion, où un flux vidéo en temps réel est acheminé vers un lieu centralisé afin de permettre la visualisation et la surveillance des conditions de circulation;
- des panneaux à messages variables placés au-dessus des autoroutes ou en bordure des routes pour informer les conducteurs des conditions de circulation, des temps de déplacement, des déviations, etc.;
- des systèmes de répartition assistée par ordinateur et de localisation automatique des véhicules (RAO/LAV), qui permettent aux organismes responsables du transport collectif de suivre leurs véhicules en temps réel et de vérifier le respect des horaires, et aux chauffeurs, de communiquer avec leur centre de répartition;
- des systèmes de signalisation prioritaire pour le transport collectif (SPTC), comprenant du matériel à bord des autobus et aux intersections, qui détectent les véhicules lorsqu'ils s'approchent, avec ou sans effet sur la synchronisation des feux de circulation;
- des systèmes de signalisation prioritaire pour les véhicules d'urgence (SPVU), semblables aux systèmes de SPTC, mais spécifiques aux véhicules d'urgence;
- des systèmes avancés de gestion de la circulation (SAGC), grâce auxquels l'information est collectée de différentes sources et intégrée dans un système centralisé pour pouvoir être visualisée ou analysée dans un centre de gestion de la circulation (CGC);
- des outils de gestion des incidents, comme l'enregistrement en temps réel et centralisé de l'information relative à un événement imprévu affectant la mobilité des véhicules sur les routes ou les niveaux de service du transport collectif.

Ainsi, nombre de composants du système fonctionnant ensemble permettent de gérer l'information en temps réel, de mieux s'adapter aux conditions de circulation et de mobilité, d'accroître la capacité routière et de réguler l'écoulement du trafic. Les STI ne sont pas traités comme des mesures distinctes, car ils ne contribuent pas eux-mêmes à réduire les émissions de GES liées au transport. Par contre, la mise en œuvre d'un STI fait partie intégrante de bon nombre des mesures décrites dans le présent chapitre et peut aider à réduire les émissions de GES.

5.2 OPTIMISER LA CAPACITÉ DE L'INFRASTRUCTURE

Accroître la capacité de l'infrastructure

Responsabilité		Organismes locaux, régionaux et provinciaux.
Applicabilité	P, M, G	Applicable aux agglomérations de toute taille.
Coût	\$\$\$\$ - \$\$\$\$\$	La construction de nouvelles voies ou l'augmentation de la capacité routière sont très coûteuses.
Potentiel de réduction des émissions	1	L'augmentation de la capacité réduit la congestion à court terme, mais n'encourage pas le transfert modal. À moyen et à long terme, le trafic induit mènera à la congestion et annulera les réductions précédentes des émissions de GES.
Faisabilité technique	2	Dépend de la disponibilité d'espace, activités de planification et de construction importantes.
Acceptabilité sociale	3	Les usagers de la route sont généralement favorables à l'augmentation de la capacité, alors que les résidents des quartiers environnants le sont moins.
Moment de mise en œuvre	Court et moyen terme	La planification et la conception peuvent être réalisées rapidement, mais la construction ne débutera probablement qu'à court ou à moyen terme.
Délai de réduction des émissions	Court terme	Permet d'obtenir une réduction des émissions de GES à court terme, mais celle-ci diminuerait à moyen et à long terme à cause du trafic induit.

Gérer la capacité routière de façon dynamique

Responsabilité		Administrations locales et régionales, administrations provinciales des transports.
Applicabilité	P, M, G	Applicable aux agglomérations de toute taille.
Coût	\$\$\$	Nécessite des capteurs de trafic (p. ex. caméras et détecteurs enfouis dans la chaussée), de l'équipement de signalisation et du personnel d'exploitation.
Potentiel de réduction des émissions	1 – 2	L'augmentation de la capacité réduit la congestion à court terme, mais les véhicules sont encore utilisés. À moyen et à long terme, le trafic induit contribuera à la congestion et annulera les gains.
Faisabilité technique	3	Dépend de la disponibilité d'espace (p. ex. accotements).
Acceptabilité sociale	4	Utilise la capacité routière existante.
Moment de mise en œuvre	Immédiat, permanent	Peut être mise en œuvre immédiatement. La gestion est une activité continue.
Délai de réduction des émissions	Court terme	Permet d'obtenir une réduction des émissions de GES à court terme, mais celle-ci diminuerait à moyen et à long terme à cause du trafic induit.

Description

L'augmentation de la capacité routière des routes et autoroutes encombrées peut réduire les ralentissements du trafic et améliorer la mobilité en permettant aux véhicules de se déplacer plus

librement. C'est la raison pour laquelle on recourt souvent à la construction et à l'élargissement de routes et d'autoroutes pour résoudre les problèmes de congestion dans les villes. Or, il faut savoir que les déplacements en véhicule accrus ou induits peuvent annuler les gains réalisés à court terme en matière de fluidité du trafic et de rendement du carburant des véhicules.

Les modifications de l'infrastructure existante peuvent aussi aider à réduire la congestion routière. Des modifications de l'infrastructure, comme les carrefours giratoires plutôt que des intersections à feux de circulation, peuvent aussi aider à réduire les arrêts des véhicules et à rendre la circulation plus fluide. Le trafic entre dans le carrefour comme un flux continu à sens unique autour d'un îlot central, et les conducteurs peuvent le traverser ou en sortir de manière plus fluide que dans une intersection à feux de circulation. Les carrefours giratoires favorisent l'écoulement du trafic davantage aussi que les intersections dotées de voies de virage à gauche. On peut aussi utiliser des panneaux « Cédez le passage » au lieu de panneaux d'arrêt aux intersections afin de réduire le nombre d'arrêts et de départs, là où la vue est parfaitement dégagée.

La qualité de la chaussée peut aussi jouer un rôle dans la fluidité du trafic. Une route accidentée, non seulement réduit le confort et la satisfaction des conducteurs, elle diminue aussi la sécurité des automobilistes et peut accélérer l'usure des véhicules (AASHTO, 2009b). La réfection de la surface d'une route en mauvais état peut réduire la friction, ce qui peut améliorer le rendement des carburants et réduire les émissions de GES (FHWA, Février 2012).

L'optimisation de la capacité de l'infrastructure peut aussi comprendre des initiatives ayant pour but d'utiliser l'infrastructure existante d'autres façons que celles prévues initialement. Par exemple, les mesures de gestion routière en temps réel peuvent créer une capacité routière supplémentaire sur les routes existantes, par exemple en permettant l'utilisation temporaire de l'accotement ou des voies réservées aux véhicules à taux d'occupation élevé qui sont sous-utilisées. Ainsi, au Québec, les autobus de transport collectif peuvent utiliser des sections désignées de l'accotement de l'autoroute 40, un important couloir de circulation est-ouest traversant Montréal, lorsque la vitesse des véhicules dans les voies de circulation normales est inférieure à 50 km/h.

Mesures à encourager

L'optimisation de l'infrastructure comprend la mise en œuvre d'un centre de contrôle de la circulation (CCC) et l'installation de caméras dans les endroits à haute densité de circulation, afin de permettre la visualisation en tout temps du trafic, la détection des événements récurrents et l'observation des effets des mesures d'optimisation de l'infrastructure sur la fluidité du trafic.

Avantage et inconvénients

Les avantages des mesures d'optimisation de la capacité de l'infrastructure sont notamment les suivants :

- une réduction des émissions de GES à court terme en raison de la diminution de la congestion dans les secteurs problématiques;
- les carrefours giratoires peuvent accroître la capacité des intersections et la fluidité du trafic;
- une plus grande capacité routière et une meilleure accessibilité à un endroit peuvent être un stimulateur du développement résidentiel et économique local.

Les inconvénients des mesures d'optimisation de la capacité de l'infrastructure sont notamment les suivants :

- les effets d'îlot de chaleur urbain sont accrus;
- les nouveaux ouvrages routiers pourraient être moins favorables aux modes de transport actif;
- les carrefours giratoires, en particulier ceux de grande capacité, peuvent augmenter la distance que les piétons doivent parcourir pour traverser une intersection;
- les carrefours giratoires nécessitent beaucoup plus d'espace qu'une intersection typique à feux de circulation;
- en général, l'ajout de routes et d'autoroutes rend le trafic plus lisse à court terme, mais peut induire une utilisation accrue de la voiture, annulant les réductions précédentes des émissions de GES.

Incidences

Une des incidences de l'optimisation de l'infrastructure est une réduction du temps de déplacement dans les secteurs encombrés. Par exemple, le projet de la promenade Legacy achevé par le Département des Transports de l'Utah en 2008 a permis de réduire la congestion dans le secteur et de réduire considérablement les émissions de GES. Cette nouvelle autoroute de 22 km à quatre voies offre un itinéraire de rechange au corridor autoroutier le plus encombré dans le secteur, faisant passer de 42 à 16 minutes le temps de déplacement de l'après-midi entre Salt Lake City et Farmington (AASHTO, 2009a). Au Canada, le projet de prolongement de l'autoroute 407 Est actuellement en cours augmentera la capacité dans la direction est-ouest à travers la région de Durham et augmentera la capacité de jusqu'à 6 000 véhicules/heure dans les deux sens.

D'autres types de projets portant sur capacité de l'infrastructure ont aussi permis d'éliminer des bouchons de circulation. L'autoroute West Dodge, un projet d'autoroute surélevée achevé en 2006 au Nebraska, a réduit la congestion à un carrefour traversé par plus de 105 000 véhicules par jour. Le projet consistait en deux sections d'autoroute surélevée d'une longueur de 1,6 km et faisait partie d'un projet de 100 millions de dollars visant à transférer 70 % de la circulation locale vers les nouvelles autoroutes (AASHTO, 2009a).

Le remplacement d'une intersection conventionnelle à feux de circulation ou à panneaux de signalisation par un carrefour giratoire peut réduire la consommation de carburant et les émissions de CO₂. Les estimations indiquent des réductions de 16 à 30 % de la consommation de carburant aux carrefours giratoires par rapport aux intersections conventionnelles (FHWA, February 2012).

La réfection de la surface des routes a aussi un effet sur le rendement global du carburant des véhicules. Dans une étude menée au Missouri au sujet du rendement des véhicules sur les routes avant et après la pose d'un revêtement, les camions à benne à moteur diesel affichaient une moyenne de 5,97 milles au gallon avant la réfection de la chaussée et de 6,11 milles au gallon après. Cette différence représente une amélioration d'environ 2,4 % (FHWA, February 2012). En général, la réduction globale de la consommation de carburant dépend de la longueur des routes rénovées. Il importe toutefois de noter que la réduction de consommation de carburant peut être contrebalancée par les émissions de CO₂ dégagées par la construction de la route elle-même et par la consommation d'énergie nécessaire pour effectuer les travaux.

Malgré la preuve que l'accroissement de la capacité de l'infrastructure peut réduire la congestion à court terme, les réductions globales de GES à long terme peuvent en réalité être minimales ou même négatives. Une plus grande capacité routière et une circulation plus fluide à court terme tendent à

induire davantage de déplacements par véhicule. Des études ont confirmé que l'élasticité moyenne à long terme du kilométrage des véhicules par rapport à la surface routière est d'environ 0,73. Pour chaque 1 % d'augmentation de la surface routière, le kilométrage augmente donc de 0,73. Comme il est plus facile de conduire, davantage de personnes choisiront à long terme de le faire et contribueront éventuellement à l'encombrement à l'avenir (Ewing, Bartholomew, Winkelmann, Walters, & Chen, 2007).

Le kilométrage induit sur une route élargie dépend aussi du niveau de congestion précédent. L'augmentation de la capacité dans un secteur qui n'était pas encombré a peu ou pas d'effet sur le kilométrage parce que toutes les personnes qui souhaitent prendre leur voiture pouvaient déjà le faire sans grande restriction. À l'inverse, l'augmentation de la capacité dans un secteur fortement encombré y poussera le kilométrage à la hausse (Ewing, Bartholomew, Winkelmann, Walters, & Chen, 2007). Les personnes que la congestion décourageait auparavant de conduire peuvent décider de recommencer à le faire une fois la route désengorgée. Par exemple, la

Figure 5-1 illustre la relation entre l'augmentation du kilométrage selon la surface routière ajoutée dans les régions métropolitaines de la Californie. Elle montre que les régions de la baie de San Francisco, de Los Angeles et de San Diego affichaient les plus fortes augmentations du kilométrage, à cause de la forte congestion et de la demande latente de déplacement en véhicule.

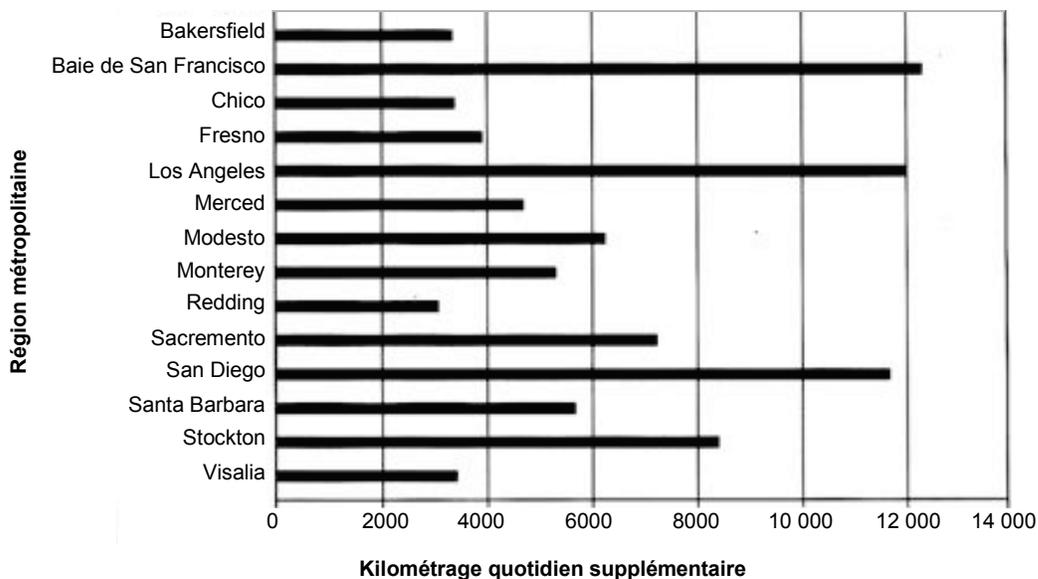


Figure 5-1 Augmentation du kilométrage par surface routière ajoutée en Californie

Contraintes et obstacles à la mise en œuvre

- La plupart des mesures liées à l'accroissement de la capacité routière relèvent de la compétence provinciale.
- Il faut de l'espace autour d'une intersection pour construire un carrefour giratoire, en comparaison des panneaux d'arrêt quatre sens et des feux de circulation.
- L'ajout de voies de circulation nécessite de l'espace disponible à même les terrains adjacents.

5.3 GESTION ET RESPECT DES LIMITES DE VITESSE

Responsabilité		Administrations locales et régionales, administrations provinciales des transports.
Applicabilité	P, M, G	Applicables aux agglomérations de toute taille.
Coût	\$\$ - \$\$\$	Varie selon que le contrôle de la vitesse est statique, variable ou dynamique (en ordre croissant de coûts).
Potentiel de réduction des émissions	3 - 4	Peut réduire la congestion, mais n'encourage pas le transfert modal.
Faisabilité technique	2 - 3	Varie selon que le contrôle de la vitesse est statique, variable ou dynamique; nécessite des systèmes de contrôle de complexité croissante.
Acceptabilité sociale	2 - 3	Les conducteurs peuvent bénéficier d'une réduction des temps de déplacement et de la congestion, mais les mesures coercitives (p. ex. les billets de contravention) ne sont généralement pas appréciées.
Moment de mise en œuvre	Immédiat	Peut être mise en œuvre immédiatement.
Délai de réduction des émissions	Court terme	Permet de réduire les émissions de GES à court terme.

Description

La gestion et le respect des limites de vitesses de déplacement des véhicules peut réduire les émissions de GES en diminuant la consommation de carburant de deux façons. D'abord, la recherche démontre que les véhicules qui se déplacent à une vitesse constante consomment moins d'énergie que ceux qui accélèrent et ralentissent constamment c'est-à-dire les arrêts-départs fréquents dans les embouteillages. Les véhicules qui sont arrêtés ou qui roulent lentement dans un trafic dense consomment de l'énergie pour parcourir très peu de distance. À l'inverse, les véhicules qui se déplacent à grande vitesse consomment plus d'énergie selon la distance parcourue à cause de la traînée aérodynamique, voir le paragraphe suivant. Des pertes d'efficacité résultent aussi de l'accélération et du freinage des véhicules. La recherche a démontré que la vitesse de déplacement optimale des automobiles, du point de vue des émissions, se situe autour de 72 à 80 km/h (AASHTO, 2009a; Barth & Boriboonsomsin, 2008).

La traînée aérodynamique augmente avec le carré de la vitesse, ainsi la résistance se multiplie par quatre alors que la vitesse de déplacement double en passant de 50 à 100 km/h. Aux vitesses de déplacement sur les autoroutes, c'est-à-dire 90 km/h et plus, la traînée aérodynamique est un facteur important de la consommation d'énergie et de carburant des véhicules (Barth & Boriboonsomsin, 2008).

Du point de vue d'un organisme public, la gestion des limites de vitesses de déplacement et des vitesses maximales des véhicules, ou des politiques de contrôle de la vitesse, peuvent être instaurés au moyen de la réglementation et de l'application de la loi. Ces mesures sont notamment les suivantes :

- l'abaissement des limites maximales de vitesse pour tous les véhicules;

- l'instauration de limites de vitesse variables dans les secteurs encombrés, afin d'adapter dynamiquement les limites de vitesse. En ajustant dynamiquement les limites de vitesse à la baisse près d'un secteur encombré, les véhicules sont essentiellement répartis sur la route et retenus de s'engager dans ce secteur en attendant que l'embouteillage se résorbe. Le matériel de STI, comme les boucles de détection ou les autres systèmes de détection des véhicules, capte les variations de la vitesse des véhicules sur la route ou l'autoroute et, lorsque combiné à la détection en temps réel du trafic, peut abaisser dynamiquement la limite de vitesse. Les conducteurs sont alors informés de la limite de vitesse en vigueur ou des changements de la limite de vitesse par des panneaux à messages variables ou d'autres composants de STI placés à des endroits appropriés dans le couloir;
- Le contrôle du respect des limites de vitesse au moyen de la surveillance radar par les services policiers ou de radars photo automatiques aux intersections et sur les autoroutes;
- L'obligation d'activer les limiteurs de vitesse électroniques intégrés des camions lourds²⁸. En 2013, seuls l'Ontario et le Québec se sont dotés d'une loi obligeant les chauffeurs de camions lourds à activer le limiteur de vitesse de leur véhicule à une vitesse maximale de 105 km/h.



Panneau à affichage variable de la limite de vitesse en Pennsylvanie



Système à vitesse variable sur l'Autoroute à péage du New Jersey

Il est à noter que l'optimisation de l'aérodynamique des véhicules, c'est-à-dire la surface transversale, la forme, l'écoulement de l'air sous le véhicule, etc., peut réduire la traînée aérodynamique (voir le chapitre 6 sur la technologie des véhicules et des carburants pour plus de détails).

Mesures à encourager

- Des mesures de régulation de la vitesse se rattachant à l'infrastructure peuvent être mises en œuvre par les organismes locaux, régionaux et provinciaux responsables du transport routier;
- On peut aussi recourir aux limites de vitesse variables lorsque l'état de la chaussée se détériore à cause du mauvais temps, afin d'inciter les conducteurs à ralentir et à réduire le risque d'accident;
- Envisager de réglementer les limiteurs de vitesse des camions à 105 km/h.

Avantages et inconvénients

Les avantages des mesures de régulation de la vitesse sont notamment les suivants :

²⁸ Les limiteurs de vitesse électroniques font partie de l'équipement de série de la majorité des camions lourds construits depuis le milieu des années 1990. Toutefois, l'activation du dispositif est laissée au choix de l'acheteur (Transports Canada, 2013).

- un rendement accru du carburant des véhicules et une réduction des émissions de GES en raison de la diminution de la fréquence des accélérations et des ralentissements sur les routes;
- une amélioration de la sécurité routière et une réduction éventuelle du nombre et de la gravité des accidents de la route. Les vitesses inappropriées et excessives sont des facteurs importants de l'occurrence et de la gravité des accidents de la route dans les pays de l'OCDE (OCDE, 2003).

Les mesures de régulation de la vitesse ont notamment l'inconvénient suivant :

- Peut augmenter le temps de déplacement.

Incidents

La régulation de la vitesse dans le but d'éviter les embouteillages, les accélérations ou les décélérations améliore la fluidité globale du trafic. La recherche montre qu'une voiture coincée dans un embouteillage dégage davantage de GES par kilomètre qu'une autre se déplaçant à vitesse constante. La recherche a montré que la vitesse de déplacement optimale des automobiles, du point de vue des émissions, se situe autour de 72 à 80 km/h (AASHTO, 2009a; Barth & Boriboonsomsin, 2008).

De la même façon, la réduction des limites maximales de vitesse des autobus de transport public de 120 km/h à 105 km/h se traduirait par une réduction de 20,9 % de leur consommation de carburant. L'abaissement de la limite maximale de vitesse de ces véhicules de 105 km/h à 90 km/h diminuerait leur consommation de carburant d'environ 15 % (Research and Traffic Group, 2000).

Des études effectuées pour Transports Canada ont estimé qu'une exigence fédérale obligatoire de limiter la vitesse des camions lourds à 105 km/h pourrait entraîner une diminution de 1,4 % de la consommation de carburant diesel, d'après les schémas de déplacement des camions lourds dans toutes les provinces en 2006. Les réductions annuelles de GES qu'entraînerait une telle mesure ont été estimées à 0,64 MT. Le camionnage en Ontario, au Québec et en Alberta compterait pour environ 83 % des économies de carburant, d'après les schémas de déplacement des camions dans ces provinces (Transports Canada, 2013).

Une recherche effectuée par l'Université de la Californie (à Riverside) a démontré que les trois mesures suivantes pourraient réduire les émissions de CO₂ sur les autoroutes de Los Angeles de 7 à 12 % et même jusqu'à 30 %, lorsque combinées. (Greene, Baker, & Plotkin, 2011) :

- **Atténuation de la congestion** : régulation des accès, gestion des incidents et information en temps réel, tarification en fonction de la congestion.
- **Gestion de la vitesse** : contrôle du respect des limites de vitesse, adaptation des limites de vitesse en temps réel.
- **Régularisation de la congestion (ou lissage du trafic)** : limites de vitesse variables, limites de vitesse gérées dynamiquement, tarification en fonction de la congestion.

Contraintes et obstacles à la mise en œuvre

- Contrôle du respect de la nouvelle réglementation sur la vitesse par les voyageurs, nécessitant à la fois de l'éducation et l'application des règlements;
- Réticence de l'industrie du camionnage à adopter les limiteurs de vitesse;
- Besoin d'investissements et d'intégration des systèmes de surveillance et de contrôle de la vitesse dans l'infrastructure existante.

5.4 OPTIMISATION DES FEUX DE CIRCULATION

Responsabilité		Administrations locales et régionales.
Applicabilité	P, M, G	Applicable aux agglomérations de toute taille.
Coût	\$ - \$\$\$	Les coûts sont liés aux études, à la modélisation et à la programmation, mais certaines intersections peuvent nécessiter une modernisation des systèmes de contrôle des feux de circulation.
Potentiel de réduction des émissions	2 - 3	Peut améliorer l'écoulement du trafic, mais ne stimule pas le transfert modal.
Faisabilité technique	4 - 5	Planification et programmation.
Acceptabilité sociale	5	Les incidences sur les utilisateurs finals sont généralement positives.
Moment de mise en œuvre	Immédiat, permanent	Peut être mise en œuvre immédiatement et est une activité permanente.
Délai de réduction des émissions	Court terme	Permet d'obtenir une réduction des émissions de GES à court terme, mais celle-ci diminuerait à moyen et à long terme à cause du trafic induit.

Description

L'optimisation des feux de circulation cherche à réduire les arrêts et départs de véhicules aux intersections à feux de circulation et permet aux véhicules de se déplacer à une vitesse plus constante (trafic plus régulier) dans un couloir routier. Pour les mêmes raisons que celles indiquées à la section portant sur la régulation de la vitesse, un écoulement plus régulier du trafic peut diminuer les émissions de GES des véhicules.

La réduction des embouteillages dans un couloir nécessite une analyse du mouvement des véhicules. Des études de circulation sont normalement effectuées pour évaluer les débits de véhicules, les temps de déplacement dans un couloir et les besoins particuliers d'une intersection tel que feux et voie de virage à gauche, comptages des virages à droite.

L'optimisation des feux de circulation suppose les mesures suivantes :

- l'optimisation de la régulation du trafic aux intersections effectuée au moyen d'essais en simulation utilisant des données relatives au trafic réel;
- la coordination et la synchronisation des feux de circulation dans les principaux couloirs, de manière à réduire les arrêts et d'accroître la distance parcourue dans un intervalle donné;
- des contrôles des feux de circulation ajustés en fonction d'un calendrier ou de périodes de pointes du matin et de l'après-midi et des heures creuses ou encore directionnel;
- l'utilisation de systèmes de transport intelligents (STI) pour la gestion en temps réel des intersections (mesures donnant la priorité de passage aux véhicules d'urgence ou aux véhicules de transport collectif). Ces mesures permettent une meilleure intégration du déplacement des véhicules d'urgence ou de transport collectif dans un couloir, tout en permettant aux autres véhicules de maintenir des vitesses de déplacement plus régulières qu'elles ne pourraient l'être sans ces mesures.

Les couloirs de circulation peuvent s'étendre sur plus d'un territoire de compétence et être gérés par différents services de la circulation. Une coordination entre ces services en ce qui concerne les feux de circulation est essentielle pour assurer un écoulement régulier du trafic dans le secteur.

Avantages et inconvénients

Les avantages des mesures d'optimisation des feux de circulation sont notamment les suivants :

- l'optimisation de la régulation et de la synchronisation assure une intervention adaptée à la demande de trafic aux intersections;
- une réduction du nombre d'accidents, car le trafic s'écoule à un rythme naturel (plutôt que marqué par des départs et arrêts fréquents);
- une réduction du nombre effectif d'intersections à feux de circulation lorsque celles-ci sont rapprochées;
- une réduction ou même la suppression du besoin d'accroître la capacité routière.

Les inconvénients des mesures d'optimisation des feux de circulation sont notamment les suivants :

- La synchronisation des feux de circulation le long d'un axe assure un meilleur écoulement dans le sens du programme prédéfini pour l'heure de pointe, mais peut diminuer la fluidité des autres déplacements;
- L'optimisation pour les véhicules peut rendre les autres modes, comme le cyclisme, moins efficaces en raison des différentes vitesses moyennes de déplacement.

Incidences

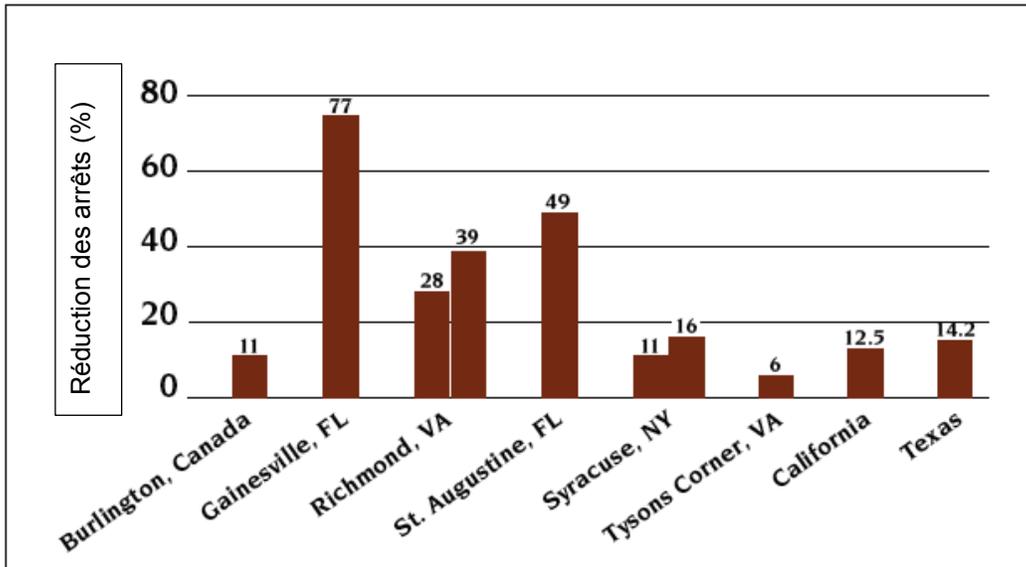
L'optimisation de la synchronisation des feux de circulation comprend des outils pour mieux gérer le débit de véhicules, réduire le nombre d'arrêts aux feux rouges que rencontrent les conducteurs et, par conséquent, diminuer la marche au ralenti et les accélérations.

Comme l'illustre la Figure 5-2, des études faites par l'USDOT/RITA dans six villes nord-américaines et deux états américains ont montré que la synchronisation des feux de circulation donnait lieu à une réduction globale du nombre d'arrêts sur un itinéraire donné (USDOT/RITA, 2008).

Des études de modélisation pour cinq villes des États-Unis ont montré que l'optimisation des feux de circulation pouvait donner lieu à des réductions des émissions des véhicules allant de peu importantes à jusqu'à 222 % (USDOT/RITA, 2008).

Une recherche effectuée par le ministère des Transports du Québec (MTQ) a indiqué que la synchronisation des feux de circulation pouvait réduire la consommation de carburant de jusqu'à 17 % (MTQ, 2013). La Ville de Toronto, dans le cadre de son plan de gestion de la congestion pour 2014-2018, a récemment examiné ses plans de synchronisation dans six couloirs comportant 250 intersections à feux de circulation en 2014. Le temps d'attente total aux intersections a pu être réduit de 4 à 18 %, ce qui a entraîné une réduction de la consommation de carburant et des émissions de GES d'entre 1 et 7 % dans chaque couloir (Ville de Toronto, 2014).

Figure 5-2 Réductions des arrêts grâce à la synchronisation des feux



L'optimisation des feux de circulation peut rendre la conduite plus sécuritaire. Des études donnent à penser que la coordination des feux de circulation peut réduire le nombre de collisions par l'arrière (OCDE, 2003). Toutefois, l'augmentation de la vitesse globale des véhicules peut accroître le risque d'accidents graves dans le même couloir (OCDE, 2003).

Contraintes et obstacles à la mise en œuvre

La mise en œuvre des mesures énumérées ci-dessus pourrait nécessiter l'ajout de contrôleurs de la circulation et d'armoires de contrôleur de la circulation ou l'installation de nouveau matériel au sein de l'équipement de contrôle de la circulation existant. Les contraintes de compatibilité entre le matériel nouveau et le matériel existant peuvent nécessiter des études ou des analyses supplémentaires.

5.5 RÉGULATION DES ACCÈS

Responsabilité		Administrations locales et régionales, administrations provinciales des transports.
Applicabilité	M, G	Probablement applicable uniquement aux agglomérations de taille moyenne ou grande où la congestion autoroutière est un problème.
Coût	\$\$ - \$\$\$\$	Nécessite une infrastructure de signalisation et de l'espace pour les bretelles.
Potentiel de réduction des émissions	3 – 4	A peu d'incidence sur le transfert modal, les avantages liés au désengorgement des autoroutes sont annulés par les inconvénients liés à la marche au ralenti des moteurs et à l'accélération des véhicules à la sortie des bretelles.
Faisabilité technique	3 – 4	Nécessite une infrastructure de signalisation et de l'espace pour les bretelles.
Acceptabilité sociale	2 – 3	L'attente dans les bretelles peut causer des débordements du trafic dans les quartiers voisins, ne comporte des avantages que pour les conducteurs circulant déjà sur l'autoroute.
Moment de mise en œuvre	Immédiat	Peut être mise en œuvre immédiatement.
Délai de réduction des émissions	Court terme	Permet d'obtenir une réduction des émissions de GES à court terme, mais celle-ci diminuerait à moyen et à long terme à cause de la circulation induite.

Description

La régulation des accès comprend différentes méthodes pour gérer et contrôler le nombre et la fréquence des véhicules qui s'engagent sur une autoroute à partir d'une bretelle ou d'un autre type d'accès. Elle vise à maintenir la fluidité de la circulation sur l'autoroute, où passe la majorité du trafic.

La régulation des accès peut comprendre :

- la fourniture et l'installation de feux de circulation rouge-vert ainsi qu'une signalisation indicative installée dans la bretelle ou avant celle-ci, permettant le passage d'un véhicule ou d'un nombre prédéterminé de véhicules durant chaque cycle de feu vert. Cela crée un intervalle fixe (de 4 à 15 secondes) entre les véhicules et réduit le nombre de véhicules s'engageant sur l'autoroute au même moment (Département des Transports de l'État de Washington);
- un taux d'entrée géré dynamiquement selon les niveaux de congestion d'une autoroute.



Figure 5-3 Régulateur d'accès installé à Milwaukee, au Wisconsin

Source de l'image : Wikipedia

Avantages et inconvénients

Les avantages des mesures de régulation des accès sont notamment les suivants :

- réduction de la congestion et des ralentissements sur des segments d'autoroute;
- possibilité de diminuer le nombre d'accidents causés par les véhicules s'engageant sur l'autoroute (FHWA, February 2012).

Les inconvénients des mesures de régulation des accès sont notamment les suivants :

- possibilité de création de files de véhicules et de marche au ralenti des moteurs des véhicules dans la bretelle d'attente, et risque de débordement dans les rues et quartiers voisins;
- les automobilistes qui circulent déjà sur l'autoroute sont avantagés par rapport à ceux qui attendent de s'y engager, en particulier ceux qui se trouvent près des centres-villes. Cela peut favoriser l'utilisation des autoroutes par les usagers de la route résidant dans des endroits moins centraux, c'est-à-dire encourager l'étalement urbain. (FHWA, February 2012);
- alors que le rendement du carburant des véhicules peut s'améliorer sur l'autoroute, la consommation de carburant et les émissions augmentent dans le cas des véhicules qui attendent dans la bretelle, puis accélèrent.

Incidences

Une étude de 27 goulots d'étranglement sur des autoroutes des environs de Minneapolis et de Saint Paul, au Minnesota, a permis de constater que la gestion des accès avait accru la capacité véhiculaire en retardant l'apparition du goulot ou en l'éliminant tout simplement, augmentant ainsi le débit de véhicules sur l'autoroute et par conséquent la vitesse et la fluidité du trafic (Levinson, 2010).

Comme il a été décrit ci-dessus, la réduction de la congestion sur une autoroute permet d'accroître l'efficacité énergétique et de réduire les émissions que dégagent les véhicules qui y circulent. Toutefois, la diminution de la congestion peut augmenter la vitesse globale des véhicules, induire une demande de véhicules et annuler la réduction des émissions de GES. Les véhicules dont le moteur tourne au ralenti dans les bretelles, puis accélère rapidement sur l'autoroute peuvent aussi augmenter la consommation de carburant et les émissions de GES (FHWA, February 2012). Le bilan net de la consommation de carburant et des émissions de GES est probablement particulier à chaque cas et nécessite une étude plus approfondie.

Contraintes et obstacles à la mise en œuvre

- La disponibilité d'espace pour la régulation des accès doit être telle que la formation de files d'attente dans la bretelle n'entrave pas les intersections en amont.

5.6 GESTION DES INCIDENTS

Responsabilité		Administrations locales, organismes d'intervention en cas d'urgence, exploitants de dépanneuses.
Applicabilité	P, M, G	Applicables aux agglomérations de toute taille.
Coût	\$\$ - \$\$\$	Nécessite une collaboration entre organismes et l'élaboration de procédures de gestion des incidents, ainsi que la surveillance des conditions de circulation (p. ex. caméras).
Potentiel de réduction des émissions	3 - 4	Élimine plus rapidement les goulets d'étranglement et la congestion.
Faisabilité technique	3 - 4	Nombre d'organismes pratiquent déjà la gestion des incidents, les améliorations exigent des efforts de leur part pour coordonner plus efficacement les interventions.
Acceptabilité sociale	5	Rend plus rapides, plus sécuritaires et plus efficaces les pratiques d'intervention existantes en cas d'incidents ou d'accidents.
Moment de mise en œuvre	Immédiat	Peut être mise en œuvre immédiatement.
Délai de réduction des émissions	Court terme	Permet de réduire les émissions de GES à court terme.

Description

La gestion des incidents est un effort systématique de plusieurs organismes visant à améliorer et à faciliter le règlement des incidents sur les autoroutes, tels que (Département des Transports du Tennessee, 2003) :

- les collisions et accidents de véhicules;
- les véhicules en panne ou abandonnés;
- les débris obstruant les voies;
- tout autre type d'événement prévu ou imprévu perturbant l'écoulement du trafic sur les routes et autoroutes.

Les types d'événements peuvent avoir une incidence importante sur la fluidité du trafic. Les incidents peuvent réduire la capacité routière de la voie de circulation dans laquelle ils surviennent et augmenter les risques d'accident supplémentaire lorsque les conducteurs freinent brusquement à cause de l'obstruction soudaine, par curiosité ou par préoccupation au sujet de l'événement routier. La gestion rapide des incidents vise à enlever plus rapidement les obstacles sur la chaussée, afin de libérer les voies de circulation et d'éviter la distraction des conducteurs.

La gestion des incidents peut être améliorée grâce aux moyens suivants :

- le suivi en temps réel des incidents en ce qui concerne leur emplacement, leur nature et tout ajustement nécessaire localement pour limiter leurs incidences sur les autres usagers;
- la diffusion de l'information aux usagers, tels que les panneaux à messages variables et les messages radio, leur permettant de choisir leur itinéraire de rechange selon la situation;
- la mise en œuvre de mécanismes de surveillance, comme des algorithmes de détection, des systèmes d'appels gratuits par téléphone cellulaire, des caméras de surveillance et des services de patrouille.

Enfin, la gestion des incidents nécessite généralement une coordination étroite des participants éventuels aux interventions lors des incidents et à la remise en état ultérieure des lieux, soit notamment :

- les premiers répondants des services de police, d'incendie et de communications d'urgence;
- les exploitants des services de remorquage et de dépannage;
- les intervenants lors d'incidents mettant en cause des matières dangereuses;
- les journalistes et observateurs de la circulation;
- les sociétés de services d'utilité publique;
- les organismes des travaux publics.

Mesures à encourager

Organismes locaux et régionaux

- établir un plan d'action interorganismes comportant des objectifs clairs en matière de sécurité routière;
- promouvoir la collaboration et la coordination interorganismes;
- établir un centre de gestion du transport et des incidents.

Avantages et inconvénients

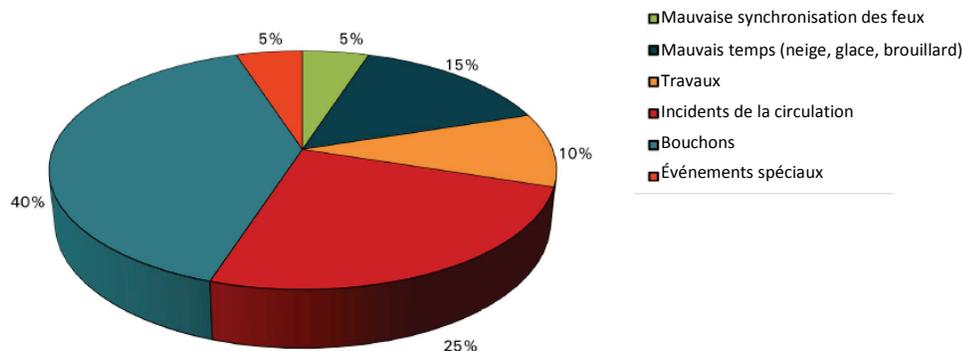
Les avantages des mesures de gestion des incidents sont notamment les suivants :

- elles permettent des interventions plus rapides grâce à la détection et à la gestion en temps réel des incidents;
- elles limitent l'incidence et la durée de la congestion à proximité d'un incident;
- elles améliorent la sécurité globale des voyageurs et des intervenants;
- elles nécessitent généralement peu d'investissements en immobilisations, car il faut davantage de coordination que de matériel pour améliorer la gestion des incidents;
- elles maximisent la capacité de l'infrastructure routière existante et des services d'intervention en cas d'urgence sans devoir faire de nouveaux investissements importants.

Incidences

En 1986, une étude menée par la FHWA a conclu que 61 % des ralentissements de la circulation sur les autoroutes urbaines étaient causés par des incidents (Lindley, 1986). Toutefois, des études plus récentes indiquent que les incidents seraient plutôt responsables d'entre 25 % et 50 % de ces ralentissements (Texas Transportation Institute, 2002; Chin, 2004). La Figure 5-4 illustre les sources relatives de congestion (Chin, 2004).

Figure 5-4 Sources relatives de congestion



(Source: Chin et al., *Temporary Losses of Highway Capacity and Impacts on Performance*, prepared for FHWA, 2004, http://www.cta.ornl.gov/cta/Publications/Reports/ORNLTM_2004_209.pdf.)

À une plus petite échelle, une étude d'URS a démontré l'incidence de la composante de gestion des incidents du système de transport intelligent NaviGator mis en œuvre à Atlanta, en Géorgie. L'étude, menée entre mai 2003 et avril 2004, a permis de confirmer que le système avait réduit la durée moyenne des incidents de 45,9 minutes, soit une économie d'environ 7,2 millions de véhicules-heures ou de quelque 6,8 millions de gallons d'essence liés aux ralentissements attribuables à des incidents (URS, 2006).

Contraintes et obstacles à la mise en œuvre

- Collaboration et coordination entre organismes : planification des interventions lors des incidents, une coordination et des procédures doivent être établies et convenues par les différents organismes qui doivent intervenir lors des incidents. En particulier, il faut déterminer l'organisme à contacter et répartir clairement les tâches et les responsabilités selon le type d'incident.

5.7 MESURES DE PRIORITÉ AU TRANSPORT COLLECTIF

Responsabilité		Organismes responsables du transport collectif, administrations locales.
Applicabilité	P, M, G	Applicables aux agglomérations de toute taille
Coût	\$ - \$\$\$	Peuvent nécessiter l'ajout de voies pour autobus, nécessite de l'équipement de STI.
Potentiel de réduction des émissions	2	Diminuent la consommation de carburant par la flotte de véhicules de transport collectif, jouent un rôle dans l'amélioration du rendement global du système de transport collectif et encouragent le transfert modal.
Faisabilité technique	2 – 3	Études nécessaires, besoins d'espace, mise en œuvre de l'équipement de STI.
Acceptabilité sociale	3 - 4	Incidences positives sur les usagers du transport collectif, les autres usagers de la route peuvent subir des ralentissements accrus.
Moment de mise en œuvre	Immédiat	Peuvent être mises en œuvre immédiatement.
Délai de réduction des émissions	Court terme	Permettent de réduire les émissions de GES à court terme.

Description

Les mesures de priorité au transport collectif comprennent toute une série de mesures portant sur les infrastructures et ayant essentiellement pour but d'améliorer les temps de déplacement et la fiabilité du service de transport collectif (TCRP, 2008) Les mesures d'optimisation ne reposant pas sur l'infrastructure et ayant pour but d'améliorer les temps de déplacement et la fiabilité sont analysées à la section portant sur le transport collectif, **chapitre 4, 4.2.1**. L'utilisation du transport collectif est fortement influencée par le temps de déplacement par rapport à l'automobile. Par conséquent, l'amélioration des temps de déplacement et de la fiabilité du transport collectif est un facteur essentiel dans l'encouragement du transfert modal.

Exemples de mesures de priorité au transport collectif :

- création de voies réservées pour les autobus ou les véhicules à taux d'occupation élevé;
- instauration d'une signalisation prioritaire pour le transport collectif (SPTC) aux intersections ou préemption des feux de circulation;
- création de voies d'évitement de file d'attente sur les artères ou les autoroutes.

Mesures à encourager

- Les organismes provinciaux peuvent accorder des incitatifs ou des subventions pour la mise en œuvre de mesures de priorité au transport collectif, par exemple en finançant des analyses de la circulation, le suivi de l'utilisation des véhicules de transport collectif, l'équipement de signalisation et d'autres éléments d'infrastructure. Par exemple, au Québec, le Programme d'aide gouvernementale au transport collectif de personnes offre des subventions pouvant couvrir jusqu'à

100 % des coûts de tous les travaux d'infrastructure liés à des mesures d'optimisation du transport collectif par autobus.

- Les organismes provinciaux et locaux peuvent offrir des voies réservées aux autobus, des voies d'évitement de file d'attente pour les autobus et une signalisation prioritaire pour le transport collectif aux intersections sur leur propre réseau d'artères et d'autoroutes.

Avantages et inconvénients

Les avantages des mesures d'optimisation de l'exploitation du transport collectif sont notamment les suivants :

- des temps de déplacement plus courts pour les véhicules de transport collectif utilisant des voies réservées (autobus, taxis et autres véhicules à taux d'occupation élevée);
- une fiabilité accrue du transport collectif;
- des temps de déplacement plus courts pour les véhicules de transport collectif, qui peuvent permettre des dessertes plus fréquentes ou un nombre réduit de véhicules de transport collectif;
- une plus grande satisfaction des clients, si l'utilisation du transport collectif réduit la durée de leurs déplacements quotidiens.

Les mesures d'optimisation de l'exploitation du transport collectif ont notamment l'inconvénient suivant :

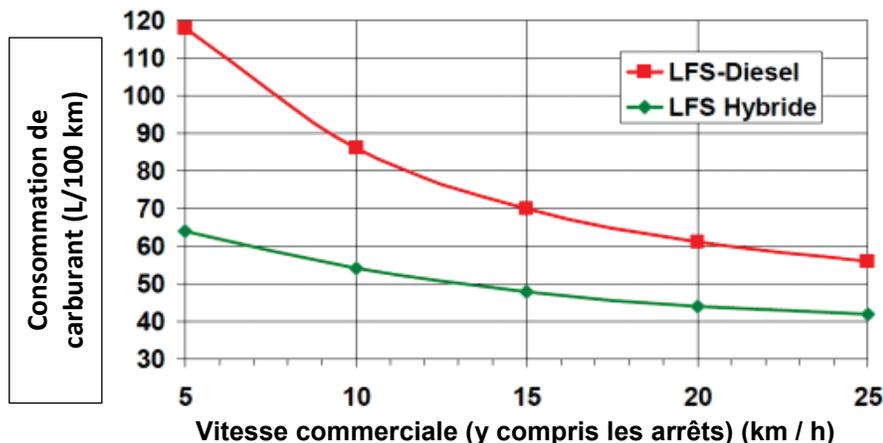
- la SPTC, lorsque mise en œuvre à l'intérieur du cycle normal des feux de circulation, réduit la durée des autres phases, ce qui pourrait créer des ralentissements ailleurs et donner lieu à un trafic croisé.

Incidences

La diminution du nombre d'arrêts qu'effectuent les véhicules de transport collectif accroît leur vitesse commerciale et réduit leur consommation d'essence. La Figure 5-5 illustre les effets de la vitesse de déplacement sur les autobus hybrides et les autobus diesel (STM, 2003).

Figure 5-5 Impacts des vitesses de déplacement des autobus hybrides et diesel

La Ville de Montréal et sa société de transport collectif (la STM) ont évalué les économies de temps que procurent les mesures donnant la priorité de passage aux autobus sur une grande artère de la ville. Elles ont estimé que des réductions totales des temps de déplacement de 10 % et 5 % étaient réalisables avec



des voies réservées et avec l'utilisation de feux de circulation accordant la priorité de passage aux autobus aux intersections, respectivement (STM, 2003). De plus, ces mesures ont porté le taux de ponctualité des véhicules aux arrêts à 95 % et ont réduit le nombre d'autobus nécessaires pour desservir le parcours de 2 autobus par jour.

D'ici 2020, la STM envisage d'intégrer des mesures donnant la priorité de passage aux autobus, comme des voies réservées et des feux de circulation accordant la priorité de passage aux autobus, sur 56 parcours partout dans la ville. Elle estime que les avantages de ces mesures sont notamment (STM, 2003) :

- une réduction du temps de déplacement total d'entre 10 et 20 %;
- une réduction de 4 000 tonnes d'émissions de GES;
- une réduction du besoin de 40 autobus par jour, soit une économie de 15 millions de dollars par année.

Les organismes responsables du transport collectif peuvent utiliser des localisateurs GPS de véhicules reliés à un système central de répartition assistée par ordinateur pour coordonner et optimiser les déplacements des véhicules de transport collectif dans le réseau. C'est ce que fait le service de transport collectif de la ville de Nancy, en France. Ce dernier a étudié des systèmes de communication reliés aux feux de circulation. La détection des véhicules de transport collectif aux intersections déclenchait des feux de priorité au transport collectif ou prolongeait la phase de feu vert. L'étude a constaté que de tels systèmes menaient à une réduction des temps de déplacement en transport collectif, ce qui permettait de réduire le nombre de véhicules nécessaires et les frais d'exploitation pour offrir des niveaux de service de transport collectif comparables (STIF, Juin 2001).

Toutefois, l'utilisation de feux de circulation accordant la priorité de passage aux autobus comporte un inconvénient pour les autres voyageurs. Comme la phase de passage prioritaire des autobus au cours d'un cycle enlève du temps aux autres phases, la durée de ces phases peut diminuer de 2 à 7 secondes, ce qui peut occasionner des temps d'attente plus longs pour les modes de transport autres que le transport collectif (Ville de Montréal, Direction des transports, May 2004).

Pour les trains, une étude menée par GO Transit dans le Grand Toronto sur les véhicules qui ne font d'arrêt qu'à la demande des passagers en dehors des périodes de pointe a constaté une diminution de 11,5 % du nombre d'arrêts. Or, chaque arrêt sauté ferait économiser 15 litres d'essence, soit potentiellement 538 litres par jour et 140 000 litres (ou 0,42 KT de GES) par année, si cette mesure était instaurée (Research and Traffic Group, 2000).

Contraintes et obstacles à la mise en œuvre

- La création de voies réservées peut avoir des incidences sur les autres voyageurs et provoquer des ralentissements et des embouteillages ailleurs.
- Des problèmes de compatibilité peuvent survenir lors de l'ajout de différentes technologies aux flottes et aux intersections existantes.

5.8 PROMOTION DE LA CONDUITE ÉCOÉNERGÉTIQUE

Responsabilité		Organismes locaux, régionaux ou provinciaux, conducteurs.
Applicabilité	P, M, G	Applicable aux agglomérations de toute taille.
Coût	\$ - \$\$\$	Coûts liés aux campagnes de sensibilisation, aux programmes de formation et à la surveillance; dépendent aussi de l'ampleur de la campagne.
Potentiel de réduction des émissions	3 - 4	Les économies individuelles de carburant sont minimes, mais une formation à grande échelle peut mener à des réductions importantes. L'efficacité à long terme dépend de la pratique continue de la part des conducteurs.
Faisabilité technique	4 - 5	Des programmes de formation peuvent être mis en œuvre assez facilement.
Acceptabilité sociale	3	Résistance possible de la part des conducteurs, mais pas de conséquence négative pour les collectivités.
Moment de mise en œuvre	Immédiat, permanent	Peut être mis en œuvre immédiatement.
Délai de réduction des émissions	Court et moyen terme	La conduite éconénergétique a une incidence immédiate sur les émissions de GES, mais son adoption et sa pratique continue par une grande partie de la population peut entraîner des réductions plus importantes à court et à moyen terme.

Description

La conduite écoénergétique est un ensemble de comportements au volant qui réduisent la consommation de carburant des véhicules. Elle peut s'appliquer à tous les conducteurs de véhicules motorisés (camions ou voitures). La conduite éconénergétique suppose un changement d'habitudes en ce qui a trait à l'accélération, au freinage et à la marche au ralenti, afin de réduire la consommation de carburant. Grâce à des programmes de formation, les conducteurs peuvent apprendre des techniques comme l'anticipation des ralentissements et des arrêts afin de réduire les freinages brusques, la diminution de la vitesse de conduite, la limitation de la marche au ralenti et l'utilisation des descentes pour accélérer, ainsi que des techniques de changement d'embrayage lors de la conduite en montée. La conduite écoénergétique comprend aussi des vérifications d'entretien courant des véhicules, comme la vérification de la pression des pneus et l'entretien de base du moteur, pour s'assurer qu'ils fonctionnent de manière optimale.

Les véhicules peuvent aussi être modifiés pour limiter leur vitesse maximale de déplacement, par exemple à 100 ou 105 km/h. Bien que de telles modifications ne permettent pas de contrôler le freinage ou l'accélération, la limitation de la vitesse de déplacement permet tout de même de réduire les émissions globales de GES, se reporter à la 0 pour une analyse des politiques de limitation de la vitesse. On peut aussi recourir aux technologies des véhicules, plutôt que de s'attaquer au comportement des conducteurs, pour limiter la marche au ralenti, voir au chapitre 6 pour une analyse des technologies des véhicules visant à réduire les émissions de GES.

Mesures à encourager

- Des programmes de conduite écoénergétique pour les chauffeurs de camion et de voiture peuvent être offerts ou subventionnés par le gouvernement. Par exemple, en 2009, le gouvernement du Québec a mis sur pied un programme pilote de formation sur la conduite écoénergétique destiné aux entreprises exploitant des autobus scolaires et publics ou œuvrant dans le secteur du camionnage urbain et interurbain.
- Un financement gouvernemental pour l'installation de systèmes de surveillance de la conduite dans les camions ou les véhicules de plus grande taille peut encourager les entreprises à utiliser ces dispositifs, et les conducteurs, à surveiller leurs habitudes.

Avantages et inconvénients

La conduite écoénergétique a notamment l'avantage suivant :

- Réduction de la consommation de carburant et des émissions de GES.

Incidences

Les incidences de la conduite écoénergétique sont limitées et dépendent de la façon dont chaque conducteur intègre de nouvelles habitudes dans sa conduite. Les bonnes pratiques doivent être apprises, mises en pratique et maintenues. Les données sur les incidences des programmes de conduite écoénergétique sont limitées.

L'entreprise de camionnage Transport JE Fortin et l'Office de l'efficacité énergétique ont mis sur pied un projet pilote visant à promouvoir la conduite écoénergétique parmi les chauffeurs de l'entreprise. Au début, une formation a été donnée aux conducteurs afin de les sensibiliser aux incidences de la vitesse, de la marche au ralenti et des accélérations et décélérations soudaines sur la consommation de carburant. Des évaluations de suivi ont montré que les économies de carburant de l'entreprise pourraient être importantes, ce qui l'a poussée à instaurer un système de bonus visant à encourager ses chauffeurs à adopter des habitudes plus écologiques. Selon Transport JE Fortin, ces pratiques ont aidé à réduire la consommation de carburant de l'entreprise de jusqu'à 5 % (Agence de l'efficacité énergétique, 2007).

Contraintes et obstacles à la mise en œuvre

- Les conducteurs doivent constamment mettre en pratique la conduite écoénergétique.
- Étant donné le caractère volontaire de la mesure, ses effets peuvent diminuer au fil du temps.
- La surveillance continue des habitudes de conduite des conducteurs peut être mal perçue par les employés.

6 Encourager l'adoption des technologies de remplacement pour les véhicules et les carburants

Le chapitre qui suit présente les nouvelles technologies créées dans le secteur des moteurs automobiles et des carburants de remplacement pour les véhicules légers, les véhicules de transport collectif et les véhicules lourds afin de réduire la dépendance de ces véhicules aux carburants fossiles et leur consommation de carburants fossiles en tant que source d'énergie pour les transports. Les nouvelles technologies en matière de véhicule et de carburant examinées dans le présent chapitre comprennent les technologies suivantes :

- Encourager l'adoption des technologies de propulsion plus écoénergétiques pour les véhicules légers;
- Implanter les nouvelles technologies pour les véhicules de transport collectif;
- Encourager l'adoption des nouvelles technologies pour les véhicules lourds;
- Utiliser des carburants à faible teneur en carbone.

Les technologies de remplacement dont il est question dans le présent chapitre sont généralement conçues pour améliorer l'efficacité énergétique des véhicules eux-mêmes puisque ce sont des technologies axées sur les véhicules et non sur l'optimisation des systèmes de transport (chapitre 5). Les réductions nettes d'émissions de GES réalisées dépendent également de facteurs externes. Par exemple, on doit déterminer si l'électricité utilisée pour alimenter les véhicules électriques provient de régions où la quantité de combustibles fossiles utilisée pour produire l'électricité est faible ou nulle. De plus, l'adoption de certaines technologies véhiculaires dépend de la demande des consommateurs et du soutien fourni par l'industrie automobile. Les organismes locaux et régionaux peuvent promouvoir l'adoption de ces nouvelles technologies par la mise en place de règlements, de politiques et d'initiatives d'information.

6.1 ENCOURAGER L'ADOPTION DES TECHNOLOGIES DE PROPULSION PLUS ÉCOÉNERGÉTIQUES POUR LES VÉHICULES LÉGERS

Responsabilité		Industrie automobile, tous les ordres de gouvernement, les compagnies d'électricité locales
Applicabilité	P, M, G	Toutes les municipalités peuvent encourager l'utilisation de technologies plus efficaces pour la propulsion des véhicules.
Coût	\$\$\$ - \$\$\$\$\$	L'industrie automobile en ce qui concerne la conception et le déploiement des technologies; tous les ordres de gouvernement en ce qui concerne les incitatifs et l'aide financière, les infrastructures et les parcs de véhicules.
Potentiel de réduction des GES	4 – 5	Les technologies automobiles peuvent contribuer à réduire de façon significative les émissions de GES. Les véhicules hybrides rechargeables (VHR) et les véhicules électriques (VE) en particulier offrent un très grand potentiel dans les régions où le réseau électrique est moins dépendant des combustibles fossiles.
Faisabilité technique	1 – 3	Les technologies doivent être développées et l'infrastructure de recharge électrique et de carburant doit être déployée.
Acceptation sociale	4 – 5	Les consommateurs peuvent choisir d'adopter les technologies véhiculaires plus efficaces à mesure que ces technologies seront perfectionnées, que les infrastructures de soutien seront déployées à grande échelle et que les avantages financiers seront clairement définis.
Échéancier de mise en œuvre	Immédiatement, continu	Les règlements, les incitatifs financiers et l'infrastructure de soutien peuvent être mis en place de façon immédiate afin d'appuyer le développement continu et l'adoption des nouvelles technologies pour les véhicules légers.
Échéancier de réduction des GES	Moyen à long terme	Une réduction importante des émissions n'est possible qu'à moyen ou long terme étant donné les obstacles qui empêchent actuellement la majorité des consommateurs d'adopter ces technologies et étant donné le faible taux de renouvellement des parcs de véhicules. Toutefois, de nombreuses technologies différentes ont été commercialisées et sont maintenant disponibles dans le commerce.

Description

Les véhicules hybrides et électriques (VHE), les moteurs à combustion interne (MCI) plus compacts et plus écoénergétiques ainsi que les systèmes de transmission évolués font partie des technologies qui peuvent réduire la dépendance des véhicules aux carburants fossiles. La section suivante met principalement l'accent sur les véhicules hybrides et électriques, puisque les organismes locaux et régionaux peuvent appuyer le déploiement de ces technologies en mettant en place des politiques et des règlements ou en déployant ou finançant les infrastructures. Les MCI plus compacts et les systèmes

de transmission évolués²⁹, qui contribuent à réduire le poids des véhicules et à les rendre plus écoénergétiques, ne sont pas visés par cette section puisque les organismes locaux et régionaux ont très peu d'influence sur le perfectionnement de cette technologie.³⁰

Les VHE sont munis d'un MCI et d'un moteur électrique. Le moteur électrique appuie le MCI lorsque le véhicule accélère, fait un dépassement ou gravit des collines. Il est donc possible d'utiliser un MCI plus petit et plus efficace. Le moteur électrique peut être exclusivement utilisé pour la conduite à basse vitesse, soit lorsque le MCI est moins efficace. Dans certains VHE comme le Chevrolet Volt, le moteur électrique est la principale source de propulsion, et le moteur à essence n'est utilisé que pour produire de l'électricité afin de recharger la batterie du véhicule. Les véhicules hybrides rechargeables (VHR) sont semblables aux VHE traditionnels, sauf que la batterie peut être rechargée en branchant le véhicule à une prise électrique.

Les véhicules électriques à batteries (VEB) ne fonctionnent qu'à l'électricité à l'aide de batteries qui sont rechargées lorsque branchées à une prise électrique ou à un poste de recharge. Les VEB n'ont aucun MCI, ils ne produisent aucune émission d'échappement et ils ont une autonomie plus grande en mode électrique que les VHR. Toutefois, en raison de l'état d'avancement de la technologie des batteries, la plupart des VEB ont une autonomie de conduite inférieure à 50% de celles des véhicules hybrides ou traditionnels. Ces véhicules peuvent convenir aux déplacements urbains, mais ils offrent une moins grande flexibilité aux ménages qui ne veulent posséder qu'un seul véhicule.

Les données canadiennes d'enregistrement des VE en ce qui a trait aux VHR et aux VEB indiquent qu'en juin 2015, on dénombrait un peu plus de 14 000 VE immatriculés au Canada (Stevens, 2015). L'électrification du parc de véhicules légers progresse plus rapidement dans trois provinces, soit au Québec, en Ontario et en Colombie-Britannique, où des programmes incitatifs à l'achat de ces véhicules ont été mis en place. Le Tableau 6-1 Nombre total de véhicules électriques immatriculés par province, juin 2015 indique le nombre total approximatif de VE immatriculés dans chaque province.

²⁹ Le moteur est la composante la moins écoénergétique du véhicule et il est responsable d'environ 60 % de sa perte d'énergie (Conseil national de recherches Canada, 2015). Par conséquent, les constructeurs automobiles s'efforcent depuis peu de réduire la taille des moteurs (p. ex., en réduisant la capacité du moteur et le nombre de cylindres) afin de les rendre plus écoénergétique. Les moteurs plus compacts sont plus légers que les moteurs traditionnels, ce qui réduit le poids des véhicules, améliore la consommation d'essence et augmente l'efficacité du moteur. Même si les MCI plus compacts peuvent être moins puissants, les constructeurs automobiles peuvent compenser cette perte de puissance ou améliorer l'efficacité du moteur en ajoutant un dispositif de charge additionnelle (p. ex., un turbocompresseur), en utilisant des technologies d'injection directe ou en utilisant de nouveaux matériaux et enduits. De plus, des gains d'efficacité peuvent être réalisés grâce à l'utilisation des technologies de transmission perfectionnées. Les constructeurs automobiles peuvent augmenter le nombre de vitesses de marche avant d'un véhicule ou ajouter une transmission à variation continue (CVT) pour permettre au moteur de fonctionner plus efficacement sur une plus vaste gamme de vitesses de roulement. De même, les transmissions manuelles automatisées (TMA) et les boîtes de vitesses à double embrayage permettent une plus grande efficacité du moteur et une moins grande consommation d'essence. D'autres concepts de transmission perfectionnés sont aussi utilisés, notamment les enduits à faible coefficient de frottement et résistant à l'usure, ainsi que les technologies de fabrication reposant sur la métallurgie des poudres de haute résistance et de haute densité pour l'engrenage et d'autres composantes du groupe motopropulseur.

Pour un complément d'information sur les progrès réalisés dans le domaine des MCI plus écoénergétiques et des transmissions évoluées, veuillez consulter les pages ci-dessous :

- Conseil national de recherches Canada - <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/solutions/collaboration/tpv.html>
- Car and Driver - <http://www.caranddriver.com/features/the-future-of-the-internal-combustion-engine>
- Ressources naturelles Canada - <http://www.rncan.gc.ca/energie/efficacite/transports/voitures-camions-legers/achats/16771>
-

³⁰ Les administrations locales et régionales peuvent contribuer au déploiement de ces technologies en intégrant ces véhicules à leurs propres parcs de véhicules légers et lourds ou en incluant des exigences connexes dans les processus d'acquisition de services. Toutefois, une évaluation attentive des différentes technologies offertes par les VHE, les VHR et les VEB devra être effectuée afin d'en déterminer l'ordre de préférence.

Les véhicules électriques à pile combustible (VEPC) utilisent aussi un moteur exclusivement électrique alimenté par des piles à hydrogène plutôt que des batteries. Les piles des VEPC combinent l'hydrogène à l'oxygène de l'air ambiant pour produire de l'électricité. De plus, il n'est pas nécessaire de brancher les VEPC pour les recharger puisque leurs piles se rechargent lorsque le plein d'hydrogène est fait. Le temps requis pour faire le plein d'hydrogène et l'autonomie de conduite sont comparables à ceux des véhicules à MCI.

Habituellement, ces véhicules sont également équipés d'un système de freinage par récupération, d'un mécanisme de récupération d'énergie qui convertit l'énergie cinétique du véhicule en énergie chimique, c'est-à-dire qui recharge la batterie, de l'énergie qui serait autrement perdue lors du freinage. Les véhicules peuvent aussi être équipés d'un dispositif de démarrage/d'arrêt automatique qui éteint le moteur lorsque le véhicule s'immobilise et qui remet le moteur en marche lorsque le conducteur appuie sur l'accélérateur. Ainsi, aucune énergie n'est gaspillée par la marche au ralenti du moteur.

Pour un complément d'information sur les véhicules hybrides et électriques, veuillez consulter les pages ci-dessous :

- Association canadienne des automobilistes - <http://electricvehicles.caa.ca/fr/types-de-vehicules-electriques/>
- Ministère de l'Énergie des États-Unis - <https://www.fueleconomy.gov/feg/hybridtech.shtml> and <https://www.fueleconomy.gov/feg/fuelcell.shtml>
- Union of Concerned Scientists - <http://blog.ucsusa.org/comparing-electric-vehicles-hybrid-vs-bev-vs-phev-vs-fcev-411>
- Transports Canada - <https://www.tc.gc.ca/eng/programs/environment-etv-evprimer-eng-1994.htm>

Tableau 6-1 Nombre total de véhicules électriques immatriculés par province, juin 2015

Province	VEB	VHR	Total	% Total
Québec	2731	3697	6428	45 %
Ontario	2749	2092	4841	34 %
Colombie-Britannique	1701	669	2370	17 %
Alberta	180	182	362	3 %
Manitoba	48	49	97	1 %
Nouvelle-Écosse	46	38	84	1 %
Nouveau-Brunswick	13	29	42	< 1 %
Saskatchewan	23	25	48	< 1 %
Terre-Neuve-et-Labrador*	2	9	11	< 1 %
Île-du-Prince-Édouard*	7	2	9	< 1 %
Territoires du Nord-Ouest*	2	1	3	< 1 %
Yukon*	1	0	1	< 1 %
Total	7503	6794	14297	100 %

*Les valeurs inférieures peuvent être moins exactes.

Source : Stevens, 2015 : www.fleetcarma.com/electric-vehicle-sales-canada-june-2015

Mesures incitatives

Niveau fédéral

Établir des règlements qui exigent l'efficacité énergétique des véhicules.

Bon nombre des mesures visant à encourager l'utilisation des technologies de propulsion plus écoénergétiques pour les véhicules ont été établies au niveau fédéral. Au Canada, le *Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des automobiles à passagers et des camions légers* stipule les normes d'émissions de GES obligatoires pour les véhicules neufs des années-modèles 2011 et ultérieures alignées sur les normes américaines (Environment Canada, 2015). Ce règlement stipule que les automobiles doivent, en moyenne, atteindre une réduction annuelle des émissions de GES de 5 % de 2017 à 2025. Afin de permettre aux constructeurs automobiles de trouver des solutions technologiques permettant la réduction des émissions sans nuire à l'utilité des véhicules, les camions légers doivent, en moyenne, atteindre une réduction annuelle des émissions de GES de 3,5 % de 2017 à 2021 et de 5 % de 2022 à 2025. Grâce à ce règlement, on prévoit que les véhicules de l'année modèle 2025 consommeront jusqu'à 50 % de moins de carburant et produiront près de 50 % de moins d'émissions de GES que les véhicules de l'année modèle 2008 (Environnement Canada, 2013).

Augmenter la sensibilisation à l'égard des avantages environnementaux et économiques.

Le gouvernement du Canada a créé l'étiquette ÉnerGuide pour les véhicules, qui est apposée sur tous les véhicules légers neufs du secteur de la vente au détail au Canada. Pour les véhicules des années modèles 2016 et ultérieures, l'étiquette sera améliorée et fournira de l'information propre au véhicule sur la consommation d'essence, les émissions de CO₂ et le smog.

Un des défis associés à l'adoption de la technologie véhiculaire plus écoénergétique est de faire accepter aux consommateurs les coûts associés aux améliorations apportées à l'efficacité du carburant. Même si les coûts sont maintenant moins élevés en ce qui concerne les technologies véhiculaires comme l'injection directe et les transmissions évoluées, le surcoût d'achat des véhicules hybrides et électriques et des véhicules électriques est un obstacle à l'acquisition de ces véhicules pour les consommateurs. Les consommateurs semblent préférer amortir le coût de leur véhicule sur une courte période plutôt que faire des économies d'essence à long terme. Les contrats de location de 3 à 5 ans n'encourageraient pas les consommateurs à adopter une vision de financement à long terme (McKinsey and Company, 2007). Dans certains cas, les économies réalisées ne compensent pas pour le prix plus élevé d'acquisition de ces véhicules. D'après la compagnie de recherche automobile Vincentric, sur 33 véhicules hybrides évalués en 2013, 13 avaient un coût de propriété plus bas que leur modèle équivalent à essence, ce qui indique que l'avantage global pour le consommateur dépend du modèle qu'il choisit (Vincentric, 2013). Outre les incitatifs financiers fournis, il serait aussi important de mieux informer et sensibiliser les consommateurs en ce qui concerne le coût global de propriété des véhicules afin que ce coût soit moins difficile à évaluer. De plus, il est important de souligner que l'évaluation des coûts-avantages doit également tenir compte du prix de l'essence et des KPV annuels. Lorsque le prix de l'essence ou que le nombre de KPV annuels sont élevés, il est plus rentable et plus intéressant pour un consommateur d'opter pour un véhicule à MCI écoénergétique, un véhicule hybride rechargeable ou un véhicule électrique.

Niveau provincial et municipal

Établir un règlement pour les véhicules à zéro émission.

La loi de 2008 de la Colombie-Britannique sur la réduction des gaz à effet de serre (émissions des véhicules) exige que les véhicules ne doivent produire aucune émission, mais le règlement en matière de véhicule à zéro émission n'a toujours pas été adopté.

Offrir des incitatifs financiers.

Pour encourager l'adoption des véhicules hybrides ou électriques et réduire les obstacles associés au coût d'achat initial, certaines provinces offrent des incitatifs financiers aux consommateurs. Les données sur les achats de véhicules électriques indiquent que dans les provinces qui offrent des incitatifs financiers, le nombre de véhicules électriques ajoutés au parc de véhicules de ces provinces est beaucoup plus élevé (Stevens, 2015). La liste ci-dessous présente quelques exemples de subventions offertes par la province en date de publication du présent rapport :

- le gouvernement de l'Ontario offre des remises pouvant atteindre 8 500 \$ à l'achat ou à la location d'un véhicule électrique admissible et pouvant atteindre 1 000 \$ à l'achat et à l'installation d'un poste de recharge admissible. Le Programme d'encouragement pour les véhicules électriques a été lancé le 1^{er} juillet 2010 (Ministère des Transports de l'Ontario, 2015) ;
- le gouvernement de la Colombie-Britannique, avec l'aide de la New Car Dealers Association of BC (NDCA), offre des remises pouvant atteindre 5 000 \$ à l'achat d'un véhicule électrique admissible et pouvant atteindre 6 000 \$ à l'achat d'un véhicule à pile à hydrogène. Ce programme a été lancé le 1^{er} avril 2015 et sera en vigueur jusqu'au 31 mars 2018 ou jusqu'à ce que les fonds soient épuisés (New Car Dealers Association of BC, 2015);
- le gouvernement du Québec offre des remises pouvant atteindre 8 000 \$ à l'achat ou à la location d'un véhicule électrique admissible et pouvant atteindre 1 000 \$ à l'installation d'un poste de recharge admissible. Le programme Roulez électrique a été lancé le 1^{er} janvier 2012 et il sera en vigueur jusqu'au 31 décembre 2016 (gouvernement du Québec, 2015a).

Encourager l'installation ou installer des bornes de recharge électrique et à hydrogène.

Les programmes de distribution d'électricité peuvent contribuer à l'installation de postes de recharge. Ci-dessous sont fournis des exemples de tels programmes au Canada :

- le réseau Circuit électrique, établi par Hydro-Québec, est le premier réseau de recharge public au Canada et une initiative majeure qui contribue au déploiement de l'infrastructure de recharge requise pour l'adoption des véhicules électriques au Québec. Depuis son lancement en 2012, le Circuit électrique a connu une expansion rapide dans plusieurs régions et secteurs urbains du Québec, et il a contribué à l'installation de plus de 446 bornes de recharge de niveau II et 19 bornes de recharge rapide CC au Québec (Hydro-Québec, 2015; MTQ, 2015);
- en Colombie-Britannique, la phase 2 du programme des véhicules à énergie propre (Clean Energy Vehicle Program) qui a été lancée le 1^{er} avril 2015, distribuera 10,6 millions de dollars du fonds d'énergie propre de la province (Innovative Clean Energy Fund) au cours des trois prochaines années, dont 1,59 million de dollars pour des investissements dans les infrastructures de recharge électrique ou à hydrogène. BC Hydro, avec l'appui de la province de la Colombie-Britannique et le gouvernement fédéral, gère également le projet pilote de réseau de bornes de recharge rapide CC,

dans le cadre duquel 30 bornes de ce type seront installées dans la province (Fraser Basin Council, 2015);

- la Ville de Vancouver, en Colombie-Britannique, a formé un partenariat avec Telus, et a lancé un projet de démonstration sur le déploiement de deux postes de recharge pour VE combinés à des récepteurs de télécommunications. Ce projet a démontré les avantages offerts par la double utilité de cette infrastructure, qui réduit notamment l'espace requis et qui mise sur l'investissement privé pour financer les coûts de construction (FCM, 2013).

Encourager l'adoption des nouvelles technologies en mettant en place des initiatives de leadership, de démonstration, de sensibilisation et d'information.

Les provinces et municipalités ajoutent aussi des véhicules hybrides et électriques à leurs parcs de véhicules. Non seulement ces véhicules aident les organismes gouvernementaux à réduire leur empreinte de GES, mais ils témoignent aussi du leadership gouvernemental en ce qui a trait à l'adoption des nouvelles technologies et ils constituent aussi des outils de sensibilisation et d'information pour le public. Par exemple :

- la Municipalité de Delta, en C.-B., a adopté un plan de gestion du parc de véhicules écologiques (Green Fleet Management Plan) qui prévoit l'achat de véhicules hybrides et électriques, la mise en place d'un programme de prévention de la pollution attribuable aux véhicules hors route et l'établissement d'une stratégie d'achat de véhicules et de composants écoénergétiques (FCM, 2013);
- la Ville de Surrey, en C.-B., a mis en place différentes initiatives pour son parc de véhicules, y compris l'achat de véhicules écoénergétiques axés sur les technologies de remplacement, la mise en application de stratégies d'optimisation des itinéraires et la formation du personnel sur les pratiques de conduite éconergétique et de réduction de la marche au ralenti. À la suite de ces mesures, la Ville a estimé que l'efficacité énergétique de son parc de véhicules s'est améliorée en moyenne de 1,3 % chaque année (FCM, 2013).

Adopter des politiques et des règlements facilitant l'intégration et l'utilisation des véhicules hybrides et électriques.

Les municipalités peuvent adopter des règlements, formuler des recommandations ou établir des politiques visant à encourager l'intégration de véhicules hybrides et électriques aux nouveaux quartiers ou aux quartiers existants. Elles peuvent exiger qu'un nombre minimal d'espaces de stationnement puisse accueillir des véhicules électriques ou promouvoir la production d'énergie renouvelable (p. ex., à l'aide de panneaux solaires ou d'immeubles orientés de façon stratégique pour maximiser les gains d'efficacité grâce au soleil) et le stockage d'énergie (p. ex., des batteries) pour faciliter l'utilisation des VE. Ci-dessous sont présentés quelques exemples.

- La Ville de Vancouver a formé un partenariat avec le projet Get Ready afin de mettre en place une série de mesures visant à appuyer et à accroître l'utilisation des véhicules électriques. Elle a ainsi adopté des règlements exigeant que 10 % des espaces de stationnement dans les immeubles commerciaux et à usage mixte, que 20 % des espaces de stationnement dans les immeubles locatifs et de copropriétés et que tous les espaces de stationnement des résidences puissent accueillir des véhicules électriques (Ville de Vancouver, 2014).
- La norme écologique de Toronto exige que des espaces de stationnement supplémentaires, outre ceux qui sont fournis pour un immeuble en particulier, puissent permettre l'installation future de

bornes de recharge. La Ville de Toronto a également lancé un projet pilote d'un an pour l'installation de bornes de recharge sur rue pour les véhicules électriques (Ville de Toronto, 2015).

- Le ministère des Transports du Québec a lancé un projet pilote dans le cadre duquel les véhicules électriques peuvent utiliser la voie réservée au transport collectif et aux VMO sur l'autoroute Robert-Bourassa à Québec (AVEQ, 2014).
- Au Québec, il est possible d'obtenir des points en vue des certifications de construction écologique, par exemple LEED, Novoclimat 2.0, lorsque les immeubles bâtis peuvent accueillir des véhicules électriques (Ecohabitation, 2015).
- Le déploiement d'un programme de certification écologique pour les véhicules plus écoénergétiques qui fournit aux détenteurs de certificat un accès privilégié à des espaces de stationnement spéciaux et même à des routes et zones qui peuvent être plus congestionnées.³¹

Avantages et inconvénients

Les avantages offerts par l'adoption des technologies de propulsion écoénergétiques pour les véhicules sont notamment les suivants :

- les technologies véhiculaires plus écoénergétiques peuvent contribuer à la réduction importante de la consommation d'essence et des émissions de GES;
- le remplacement des moteurs à carburant fossile par des technologies n'émettant aucun gaz d'échappement comme celles des VE et des VEPC peut aussi grandement contribuer à réduire les émissions de GES, en particulier dans les régions où la quantité de combustibles fossiles utilisée pour produire l'électricité est faible ou nulle;
- les avantages économiques de ces technologies comprennent les économies de carburant et les coûts d'utilisation moins élevés pour les utilisateurs de ces véhicules. De plus, certains impacts potentiels ne peuvent être ni quantifiés ni exprimés en valeur monétaire, notamment les impacts sur la santé et l'environnement associés au changement des taux d'exposition dans l'air ambiant aux polluants atmosphériques toxiques et à l'ozone, ainsi que les avantages associés aux autres types de GES évités, tel le méthane, les oxydes d'azote ou les HFCs).

Les inconvénients associés à l'adoption des technologies de propulsion écoénergétiques des véhicules sont notamment les suivants :

- le prix moins élevé des carburants et la réduction des coûts opérationnels peuvent encourager les consommateurs à acheter de plus gros véhicules et à effectuer des déplacements additionnels; ils peuvent également contribuer à la congestion routière et à l'étalement urbain;
- la production d'automobiles hybrides, qui repose en particulier sur l'utilisation de minéraux des terres rares, de châssis d'aluminium léger et de batteries au lithium-ion, requiert une plus quantité d'énergie ce qui a des incidences négatives sur l'environnement (Roos, 2010);
- certaines technologies de combustion comme l'injection directe peuvent augmenter la quantité d'émissions d'échappement produite en ce qui concerne d'autres polluants comme les oxydes d'azote (Csere, 2010);
- le financement des projets et les revenus provenant des taxes sur l'essence peuvent diminuer si la consommation de carburant est réduite.

³¹ Pour un complément d'information sur l'adoption d'un programme de certification écologique pour les véhicules en France, voir : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DP-02-06-2015-Qualite_de_l_air.pdf *(en français seulement)*.

Impacts

L'utilisation de carburants à base de pétrole dans les moteurs à combustion interne a fait en sorte que le transport routier est devenu la source principale d'émissions de CO₂ dans le secteur des transports de plusieurs pays. D'après le U.S. Department of Transportation (US DOT), les bénéfices potentiels offerts par la réduction des émissions de GES pour chaque véhicule plus écoénergétique, comparativement aux données de base projetées pour les véhicules à essence traditionnels, en 2030 et pendant les années ultérieures, varieront de 8 % à 30 % (US DOT, 2010).

Un rapport publié en 2013 par le U.S. Department of Energy indique que l'amélioration de l'efficacité des moteurs pourrait contribuer à accroître l'efficacité énergétique des véhicules légers de 35 % à 50 %, tandis que les technologies des transmissions évoluées pourrait réduire la consommation de carburant de 1 % à 9 % par rapport aux technologies des transmissions traditionnelles, selon la technologie et le véhicule dont il est question (RNCAN, 2014). Ces améliorations permettraient des économies encore plus grandes lorsqu'elles seraient accompagnées de groupes motopropulseurs hybrides-électriques évolués.

Le modèle de simulation des transports du Fonds mondial pour la nature du Canada (WWF-Canada) estime que la réduction potentielle des émissions associée aux règlements nouvellement proposés sur l'économie de carburant pour les véhicules légers équivaldrait à 17 Mt d'éq. de CO₂ par année d'ici l'année 2020. WWF-Canada estime aussi que les véhicules électriques permettront une réduction des émissions de GES de 7 Mt d'éq. de CO₂ par année d'ici l'année 2025. Comme nous l'expliquons ci-dessus, le potentiel de réduction des émissions de GES associé aux véhicules électriques est plus grand lorsque l'électricité est produite à partir de sources renouvelables; les quantités réduites seront donc plus grandes à mesure que les combustibles fossiles seront graduellement éliminés des réseaux électriques des provinces. Par véhicule, les VEPC qui utilisent des carburants à base de pétrole utilisent de 40 à 60 % moins de carburant et permettent une réduction de 30 à 60 % des émissions de GES par rapport aux véhicules à moteur à combustion interne traditionnel qui n'utilisent que l'essence (Argonne National Laboratory, 2010).

Contraintes et obstacles liés à la mise en œuvre

- Coûts plus élevés à l'achat que doivent assumer les consommateurs et avantages financiers perçus qui peuvent être réalisés à long terme. Les subventions financières et la sensibilisation accrue peuvent aider les consommateurs à surmonter ces défis.
- Coûts de recherche et de développement et défis techniques auxquels font face les constructeurs automobiles lorsqu'ils veulent commercialiser les technologies des véhicules écoénergétiques (Csere, 2010). La réglementation, les partenariats ainsi que les incitatifs de recherche et de développement peuvent aider l'industrie à surmonter certains de ces défis.
- Le nombre de véhicules électriques offerts aux consommateurs est moins grand que le nombre de véhicules équivalents à MCI. En date de juin 2015, 22 modèles de VEB et de VHR fabriqués par 12 constructeurs automobiles différents étaient offerts au Canada. Toutefois, 70 % des VE au Canada correspondent à seulement trois modèles : le modèle Volt de Chevrolet, le modèle LEAF de Nissan et le modèle S de Tesla, ce qui témoigne de la disponibilité limitée de ce type de véhicules (Stevens, 2015). Toutefois, les efforts continus de développement de l'industrie automobile devraient atténuer ce problème avec le temps.
- L'offre limitée de VE doit être accrue pour que les VE ne soient plus restreints à un créneau limité du marché, par exemple pour les déplacements quotidiens, et pour qu'ils deviennent des véhicules pouvant servir à tous les usages, tel que les déplacements sur de longues distances. Les progrès

réalisés par l'industrie pour la conception de batteries à plus grande capacité pourraient contribuer à accroître l'autonomie des véhicules.

- L'amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules à essence réduit les bénéfices offerts par les VE. Il faut conduire sur de longues distances pour que l'achat d'un VE soit rentable comparativement à l'achat d'un nouveau véhicule à essence écoénergétique.
- Le prix plus bas de l'essence, et l'absence d'une tarification du carbone, n'encouragent pas les consommateurs à remplacer leur véhicule par un VE.
- Le nombre limité de bornes de recharge, surtout à l'extérieur des centres urbains, et l'absence d'interopérabilité des technologies de recharge des véhicules. Le nombre de bornes de recharge pourrait augmenter si les organismes s'efforcent d'accroître leurs efforts de déploiement de cette technologie, voir les mesures incitatives ci-dessus. De plus, les constructeurs automobiles devraient s'efforcent d'adopter une norme de recharge commune.
- Nombre peu élevé de bornes de recharge à l'hydrogène.
- Rendement réduit des batteries par temps froid dans les climats nordiques comme celui du Canada. Les progrès réalisés par l'industrie en ce qui concerne la technologie des batteries pourraient ultérieurement contribuer à réduire les contraintes d'utilisation par temps froid.

6.2 IMPLANTER LES NOUVELLES TECHNOLOGIES POUR LES VÉHICULES DE TRANSPORT COLLECTIF

Responsabilité		Industrie des véhicules, tous les ordres de gouvernement, organismes de transport collectif, compagnies locales de distribution d'électricité
Applicabilité	P, M, G	Ces technologies s'appliquent à tous les parcs de véhicules, et ce, dans les petites, moyennes et grandes municipalités.
Coût	\$\$\$ - \$\$\$\$\$	Véhicule, organismes de transport collectif, tous les ordres de gouvernement
Potentiel de réduction des GES	1	Les émissions de GES produites par les véhicules de transport collectif représentent un très faible pourcentage des émissions de GES totales produites par le secteur des transports au Canada. Donc, la réduction des émissions de GES produites par le transport collectif contribuera peu à la réduction totale des émissions de GES.
Faisabilité technique	2 – 3	La technologie dans ce domaine doit progresser et des infrastructures de recharge doivent être mises en place.
Acceptation sociale	1, 5	Les véhicules neufs de transport collectif peuvent réduire les nuisances associées aux autobus diesel comme le bruit et la pollution atmosphérique; ils peuvent aussi intégrer des mesures visant à améliorer le confort des passagers. Certains peuvent s'opposer à l'installation de câbles porteurs suspendus pour les trolleybus dans les secteurs où aucun câble suspendu n'est utilisé.
Échéancier de mise en œuvre	Immédiatement, continu	Des incitatifs financiers, l'aménagement d'infrastructures de soutien et l'acquisition de véhicules sont des mesures qui peuvent être prises de façon immédiate.
Échéancier de réduction des GES	Moyen à long terme	Bien que diverses technologies soient maintenant disponibles dans le commerce, la réduction des émissions ne sera probablement possible qu'à moyen ou long terme en raison du faible taux de renouvellement des parcs existants de véhicules de transport collectif.

Description

Les technologies des véhicules de transport collectif peuvent être catégorisées en fonction des deux principales formes de transport collectif, le transport par autobus et le transport par train. Ces catégories comprennent principalement des technologies de propulsion de remplacement, des méthodes de stockage et de transfert de l'énergie.

Autobus

Les technologies de propulsion des autobus utilisées pour améliorer le rendement énergétique des autobus de transport collectif peuvent être subdivisées en deux : les autobus hybrides-électriques et les autobus à zéro émission. Les autobus hybrides-électriques, comme les véhicules légers hybrides-électriques, sont munis d'un MCI, c'est-à-dire diesel ou turbine à gaz, accompagné d'un moteur électrique, qui est alimenté par un dispositif de stockage de l'énergie, tel que des batteries, des

ultracondensateurs ou des volants moteurs ainsi que par l'énergie provenant du système de freinage par récupération. L'énergie requise pour le fonctionnement du véhicule peut être fournie par le MCI, le moteur électrique ou les deux.

Les systèmes à zéro émission comprennent les autobus électriques à batterie ou à pile à combustible. Les autobus électriques à batterie utilisent un moteur électrique et emmagasine l'énergie dans une batterie chargée par une source externe. Diverses technologies de recharge peuvent être utilisées, dont les bornes de recharge rapide, les bornes de recharge par induction et les câbles porteurs suspendus. Les bornes de recharge rapide et par induction peuvent être situées le long des routes ou encore au début ou à la fin d'un trajet. Les bornes de recharge rapide rechargent les batteries des véhicules par un branchement physique, tandis que les bornes de recharge par induction rechargent les batteries par un champ électromagnétique généré par des bobines habituellement ensevelies sous la rue. Les câbles porteurs suspendus peuvent fournir une alimentation en continu aux autobus, que l'on nomme habituellement des trolleybus, à l'aide de perches de caténaire situées sur la toiture du trolleybus. Les perches de caténaire peuvent être rétractées pour permettre au trolleybus de circuler hors du réseau sur de courtes distances. Les autobus électriques à pile à combustible utilisent l'hydrogène comprimé pour produire de l'électricité qui alimente l'autobus.

D'autres technologies de propulsion de remplacement peuvent être utilisées pour que les émissions produites par les autobus soient moins grandes que celles produites par les autobus au diesel traditionnels, notamment le gaz naturel comprimé (GNC), le gaz naturel liquéfié (GNL), le gaz de pétrole liquéfié (GPL) et le biodiesel combiné à des carburants traditionnels.

Les autobus au diesel peuvent être remis à niveau à l'aide de mesures de réduction des émissions comme, par exemple, le remplacement des systèmes de refroidissement hydrauliques mécaniques traditionnels par des systèmes électroniques. Dans ces systèmes, des ventilateurs électriques sont utilisés pour refroidir l'air chargé et le liquide de refroidissement, ce qui contribue à accroître le rendement énergétique dans les situations d'arrêt et de démarrage. Des systèmes de transmission intelligente peuvent être utilisés pour optimiser le changement de vitesse afin qu'il tienne compte des conditions de conduite et qu'il réduise la consommation de carburant. Des matériaux plus légers peuvent aussi être utilisés pour réduire le poids du véhicule et améliorer son rendement énergétique, y compris des matériaux composites comme la fibre de carbone, l'aluminium et de l'acier inoxydable d'ultra-haute résistance dans les carrosseries et les châssis des véhicules.

Trains

Sur les territoires où l'approvisionnement en électricité repose moins sur la consommation de combustibles fossiles, l'électrification du réseau ferroviaire peut contribuer à réduire les émissions de diesel. Le freinage par récupération de l'énergie fait partie des principales technologies qui peuvent être utilisées pour réduire la consommation d'énergie et les émissions produites. Les systèmes de stockage d'énergie à bord des véhicules emmagasinent l'énergie de freinage à l'intérieur du véhicule, laquelle énergie peut ensuite être réutilisée pour l'accélération. Sur les réseaux ferroviaires électrifiés, l'énergie de freinage peut également être redistribuée sur le réseau ou être emmagasinée dans des systèmes de stockage d'énergie en bordure de voie. Les systèmes de stockage d'énergie en bordure de voie peuvent aussi être utilisés pour emmagasiner à une station l'énergie produite par la décélération de plusieurs trains et pour transférer cette énergie aux trains au départ. Des technologies de réseau intelligent et des logiciels spécialisés sont aussi utilisés pour optimiser l'efficacité des systèmes de stockage d'énergie en bordure de voie et pour contrôler le captage et la distribution de l'électricité.

Les locomotives existantes peuvent être remises à niveau afin de réduire la consommation de carburant et la production d'émissions. Les mises à niveau requises comprennent l'installation d'injecteurs de carburant plus efficaces, ainsi que d'un refroidisseur final, de dispositifs anti-ralenti et d'unités d'arrêt et de démarrage automatique de la locomotive lorsqu'elle est stationnaire.

Des mesures peuvent également être prises pour réduire les pertes thermiques et la consommation d'énergie. Ces mesures comprennent des pare-brise chauffés à l'électricité, des fenêtres latérales à triple épaisseur et à faible transmittance solaire, des matériaux d'isolation améliorés, des composantes plus légères et de l'éclairage DEL écoénergétique.

Pour un complément d'information sur les technologies des véhicules de transport collectif, veuillez consulter les documents suivants :

- US Federal Transit Administration (2012)
- Transportation Research Board (2010)

Mesures incitatives

Niveaux fédéral et provincial

Contribuer financièrement aux initiatives de démonstration, d'essai ou d'acquisition de véhicules.

Les mises à niveau de véhicules diesel et les technologies d'autobus zéro émission engendreront probablement un coût d'opération total plus élevé que celui des autobus diesel traditionnels en raison de plusieurs facteurs tels que les coûts de production et de distribution des carburants de remplacement, les coûts de développement des technologies et les ajustements opérationnels tel que l'espace requis pour les infrastructures, la formation du personnel. (McKinsey and Company, 2012). L'aide financière fournie aux organismes de transport collectif, surtout à ceux qui sont les premiers à adopter cette technologie, peut les aider à amortir les coûts des initiatives de démonstration, d'essai et d'acquisition de la technologie et peut également contribuer à l'adoption plus rapide de la technologie. Au Canada, plusieurs initiatives fédérales ont été mises en œuvre pour encourager l'investissement dans les infrastructures plus durables, y compris dans le secteur du transport collectif, notamment le Fonds Chantiers Canada³², le Fonds annuel de la taxe sur l'essence³³ et le Fonds canadien sur l'infrastructure stratégique³⁴. Même si ces programmes ne visent pas particulièrement à encourager les technologies de remplacement pour les véhicules de transport collectif, les municipalités les utilisent pour de tels projets. Par exemple, Halifax Metro Transit a acheté un parc de 22 autobus écologiques avec l'aide fournie par le Fonds de la taxe sur l'essence.

Niveau municipal

Adopter des politiques d'acquisition de véhicules, mettre à l'essai et évaluer la faisabilité des nouvelles technologies véhiculaires.

Les organismes municipaux de transport collectif peuvent adopter de nouvelles politiques d'approvisionnement ou de conversion des parcs de véhicules afin d'encourager l'utilisation de véhicules à faible ou zéro émission. Les organismes municipaux de transport collectif dépendent souvent des sources de financement fédérales ou provinciales pour mettre en place ces programmes. Par exemple :

- dans le cadre de son Plan stratégique 2020³⁵, la Société de transport de Montréal (STM) s'engage à n'acquérir que des véhicules hybrides ou électriques. L'objectif ultime de la STM est de n'acquérir que des véhicules pleinement électriques à compter de 2025. D'ailleurs, depuis 2013, tous les nouveaux véhicules standards sont des véhicules hybrides diesel-électrique;
- l'organisme de transport collectif de Calgary (Calgary Transit) planifie construire un nouveau garage pouvant accueillir jusqu'à 400 autobus alimentés au GNC d'ici 2019³⁶. La Ville de Calgary a signé un accord de financement avec le gouvernement fédéral par l'entremise de PPP Canada pour la construction de ce nouveau garage;
- d'autres organismes municipaux de transport collectif ont mis en place des programmes d'acquisition d'autobus hybrides électriques au Canada, que ce soit dans de grandes villes comme

³² www.infrastructure.gc.ca/plan/nbcf-nfcc-fra.html

³³ www.infrastructure.gc.ca/plan/gtf-fte-fra.html

³⁴ www.infrastructure.gc.ca/prog/csif-fcis-fra.html

³⁵ <http://www.stm.info/fr/a-propos/informations-entreprise-et-financieres/plan-strategique-2020>

³⁶ www.calgary.ca/Transportation/TI/Pages/Transit-projects/Stoney-CNG-Transit-Bus-Garage.aspx?redirect=/stoneybusgarage

Toronto, Edmonton, Vancouver, dans de moyennes municipalités telles qu'Halifax, London, Saskatoon ou dans de petites municipalités; Windsor, St. Catharines.

Adopter des politiques et des programmes de mise à niveau des véhicules existants.

La mise à niveau des véhicules existants peut contribuer à court terme à la réduction du carburant consommé et des polluants et émissions de GES produits tout en optimisant les investissements et la durée de vie utile des parcs de véhicules existants. Toutefois, une évaluation plus approfondie des coûts et des avantages des mises à niveau par rapport au remplacement des véhicules doit être effectuée.

Avantages et inconvénients

Les avantages offerts par ces technologies sont notamment les suivants :

- les systèmes de propulsion de remplacement, dont les technologies électriques d'entraînement, peuvent grandement contribuer à la réduction de la consommation de carburant et des émissions de GES, surtout dans les régions où la production d'électricité nécessite peu de combustibles fossiles;
- les technologies de mise à niveau peuvent être installées sur les autobus existants; elles peuvent donc être appliquées à grande échelle à une vaste gamme d'activités dans le secteur du transport collectif. Elles sont aussi relativement peu coûteuses par rapport aux technologies de propulsion de remplacement;
- les systèmes hybrides et zéro émission peuvent contribuer à l'amélioration de la qualité de l'air et à la réduction de la pollution sonore grâce notamment aux moteurs électriques.

Les inconvénients associés à ces technologies sont notamment les suivants :

- l'utilisation de certaines technologies reposant sur les carburants de remplacement peut nécessiter des changements aux procédures existantes d'entretien et de conduite des véhicules;
- l'approvisionnement en carburant de remplacement peut être incertaine pour les exploitants du transport collectif et le prix de ces carburants peut changer fréquemment par exemple chaque mois;
- l'efficacité des systèmes hybride-électrique et des systèmes entièrement électriques dépend des conditions des parcours routiers utilisés, c'est-à-dire du nombre d'arrêts et de démarrages, des pentes, et des conditions météorologiques.

Impacts

An 2012, au Canada, les GES produits par les véhicules de transport collectif ne représentaient qu'environ 3 % des émissions globales de GES produites dans le secteur du transport. L'application des technologies de remplacement aux parcs de véhicules de transport collectif aura donc un impact limité sur la réduction des émissions de GES globales au pays.

En 2007, une étude réalisée par la California Energy Commission a établi le classement des différentes technologies de propulsion des autobus en fonction de leur potentiel de réduction des émissions de GES durant leur cycle de vie. Selon cette étude, les systèmes électriques à batterie sont les technologies qui offrent le plus grand potentiel de réduction (California Energy Commission, 2007) :

- Biodiesel (B20) – 12 %
- GNL – 16 %

- Méthanol – 18 %
- Véhicule hybride et électrique – 20 %
- GNC – 23 %
- Pile à combustible – 24 %
- Moteur électrique – 55 %

De même, dans une étude de McKinsey and Company (2012) portant sur les autobus urbains et les groupes motopropulseurs de remplacement pour l'Europe qui était intitulée *Urban Buses: Alternative Powertrains for Europe*, on évalue les technologies hybrides et zéro émission pour les autobus en fonction de différents critères de rendement et de coût. Les auteurs ont découvert que les technologies hybrides diesel-électrique sont des technologies de transition viables à court terme vers les technologies zéro émission, puisqu'elles permettent une réduction des émissions de GES du cycle de vie pouvant atteindre 20 % lorsqu'on les compare aux autobus diesel traditionnels. De plus, les mêmes itinéraires et la même flexibilité opérationnelle peuvent être maintenus et aucune nouvelle infrastructure n'est requise. Les autobus à pile à combustible permettent une réduction plus grande des émissions de GES et ils offrent la même flexibilité opérationnelle que les autobus traditionnels, mais ils nécessitent l'aménagement d'infrastructures de recharge et d'approvisionnement en hydrogène. Les autobus entièrement électriques et les trolleybus permettent aussi une grande réduction des émissions de GES, en particulier lorsque la production d'électricité nécessite une moins grande quantité de combustibles fossiles, mais ces autobus sont limités aux parcours offrant des infrastructures d'exploitation et de recharge électrique. Cette même étude prévoit que, d'ici 2030, le coût³⁷ de réduction des GES pour ces technologies sera d'environ :

- 0,13 \$ à 0,65 \$/kg d'éq. CO₂ – autobus diesel-électrique
- 0,26 \$ à 1,30 \$/kg d'éq. CO₂ – autobus entièrement électriques
- 0,65 \$ à 0,91 \$/kg d'éq. CO₂ – autobus à pile à combustible
- 0,78 \$/kg CO_{2e} – autobus au GNC
- 0,91 \$/kg CO_{2e} – trolleybus

De 2008 à 2009, les organismes de transport collectif de Gatineau et de Montréal ont fait l'essai d'autobus hybride-électrique dans le cadre du Programme de démonstration en transport urbain de Transports Canada. À Gatineau, on a fait l'essai de ces autobus sur deux itinéraires urbains où ils roulaient à une vitesse moyenne de 25 km/h. L'économie de carburant et la réduction des GES comparativement à un autobus diesel standard ont été de 12 %, ou de 15 t éq. CO₂ pour un kilométrage total de 70 000 km annuel. À Montréal, la vitesse de fonctionnement moyenne des autobus était de 18 km/h. L'économie de carburant et la réduction des GES comparativement à un autobus diesel standard ont atteint 30 %, ce qui correspondait à près de 36 t d'éq. CO₂ par année pour un kilométrage annuel total comparable (STO, 2009).

De 2010 à 2014, BC Transit a exploité 20 autobus électriques à pile à combustible dans la Municipalité de Whistler. Ces véhicules ont parcouru au total plus de 4 millions de km dans le cadre des services payants et ils ont évité plus de 6 t d'éq. CO₂ d'émissions de GES au point d'utilisation sans produire aucune autre émission atmosphérique locale.

L'utilisation de matériaux légers pour la construction des autobus peut réduire la consommation de carburant d'un tiers de gallon par mile parcouru (Transportation Research Board, 2010). Il a aussi été

³⁷ Calcul fondé sur le taux de change suivant : 1,3 \$ CA = 1 euro, en 2012; année à laquelle l'étude a été réalisée.

démontré que les systèmes de refroidissement électriques installés dans les autobus diesel permettent des économies de carburant de 3 à 10 % et que ces systèmes constituent une solution de remplacement à moindre coût (Federal Transit Administration, 2012).

En ce qui concerne le transport ferroviaire, les systèmes de stockage d'énergie en bordure de voie peuvent réduire la consommation d'énergie de 30 % ou moins (Federal Transit Administration, 2012).

Contraintes et obstacles liés à la mise en œuvre

- Pour le moment, le coût de propriété total des autobus hybrides et zéro émission est plus élevé (McKinsey and Company, 2012; Transportation Research Board, 2010) que celui des autobus diesel traditionnels. On estime que le coût total de propriété des véhicules entièrement électriques et des véhicules à pile à combustible est presque deux fois plus élevé que le coût de propriété des autobus diesel traditionnels. L'écart de coûts de ces deux types de véhicules devraient être progressivement éliminés d'ici les années 2030 à la suite d'améliorations technologiques et de la hausse potentielle du prix des carburants fossiles. (McKinsey and Company, 2012; NREL, 2014). D'autre part, le coût de propriété total des autobus diesel-électrique n'est que de 5 à 15 % plus élevé, mais cette technologie est moins efficace que la technologie zéro émission pour ce qui est de réduire les émissions de GES.
- La technologie des véhicules électriques à pile à combustible est actuellement une technologie pré-commerciale de démonstration et de démarrage (NREL, 2014), mais le nombre insuffisant d'installations de recharge d'hydrogène demeure un obstacle qui nuit à son adoption à grande échelle.
- Les infrastructures de recharge électrique pour les véhicules électriques à batterie, l'infrastructure de câbles porteurs suspendus pour les trolleybus et les locomotives électriques ou solutions de stockage d'énergie électrique en bordure de voie nécessitent de grands investissements en capital (Transportation Research Board, 2010; Mui, 2014).
- La population peut s'opposer à l'installation de câbles porteurs suspendus pour les autobus en l'absence de telles infrastructures sur place.
- Le personnel devra posséder les compétences et la formation requises pour fournir, utiliser et entretenir ces nouveaux véhicules (Transportation Research Board, 2010).

6.3 ENCOURAGER L'ADOPTION DES NOUVELLES TECHNOLOGIES POUR LES VÉHICULES LOURDS.

Responsabilité		Industrie du camionnage, tous les ordres de gouvernement
Applicabilité	P, M, G	Les mesures liées au camionnage s'appliquent aux petites, moyennes et grandes municipalités.
Coût	\$\$\$ - \$\$\$\$\$	Industrie du camionnage, gouvernements fédéral et provinciaux
Potentiel de réduction des GES	4 - 5	L'adoption à grande échelle des technologies efficaces pour les véhicules lourds peut contribuer à une réduction importante des émissions de GES.
Faisabilité technique	1 – 3	Perfectionnement de la technologie
Acceptation sociale	3 – 4	En général, l'impact est faible pour les utilisateurs, mais les coûts d'adoption de la technologie peuvent entraîner une hausse des coûts pour le consommateur si ces coûts ne sont pas récupérés dans les délais prévus.
Échéancier de mise en œuvre	Immédiatement, continu	La création d'incitatifs financiers, l'aménagement de l'infrastructure de soutien et l'acquisition de véhicules peuvent être effectués de façon immédiate.
Échéancier de réduction des GES	Moyen à long terme	La réduction des émissions ne sera probablement possible qu'à moyen ou long terme en raison du faible taux de renouvellement des parcs de véhicules existants.

Description

Les technologies des véhicules lourds peuvent être classées dans deux grandes catégories : les technologies matérielles et les technologies de l'information et de la communication (TIC).

Technologies matérielles

Bien que les moteurs diesel soient devenus la norme dans l'industrie pour les véhicules lourds et qu'ils soient déjà considérés efficaces comparativement aux moteurs à essence, l'amélioration de la technologie des moteurs, notamment l'augmentation de la compression cylindrique et l'ajustement des points de changement de vitesse pour les transmissions automatiques, peut contribuer à accroître davantage l'efficacité des moteurs diesel. Il serait aussi possible d'améliorer l'efficacité de ces moteurs en remplaçant la configuration des essieux 6x4 par une configuration 6x2, puisque la puissance requise pour faire fonctionner deux roues est moins grande. Les gaz d'échappement pourraient aussi être réduits si on améliorait les technologies d'injection de carburant, si on adoptait de nouveaux modes de combustion comme la combustion à faible température, si on améliorait la circulation d'air et la recirculation des gaz d'échappement et si on utilisait des filtres à particules diesel avec catalyseur.

Les limiteurs de vitesse sont utilisés en grand nombre pour régulariser la vitesse et donc la consommation de carburant. De plus, les régulateurs de vitesse et d'espacement munis d'un radar ou d'un capteur laser sont plus efficaces que les régulateurs de vitesse traditionnels puisqu'ils ajustent la vitesse afin de maintenir une distance sécuritaire avec les autres véhicules. Les dispositifs de contrôle prédictif reposent sur cette technologie puisqu'ils utilisent un récepteur de géolocalisation (GPS) pour télécharger des données topographiques et régulariser la vitesse dans une pente.

Les technologies de réduction de la marche au ralenti peuvent comprendre l'utilisation d'un groupe auxiliaire de bord (APU) diesel ou électrique qui remplace la marche au ralenti du moteur pour refroidir ou chauffer la cabine, une pratique courante dans l'industrie du camionnage. D'autres dispositifs sont aussi offerts, notamment des générateurs à feu direct qui réchauffent le bloc-moteur et fournissent de la chaleur dans la cabine. Des espaces de stationnement électrifiés ou l'alimentation « à quai » peuvent aussi être utilisés aux relais routiers pour que les systèmes de chauffage ou de refroidissement des camions puissent être alimentés sans la marche au ralenti. Les espaces de stationnement électrifiés sont habituellement la propriété des compagnies privées qui en assurent aussi l'entretien, et ils sont couramment très nombreux aux États-Unis, en particulier au Texas.

Les dispositifs technologiques qui s'appliquent à l'extérieur des véhicules lourds peuvent être fabriqués en usine ou ajoutés aux véhicules existants. Les carénages de toiture ou déflecteur d'air installé au-dessus de la cabine, les carénages réducteurs d'espace, les jupes latérales et les rétreints de remorque sont tous utilisés pour réduire la traînée aérodynamique en créant une forme plus aérodynamique et en réduisant la circulation d'air sous le camion ainsi qu'entre le camion et la remorque. Les miroirs aérodynamiques, les caméras qui remplacent les miroirs et les pare-chocs servent aussi à réduire la circulation d'air autour du camion et à réduire la circulation d'air sous le camion. La résistance au roulement des pneus peut aussi faire l'objet de certains gains d'efficacité. Les systèmes de gonflement automatique des pneus surveillent et optimisent de façon continue la pression des pneus, et une faible résistance au roulement réduit le frottement des pneus avec la route et minimise les pertes d'énergie.

Le gaz naturel liquéfié (GNL) et le gaz naturel comprimé (GNC) peuvent être utilisés en remplacement du carburant diesel pour la propulsion des véhicules lourds. Même si les technologies de propulsion au gaz naturel font encore l'objet de travaux de développement et d'amélioration continus, les technologies des stations de recharge en gaz naturel ainsi que les technologies des véhicules intermédiaires et lourds sont déjà offertes, bien maîtrisées, fiables, économiques et efficaces lorsqu'on les compare à celles des véhicules à carburant traditionnel (Table ronde sur l'utilisation du gaz naturel dans les transports, 2010). Le gaz naturel produit de 20 % à 30 % moins d'émissions de GES sur la durée du cycle de vie que le carburant diesel (Table ronde sur l'utilisation du gaz naturel dans les transports, 2010). Au Canada, les infrastructures de recharge en gaz naturel sont déjà disponibles, mais elles sont moins nombreuses que les infrastructures utilisées pour le carburant diesel. La Route Bleue est le premier réseau de recharge en gaz naturel de stations publiques et privées au Canada. Pour le moment, ces stations ne sont accessibles qu'au Québec et en Ontario, surtout le long des autoroutes 401 et 20, deux des corridors de transport par camion les plus achalandés dans l'est du Canada. Le GNC est également utilisé dans des municipalités pour les véhicules de ramassage des ordures ménagères (Table ronde sur l'utilisation du gaz naturel dans les transports, Alliance canadienne pour les véhicules au gaz naturel, 2010).

Bien que la technologie des véhicules hybrides-électriques (VHE) soit fréquemment utilisée pour les véhicules légers, le nombre de véhicules lourds hybrides diesel-électrique est moins élevé sur le marché. Des travaux de recherche et développement sont en cours afin d'accroître l'efficacité et la faisabilité de ces technologies pour les véhicules lourds. Les technologies des VHE pourraient reposer sur l'utilisation d'un moteur à combustion interne et d'un système de stockage de l'énergie rechargeable comme une batterie. Dans les systèmes hybrides « arrêt-démarrage », qui pourraient être efficaces pour les déplacements des véhicules lourds en milieu urbain, l'énergie hydraulique est emmagasinée par le freinage et complétée par l'énergie du moteur au besoin.

Technologies de l'information et des communications (TIC)

Les TIC, y compris les systèmes de transport intelligent (STI), comprennent les appareils qui permettent une planification d'itinéraire optimale, qui fournissent de l'information dynamique sur la circulation, des communications mobiles et qui effectuent le suivi des mouvements du conducteur. Les TIC peuvent comprendre l'utilisation d'unités de géolocalisation (GPS) installées à bord des véhicules et reliées à un système central de données. Cet appareil peut aviser le conducteur de retards potentiels attribuables à la circulation, ce qui lui permet d'optimiser son itinéraire afin de réduire la consommation de carburant du véhicule. Les données de l'unité GPS peuvent aussi être analysées par le transporteur afin d'évaluer le comportement du conducteur, le rendement du véhicule et l'efficacité des autres technologies de réduction des émissions, ce qui lui permet de sans cesse optimiser son processus de gestion logistique.

Mesures incitatives

Niveaux fédéral et provincial

Adopter des règlements pour le contrôle et la réduction des émissions de GES produites par les véhicules intermédiaires et lourds.

La majorité des mesures visant à favoriser l'adoption de ces technologies ont été établies au niveau fédéral et elles reposent principalement sur les normes et règlements de l'industrie du transport par camions lourds. Au Canada, le Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des véhicules lourds et de leurs moteurs (Environnement Canada, 2013) vise à réduire les émissions de CO₂ de 6 % à 23 % pour une gamme de véhicules des années modèles de 2014 à 2018 d'après l'année modèle de base de 2010. Afin que ces cibles puissent être atteintes, on a établi des dispositions spéciales et des options de crédit pour les constructeurs et les importateurs de véhicules et de moteurs, notamment des crédits pour l'innovation et la technologie évoluée pour les véhicules hybrides, électriques et à pile à combustible. Environnement Canada a réduit le fardeau imposé aux constructeurs et aux importateurs de véhicules en adoptant une procédure administrative simplifiée. Le programme est aussi en harmonie avec le programme de l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis pour permettre une meilleure coordination.

Encourager le développement et l'adoption de la technologie grâce aux initiatives de recherche, de démonstration, de sensibilisation et d'aide financière.

Les organismes gouvernementaux peuvent encourager l'adoption des nouvelles technologies pour les véhicules lourds par l'entremise de programmes de financement ou de mise en œuvre de projets de recherche et de démonstration, de programmes de sensibilisation ainsi que de programmes de soutien financier pour les constructeurs et les exploitants de camions. Ci-dessous sont présentés quelques exemples de tels programmes :

- le programme américain SmartWay, qui a été créé en 2004 et qui est considéré une initiative phare du gouvernement fédéral, encourage l'amélioration de l'efficacité environnementale dans l'industrie des véhicules lourds. Il s'agit d'une initiative publique-privée entre l'United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA), les entreprises de camionnage et de logistique ainsi que les organismes fédéraux et étatiques. Notamment, le programme SmartWay permet l'évaluation et la vérification du rendement des nouvelles technologies de réduction des émissions par l'entremise de subventions, d'ententes de coopération et de projets de démonstration (US EPA, 2014);

- Ressources naturelles Canada (RNC) a créé son propre programme en 2012, le programme Écoflotte. Comme le programme SmartWay, le programme Écoflotte fournit aux exploitants de services de transport de marchandises de l'information sur les pratiques exemplaires dans une vaste gamme de domaines, dont la réduction des émissions. Notamment, dans le cadre du programme Écoflotte, on a produit des publications et des trousseaux d'outils encourageant la mise en place de mesures telles que les technologies aérodynamiques et les technologies de réduction de la marche au ralenti, y compris le programme des destinations sans marche au ralenti, qui vise à réduire la marche au ralenti des camions lourds aux frontières internationales;
- le gouvernement du Québec a, pour sa part, créé le programme Écocamionnage pour contribuer à la réduction des GES dans le secteur du transport des marchandises.³⁸ Ce programme, qui sera en vigueur de 2014 à 2017, fournit de l'aide financière aux constructeurs de camions et aux services de transport par camion pour qu'ils puissent acquérir les nouvelles technologies éprouvées qui permettent la réduction des émissions de GES, financer des initiatives de démonstration et d'essai de la technologie et améliorer la logistique en vue de réduire la consommation de carburant et les émissions de GES. Ce programme prévoit aussi des incitatifs à l'intention de l'industrie pour l'acquisition de véhicules lourds utilisant des systèmes de propulsion de remplacement comme la technologie hybride ou le gaz naturel liquéfié ou comprimé.³⁹

Niveaux provincial et municipal

Intégrer la technologie des véhicules lourds aux parcs de véhicules gouvernementaux.

Les organismes gouvernementaux peuvent améliorer le rendement environnemental et économique de leurs parcs de véhicules lourds et faire preuve de leadership en acquérant de nouveaux véhicules ou en effectuant une mise à niveau des véhicules existants, et ce, afin d'incorporer les technologies d'efficacité énergétique et de réduction des GES à ces véhicules. Par exemple :

- le ministère des Transports du Québec a entrepris la mise à l'essai et l'adoption d'une gamme de technologies pour véhicules lourds, dont la réduction de la marche au ralenti, l'éclairage DEL, les atténuateurs de puissance du moteur et les systèmes de transmission évoluée pour son parc de plus de 1 700 véhicules légers et lourds;
- dans la grande région de Toronto, les technologies de réduction de la marche au ralenti sont utilisées pour les véhicules lourds municipaux des villes de Burlington, de Hamilton, de Markham, d'Oshawa et de Toronto, dans la municipalité de Richmond Hill et dans la région de Peel;
- la Ville d'Edmonton a mis en place son propre programme d'utilisation réfléchi du carburant ou Fuel Sense, qui comptait parmi ses mesures de réduction des émissions produites par le parc de véhicules la mise à l'essai des technologies de réduction de la marche au ralenti;
- la Ville de Winnipeg a, pour sa part, fait l'essai de l'utilisation de groupes électrogène d'appoint ou alternative power unit (APU) pour les véhicules du service des eaux et des déchets. Elle a conclu qu'elle pouvait économiser jusqu'à 85 % du carburant utilisé pendant les périodes de marche au ralenti (FCM, 2010).

³⁸ Ce programme ne s'applique pas aux véhicules de transport de passagers.

³⁹ Pour un complément d'information sur ce programme, voir www.mtq.gouv.qc.ca/usagers/vehiculelourd/Pages/programme-aide-ecocamionnage.aspx.

Encourager les services municipaux à adopter les technologies d'économie de carburant pour leurs parcs de véhicules.

Les parcs de véhicules municipaux de ramassage des déchets et des matières recyclables sont souvent des véhicules qui appartiennent à des fournisseurs de services privés. Les municipalités peuvent encourager l'adoption des technologies des véhicules lourds en sensibilisant leurs fournisseurs de services aux options technologiques offertes et en intégrant des clauses portant sur la technologie ou sur l'efficacité énergétique dans les marchés d'acquisition.

Avantages et inconvénients

Les avantages offerts par ces technologies sont notamment les suivants :

- les technologies sont de plus en plus installées à l'usine, mais elles peuvent aussi être ajoutées aux véhicules et fournir la flexibilité requise pour répondre à des besoins particuliers;
- les technologies peuvent contribuer à la réduction de la consommation de carburant et des émissions de GES;
- les technologies peuvent contribuer à réduire les coûts de carburant et d'exploitation permettant aux exploitants de services de transport par camion de gagner du temps;
- la réduction des émissions peut contribuer à l'amélioration de la qualité de l'air et de la santé humaine;
- certaines technologies comme les limiteurs et les régulateurs de vitesse améliorés peuvent aussi contribuer à l'amélioration de la sécurité routière.

Les inconvénients associés à ces technologies sont notamment les suivants :

- les techniques évoluées en matière de matériaux et de traitement liées à certaines technologies peuvent engendrer un coût élevé pour l'utilisateur. Les marges de profit de l'industrie du transport par camion lourd sont habituellement faibles et les investissements doivent produire un rendement relativement rapide;
- l'efficacité de ces technologies repose également sur la formation continue des conducteurs afin qu'ils utilisent adéquatement les nouvelles technologies, et ce, conformément aux pratiques exemplaires de conduite.

Impacts

Le transport routier produit 19 % des émissions de GES totales du Canada, ce qui en fait le secteur qui contribue le plus aux émissions de GES au pays. De plus, 29 % des GES émis par ce secteur, soit environ 5,5 % du total national, sont attribuables aux véhicules lourds diesel (Fonds mondial pour la nature, 2012).

Technologies matérielles

Plusieurs études récemment réalisées portent sur la capacité des options technologiques des véhicules lourds à réduire la consommation de carburant. Ces études ont établi que, de façon individuelle, les technologies des groupes motopropulseurs, soit le moteur et la transmission, peuvent réduire de 5 % à 50 % la consommation de carburant, tandis que les technologies des véhicules, tel que l'aérodynamique, l'IR, les TIC, la résistance au roulement des pneus, etc., pourrait contribuer à réduire de 0 à 15 % la consommation de carburant (NAP, 2010; PIT, 2012; Office de l'efficacité énergétique, 2011; EPA, 2010;

Woodrooffe, 2014). Toutefois, les économies potentielles de carburant dépendent grandement du type de véhicule et du cycle de service, par exemple l'arrêt-démarrage, l'état stationnaire et la variation de chargement, etc (NAP, 2010). Les mesures comme l'amélioration de l'efficacité du moteur et de la transmission ont aussi bien performé pour une gamme de types de véhicules et de cycles de service différents, les systèmes d'entraînement et de soutien hybrides sont plus efficaces pour les véhicules assujettis à une conduite fréquente d'arrêt-démarrage, et les déflecteurs aérodynamiques ainsi que les pneus à faible résistance au roulement sont plus efficaces pour les véhicules effectuant de longs circuits routiers (NAP, 2010).

Certains sont d'avis que le coût d'adoption des nouvelles technologies véhiculaires constitue un obstacle qui nuit à leur mise en œuvre. Toutefois, certaines études indiquent que la période de récupération des coûts de la technologie écoénergétique des camions lourds, en particulier les déflecteurs aérodynamique pour les camions-remorques, ont une période de récupération des coûts qui varie d'un à trois ans (Surcel, Michaelsen, & Provencher, 2008; Surcel, Provencher, & Michaelsen, 2009; NAP, 2010).

Les dispositifs qui limitent la vitesse et les régulateurs de vitesse d'espacement ou prédictifs peuvent grandement contribuer à réduire les émissions. On estime que l'efficacité énergétique diminue de 0,1 m/g chaque fois que la vitesse augmente de 1 mi/h au-dessus de 55 mi/h (~89 km/h), et qu'elle augmente de 9 % lorsque la vitesse est réduite de 68 mi/h (~109 km/h) à 63 mi/h (~101 km/h) (North American Council for Freight Efficiency, 2011). Si la vitesse moyenne des véhicules lourds circulant sur les autoroutes des États-Unis était réduite de 75 mi/h (~121 km/h) à 65 mi/h (~105 km/h), on éliminerait plus de 30 millions de tonnes d'émissions de CO₂ au cours de la prochaine décennie (American Trucking Association, 2008).

Chaque année, on estime que les moteurs des camions et des locomotives stationnaires aux États-Unis consomment plus d'un milliard de gallons de diesel (environ 264 millions de litres) et qu'ils émettent 11 millions de tonnes de CO₂ et 5 000 tonnes de matière particulaire (US EPA, 2014). On estime que l'installation en usine ou l'ajout de dispositifs d'IR réduit les émissions produites de 5 % à 9 % (Carbon War Room, 2012).

La technologie courante des VHE applicable aux véhicules lourds pourrait réduire la consommation de carburant et les émissions de GES de 5 % à 50 %, selon le type de véhicule et le cycle de service (21st Century Truck Partnership, 2006; NAP, 2010; PIT, 2012).

Technologies de l'information et des communications

On estime que l'optimisation de la logistique grâce à l'utilisation des applications des systèmes de transport intelligent pourrait permettre une réduction de 8 % à 16 % des émissions d'ici 2020 (SE Consult, 2009; NAP, 2010). De plus, si une tranche additionnelle de 10 % des longs routiers de classe 8 aux États-Unis augmentait leur efficacité d'à peine 1 % en établissant leurs itinéraires à l'aide de GPS, le secteur éliminerait plus de 20 millions de tonnes d'émissions de CO₂ sur une période de dix ans (Carbon War Room, 2012).

Dans l'ensemble, si on utilise les États-Unis comme étude de cas, la mise en œuvre audacieuse de cinq types de technologies matérielles pour tous les camions de classe 8 pourrait réduire les émissions de CO₂ d'environ 404 millions de tonnes sur une période de dix ans. Si deux autres technologies d'information et de communication étaient aussi mises en place de façon dynamique, on estime qu'une réduction additionnelle de 185 millions de tonnes de CO₂ pourrait être effectuée pendant la même

période. Ainsi, les émissions annuelles produites par les camions lourds seraient réduites de 10 % par rapport aux niveaux actuels, et ce, avec un taux de croissance pour le secteur de 2 %. Si le statu quo est maintenu, le secteur maintiendra une forte croissance annuelle, mais les émissions de CO₂ auront augmenté de 29 % d'ici 2021 (Carbon War Room, 2012).

Contraintes et obstacles liés à la mise en œuvre

- Bien que les questions de coût, de durabilité et de fiabilité ont été examinées en profondeur pour certains systèmes comme les pneus à faible résistance au roulement et les déflecteurs aérodynamiques, d'autres systèmes tel que les moteurs et transmissions, nécessitent des travaux de recherche et de développement supplémentaires.
- Niveau peu élevé de sensibilisation parmi les propriétaires et exploitants de véhicules au sujet de la rentabilité des investissements liés à l'efficacité des véhicules (Aarnink, Faber, & den Boer, 2012; Ricardo-AEA, 2012).
- Incitatifs fractionnés : les propriétaires de camions assument habituellement les coûts des améliorations technologiques, mais ce ne sont pas toujours eux qui assument les coûts du carburant. Donc, il peut être difficile pour eux de comprendre les avantages liés aux investissements (Carbon War Room, 2012).
- En ce qui concerne les camions lourds, le propriétaire du camion et de la remorque peut ne pas être le même; les avantages offerts par les améliorations technologiques apportées à chacune des composantes peuvent ne pas s'appliquer aux deux parties. Les améliorations apportées aux camions et aux remorques peuvent aussi ne pas être entièrement compatibles les unes avec les autres comme les déflecteurs de toiture et les réducteurs d'espace entre le camion et la remorque.
- Les obstacles qui nuisent à l'adoption des véhicules alimentés au gaz naturel comprennent l'incertitude liée à la disponibilité et à la tarification du carburant, la disponibilité des véhicules, la connaissance peu approfondie de la technologie, les perceptions et attitudes au sujet des risques, de la fiabilité et de la période de récupération des coûts suffisamment courte. À la suite des consultations tenues avec les intervenants de l'industrie des transports, il a été conclu que de grands efforts d'information, entre autres, devaient être menés auprès des utilisateurs au sujet de la technologie du gaz naturel afin que ces défis puissent être surmontés (Table ronde sur l'utilisation du gaz naturel dans les transports, 2010).

6.4 UTILISER DES CARBURANTS À FAIBLE TENEUR EN CARBONE

Responsabilité		Les gouvernements fédéral et provinciaux sont responsables de réglementer l'utilisation des carburants à faible teneur en carbone.
Applicabilité	P, M, G	S'applique aux petites, moyennes et grandes municipalités.
Coût	\$\$\$ - \$\$\$\$\$	Les coûts sont principalement assumés par l'industrie de la production et de la distribution des carburants ainsi que par les constructeurs de véhicules.
Potentiel de réduction des GES	2	De faibles pourcentages de biocarburants sont déjà combinés aux carburants traditionnels dans plusieurs régions de l'Amérique du Nord, mais il est peu probable que les biocarburants remplacent de manière significative les carburants traditionnels en raison de la disponibilité limitée des matières premières.
Faisabilité technique	1	La production de biocarburants agricoles à grande échelle n'est peut-être pas possible, tandis la conversion de matières premières non-comestible en biocarburant nécessite des efforts de recherche-développement supplémentaires .
Acceptation sociale	3	Utilisation concurrentielle des matières premières pour le biocarburant et la production alimentaire.
Échéancier de mise en œuvre	Immédiatement, continu	L'adoption des carburants à faible teneur en carbone pour réduire les émissions de GES du secteur des transports est déjà en cours, mais il faudra de 10 à 20 ans pour que ces carburants occupent une plus grande place sur le marché, soit à mesure que le parc de véhicules se renouvellera selon la disponibilité des infrastructures d'approvisionnement..
Échéancier de réduction des GES	Court terme	L'utilisation des biocarburants réduit de façon immédiate la quantité de carburant fossiles à base de pétrole, mais les impacts sur l'utilisation du sol pour leur production peuvent entraîner une perte du milieu naturel et de la biodiversité à moyen à long terme.

Description

Cette section décrit l'utilisation des carburants à faible teneur en carbone dans le but de réduire les émissions de GES. La réglementation sur le contenu des carburants relève des gouvernements fédéral et provinciaux. Par conséquent, cette section fournit de l'information complémentaire à l'ensemble des mesures recommandées, mais elle ne prescrit aucun rôle pour les administrations locales et régionales.

Deux grandes catégories peuvent être établies en ce qui concerne le concept du carburant à faible teneur en carbone : établissement d'une norme de carburant à faible teneur en carbone (LCFS) et utilisation des biocarburants. Les biocarburants sont souvent utilisés par des producteurs assujettis aux règlements de la norme LCFS pour la création de produits de carburant à faible teneur en carbone, mais ils sont également utilisés dans des régions non assujetties à la norme LCFS.

Norme de carburant à faible teneur en carbone

La norme de carburant à faible teneur en carbone (norme LCFS) est un instrument stratégique qui vise à réduire les émissions de GES en réduisant l'intensité des émissions de carbone des carburants et des émissions dans le secteur des transports tout au long du cycle de vie. La norme LCFS vise à encourager l'amélioration de l'efficacité en matière de production et de raffinage du carburant tout en encourageant l'utilisation d'une vaste gamme de carburants de remplacement et l'innovation dans le secteur des technologies liées aux véhicules. La norme LCFS est habituellement axée sur le rendement et elle utilise des mécanismes fondés sur le marché qui permettent aux producteurs de carburant de choisir les méthodes les plus rentables pour se conformer à la norme. Les producteurs génèrent des crédits LCFS lorsque leurs carburants ont une intensité carbonique moins élevée que l'essence ou le diesel traditionnel. Ceux qui ne peuvent pas respecter les limites d'intensité carbonique prescrites pour le carburant reçoivent des débits LCFS équivalents à la différence entre leurs produits et les limites prescrites. Les producteurs de carburants peuvent produire ou mélanger des carburants à faible teneur en carbone, ou ils peuvent acheter des crédits d'autres producteurs de carburants, y compris de producteurs de biocarburants, de fournisseurs d'infrastructures de gaz naturel, de services d'électricité et de producteurs d'hydrogène. À la fin de chaque période de conformité, les producteurs de carburants doivent avoir autant de crédits que de débits, sinon ils sont sujets à des sanctions.

Le gouvernement de la Californie a été l'un des premiers gouvernements en Amérique du Nord à mettre en place une norme LCFS en 2007. En vertu de la norme LCFS de la Californie, les producteurs de carburants à base de pétrole sont tenus de réduire l'intensité carbonique de leurs produits; cette réduction devait d'abord être de 0,25 % en 2011 pour totaliser 10 % en 2020. Les fournisseurs peuvent produire leurs propres carburants à faible teneur en carbone ou acheter des crédits d'autres entreprises qui produisent et vendent des carburants de remplacement à faible teneur en carbone, comme des biocarburants, de l'électricité, du gaz naturel ou de l'hydrogène.

En 2008, la Colombie-Britannique (C.-B.) a adopté sa propre norme LCFS en promulguant sa loi sur la réduction des gaz à effet de serre (*Greenhouse Gas Reduction - Renewable and Low Carbon Fuel*) et son règlement connexe (*Renewable and Low Carbon Fuel Requirements*). Cette loi stipule les exigences relatives au contenu renouvelable des carburants (essence et diesel) utilisés pour les transports et le chauffage, et elle exige des fournisseurs de carburants qu'ils réduisent l'intensité carbonique de leurs produits. En vertu de ces politiques, la C.-B. s'est engagée à réduire les émissions produites au cours du cycle de vie des transports de 10 % d'ici 2020, ce qui contribuera à l'atteinte de la cible globale de la province, qui constitue la réduction, d'ici 2020, des émissions de GES produites par les transports d'au moins 33 % sous les niveaux de 2007.

Biocarburants

Les biocarburants sont dérivés de la biomasse qui est couramment produite par les plantes, les animaux, les micro-organismes et les déchets organiques. Les biocarburants sont principalement différents des carburants fossiles en ce sens qu'ils utilisent de la biomasse qui était récemment vivante, tandis que les carburants fossiles utilisent de la biomasse ancienne qui a été chimiquement modifiée jusqu'à son état actuel. Les deux principaux types de biocarburant utilisés dans le secteur des transports sont l'éthanol et le biodiesel. De nouvelles technologies comme la production de biocarburant à base d'algues sont aussi à l'étude.

La production d'éthanol comprend la fermentation d'aliments comme le maïs, les grains et les pommes de terre pour obtenir de l'alcool. Le mélange de 10 % d'éthanol et de 90 % d'essence se nomme

l'éthanol E10. L'éthanol E10 sans plomb est le mélange d'éthanol et d'essence le plus fréquemment utilisé et son utilisation est approuvée par tous les grands constructeurs automobiles. L'éthanol E85, un mélange composé à 85 % d'éthanol et à 15 % d'essence est un carburant de remplacement qui ne peut être utilisé que dans les véhicules polycarburant, qui sont conçus pour fonctionner à l'essence, à l'éthanol E85 ou avec tout autre mélange de ces deux produits. Les mélanges de carburant éthanol-diesel sont de plus en plus utilisés dans le monde et ils fournissent un combustible plus propre pour l'équipement hors route, les autobus, les camions semi-remorques et les autres véhicules qui utilisent du carburant diesel.

Le biodiesel est un carburant non toxique, biodégradable et renouvelable qui est transformé à partir d'huiles comme l'huile de canola et de soya, les graisses animales, les huiles de cuisson recyclées et les graisses récupérées des restaurants.⁴⁰ Le biodiesel utilisé dans sa forme pure se nomme le B100 et il peut être utilisé pour remplacer le diesel conventionnel. Le biodiesel peut aussi être mélangé au diesel conventionnel (B2, B5 ou B20) et utilisé pour la plupart des moteurs qui fonctionnent au diesel.

Au Canada, la réglementation rendant obligatoire un contenu minimum en biocarburant dans les carburants est déjà en place. Le *Règlement sur les carburants renouvelables*, qui est entré en vigueur en septembre 2010, vise à réduire les émissions de GES en rendant obligatoire un contenu en carburant renouvelable moyen de 5 % en fonction du volume d'essence. Depuis 2002, les provinces de la Colombie-Britannique, de l'Alberta, de la Saskatchewan, du Manitoba et de l'Ontario ont toutes promulgué des règlements exigeant qu'un pourcentage minimal de biocarburant, principalement de l'éthanol, soit combiné aux carburants fossiles conventionnels utilisés dans les transports.

Mesures incitatives

Des incitatifs peuvent être offerts pour les initiatives continues de développement en matière de production de biocarburant et d'utilisation du biocarburant pour les moteurs des véhicules. Au Canada, des programmes fédéraux ont été créés pour appuyer les initiatives de développement du biocarburant, notamment le Programme écoÉNERGIE pour les biocarburants, qui offre des incitatifs aux producteurs de biocarburants en fonction des niveaux de production. Les incitatifs offerts varient de 0,10 \$/L pour les carburants renouvelables qui remplacent l'essence à 0,26 \$/L pour les carburants renouvelables qui remplacent le diesel. Même si les bénéficiaires peuvent recevoir des incitatifs financiers pendant une période maximale de sept années consécutives, le taux des incitatifs diminue tout au long de la durée de vie du programme. Un autre programme fédéral a aussi été créé, le Fonds de biocarburants ProGen, qui appuyait l'aménagement d'installations de production de carburant renouvelable de démonstration à grande échelle⁴¹ et qui a couvert jusqu'à 40 % des coûts du projet, pour un maximum de 200 millions de dollars sur une période de six ans. Le Fonds de biocarburants ProGen ne reçoit maintenant aucune nouvelle demande.

Avantages et inconvénients

Les avantages offerts par ces mesures sont notamment les suivants :

- la norme LCFS est une approche globale axée sur le rendement qui permet aux producteurs de carburants d'utiliser une gamme d'options pour atteindre le contenu global de carburant à faible teneur en carbone;

⁴⁰ Le biodiesel est produit par un processus nommé la transestérification, au cours duquel le pétrole est mis en contact avec un alcool (comme le méthanol) et un catalyseur (comme l'hydroxyde de sodium).

⁴¹ <https://www.sdsc.ca/fr/apply/le-fonds-de-biocarburants-progen>

- plus de 50 % de l'essence qui est offerte aux États-Unis contient au moins 10 % d'éthanol, et au Canada, il existe un grand nombre de stations d'essence qui offrent déjà des carburants E10.

Les inconvénients associés à ces mesures sont notamment les suivants :

- les variables du marché, y compris les incertitudes liées à la disponibilité et au coût des matières premières, la valeur en intensité carbonique des carburants de remplacement, les investissements requis dans les infrastructures de ravitaillement en carburant de remplacement et les préférences des consommateurs, peuvent influencer sur l'efficacité de la norme LCFS à réduire les émissions;
- la norme LCFS doit tenir compte de la possibilité que les producteurs de carburants puissent permuter les ventes et la production entre les marchés qui ont une norme LCFS et ceux qui n'en ont pas, un problème qui ne peut être réglé que si toutes les administrations gouvernementales établissent des normes semblables;
- la demande de cultures comme le maïs et le canola pour la production de biocarburant exerce de la pression sur le secteur de la production alimentaire et pose un risque de concurrence entre les aliments et les carburants;
- les terres requises pour la production de biocarburants devraient être fournies par la transformation de forêts en terres agricoles, ce qui aurait des incidences négatives sur l'habitat des animaux, la biodiversité, le cycle hydrologique et la capacité des forêts d'absorber le dioxyde de carbone;
- l'éthanol E85 a un contenu énergétique plus faible que le carburant conventionnel qui équivaut à environ 25 % à 30 % moins de milles au gallon (US DOE, 2011);
- l'éthanol n'est pas compatible avec les infrastructures des pipelines existants qui transportent le pétrole brut et le gaz naturel puisqu'il a tendance à absorber l'eau;⁴²
- le faible rendement des mélanges d'éthanol dans des conditions hivernales; le mélange d'éthanol maximum est réduit à E75 ou plus bas pour les températures froides, puisque les concentrations plus élevées peuvent être difficiles à enflammer (Royal Society, 2008). De même, seuls les mélanges peu élevés de biodiesel sont recommandés pour la conduite hivernale puisque le carburant forme plus facilement des cristaux que le diesel à base de pétrole.⁴³

Impacts

Norme LCFS

Des analyses réalisées par l'institut UC Davis des études sur les transports (UC Davis ITS, 2014) indiquent que la réduction des émissions de carbone au cours des deux premières années et demie d'entrée en vigueur de la norme LCFS de la Californie équivaut au retrait de 500 000 véhicules de la route. D'autres études ont démontré que de 2011 à 2013, la Californie a élargi l'utilisation de carburants de remplacement à faible teneur en carbone, y compris les carburants autres que les biocarburants, à 0,22 milliard d'équivalents de gallons d'essence par année et a réduit ses émissions de carbone totales de 6,4 millions Mt d'éq. CO₂, ce qui correspond à retirer près d'un million de véhicules de la route pendant un an (LCFS Status Review, juillet 2014).

On estime que la réglementation sur les exigences des carburants renouvelables et à faible teneur en carbone de la Colombie-Britannique (*Renewable and Low Carbon Fuel Requirements Regulation*) a donné lieu à une hausse de 4,5 % de la consommation des carburants de remplacement par rapport à la consommation totale de carburants dans le secteur des transports, en unités d'énergie, à une

⁴² <https://www.rncan.gc.ca/energie/infrastructure/5898>

⁴³ <https://www.rncan.gc.ca/energie/carburants-remplacement/carburants-faits/biodiesel/3522>

diminution d'environ 3,5 % de l'intensité carbonique moyenne des carburants des transports et à l'évitement de 905 kt/année d'émissions de GES en 2012 (Navius Research, 2014). Le gouvernement provincial estime que ces résultats équivalent au retrait de 190 499 automobiles de la route (Globe and Mail, 2014).

Biocarburants

On estime que le *Règlement sur les carburants renouvelables* du Canada a permis une réduction supplémentaire des émissions de GES d'environ 1 Mt d'éq. de CO₂ par année, outre les réductions attribuables aux exigences provinciales existantes déjà en place.

Toutefois, les incidences réelles de l'utilisation et de la production des biocarburants est un sujet controversé. Par exemple, une étude réalisée par Navius Research (2014) indique qu'en remplaçant une unité d'énergie provenant de l'essence ou du diesel par une unité d'énergie provenant de biocarburant réduit habituellement les émissions de GES de 30 % à 90 % (Navius Research, 2014). De plus, la même étude concluait que la contribution des différents biocarburants à la réduction de la consommation de carburants fossiles varierait grandement lorsque l'énergie fossile utilisée pour la production de ce biocarburant est aussi prise en considération, que les différents biocarburants ont un rendement très différent en termes de contribution à la réduction des émissions de GES, que les bilans des GES ne sont pas positifs pour toutes les matières premières et que des GES peuvent aussi être émis par les changements directs et indirects de l'utilisation du sol découlant par la production accrue du biocarburant.

Une controverse semblable se rapporte aux impacts économiques associés à la production de biocarburants. Par exemple, certains modèles économiques démontrent que leur utilisation ferait augmenter le prix des cultures, mais les estimations effectuées dans la littérature sont très variées. Par exemple, selon une étude réalisée en 2013, l'impact des biocarburants sur les prix du maïs en 2015 pourrait entraîner une hausse des prix de 5 % à 53 % (Zhang et al. 2013). Le rapport du Conseil national de recherches (2011) sur la norme de carburant renouvelable comprenait plusieurs études stipulant que les biocarburants entraîneraient une hausse de 20 % à 40 % des prix du maïs de 2007 à 2009. Un document de travail du NCEE indique que selon 19 études examinées, chaque milliard de gallons d'éthanol produit à partir du maïs entraînerait une hausse moyenne des prix à long terme du maïs variant de 2 % à 3 % (Condon et al. 2013).

Contraintes et obstacles liés à la mise en œuvre

- Les matières premières du biocarburant, en particulier le maïs pour l'éthanol, nécessitent de grandes étendues de terrain. Par exemple, les experts du secteur de l'énergie sont d'avis que le remplacement de tous les carburants fossiles par de l'énergie de biomasse nécessiterait deux fois plus de terres agricoles que celles qui existent sur la Terre (Energy BC, 2012). Par conséquent, il est très incertain que l'utilisation à plus grande échelle de l'essence à fort contenu d'éthanol, comme l'éthanol E85, soit possible en Amérique du Nord sans que cela soit défavorable pour les forêts naturelles, la production alimentaire et le prix des aliments.
- Même si l'utilisation de la biomasse non comestible, c'est-à-dire la biomasse cellulosique, comme matière première semble être une solution de remplacement intéressante pour la production de biocarburant que l'utilisation de matières premières plus conventionnelles et comestibles comme le maïs et la canne à sucre, cette technologie en est à ses premiers stades de développement et le processus de transformation demeure long et coûteux. La production de biocarburant cellulosique utilise aussi de la biomasse ayant des densités énergétiques relativement faibles. L'entreposage et le

transport de ces matières nécessiteraient probablement des changements importants aux infrastructures de transport existantes (Richard, 2010).

- Il persiste certaines incertitudes en ce qui concerne l'efficacité des biocarburants à réduire les émissions de GES. Le calcul de la quantité totale d'émissions produites ou évitées par l'utilisation des biocarburants est complexe; il ne suffit pas de brûler du carburant dans des installations d'essai. Des écarts importants entre les estimations des émissions à chaque étape du cycle complet d'un carburant peuvent résulter de la manière dont on détermine l'intensité carbonique relative de l'éthanol et de l'essence ou des différentes hypothèses de modélisation utilisées pour déterminer l'impact des changements en ce qui concerne l'utilisation du sol. Il persiste donc des incertitudes associées à la conformité aux exigences liées aux biocarburants et à l'efficacité des biocarburants de réduire les émissions de GES.
- La mise en œuvre de la norme LCFS peut s'avérer complexe sur le plan administratif. Outre la nécessité de mettre en place des mécanismes stricts de conformité et d'exécution, la norme LCFS doit être suffisamment flexible pour répondre à la dynamique du marché, mais aussi prévisible et de conception uniforme pour minimiser les incertitudes.
- Le Canada a une gamme d'objectifs provinciaux et fédéraux en matière de biocarburant qui oblige les fournisseurs de carburants à inclure du contenu en carburant renouvelable, principalement de l'éthanol, dans l'essence et le diesel. Ce système d'objectifs en matière de carburant entraîne des coûts plus élevés pour les producteurs de carburants ainsi que des pertes d'efficacité dans la chaîne de distribution qui pourraient avoir des incidences sur la disponibilité du carburant sur certains marchés. L'harmonisation des objectifs fédéraux et provinciaux permettrait aux fournisseurs de mettre en marché les carburants renouvelables au plus bas prix possible et de la manière la plus efficace possible, puisque chaque fournisseur serait en mesure d'intégrer de façon stratégique les carburants renouvelables à son mécanisme de distribution existant et en tenant compte des enjeux géographiques.

7 Synthèse et mesures d'évaluation

Afin d'aider les lecteurs à déterminer les mesures qui peuvent contribuer à réduire les émissions de GES produites par le transport urbain qui sont adaptées à leur région et domaine de responsabilité, ce chapitre présente une synthèse des facteurs liés à la mise en application et des indicateurs de performance présentés dans les trois chapitres précédents. Ce chapitre présente aussi une évaluation comparative du potentiel de réduction des GES associé à chaque mesure, ainsi que le rendement en matière de coût, de faisabilité technique et d'acceptation sociale de la mise en œuvre. Cette synthèse et cette évaluation comparative fournissent un point de départ pour la sélection et l'adaptation des mesures en fonction du contexte local du lecteur.

Les lecteurs peuvent utiliser l'information fournie dans le présent chapitre aux fins suivantes :

- dresser la liste des mesures qui s'appliquent à leur territoire d'après la taille de leur municipalité et leur domaine de responsabilité, par exemple en tant qu'organisme de transport collectif, municipalité, etc.;
- utiliser une analyse comparative fondée sur la protection de réduction des émissions de GES pour dresser la liste abrégée des mesures les plus prometteuses;
- tenir compte des mesures en fonction des concessions à faire entre le potentiel de réduction des GES et les coûts, la faisabilité technique et l'acceptation sociale liée à la mise en œuvre.

Pour faciliter la lecture des tableaux et figures du présent chapitre, les mesures sont divisées en fonction des trois approches complémentaires de réduction des GES dans le secteur des transports, et les codes de couleur de la légende ci-dessous ont été utilisés.

Réduire le kilométrage

	<i>Aménagement du territoire</i>
	<i>Options de transport de remplacement</i>
	<i>Tarifcation</i>
	<i>Gestion du stationnement</i>
	<i>Camionnage</i>

Améliorer l'efficacité des systèmes de transport et des conducteurs

	<i>Optimisation des infrastructures et formation des conducteurs</i>
---	--

Encourager l'adoption des technologies de remplacement pour les véhicules et les carburants

	<i>Technologies des véhicules légers, de transport collectif et lourds, carburants à faible teneur en carbone</i>
---	---

7.1 SOMMAIRE DE L'APPLICABILITÉ, DE LA RESPONSABILITÉ ET DE L'ÉCHÉANCIER DE MISE EN ŒUVRE

La section 7-1 présente un tableau sommaire de l'applicabilité des mesures en fonction de la taille de la municipalité, de l'organisme ou des organismes les mieux placés pour mettre ces mesures en œuvre et de la date de début de la mise en œuvre.

7.1.1 Responsabilité de la mise en œuvre

La réduction des émissions de GES produites par les transports nécessite que des efforts soient menés par une vaste gamme d'intervenants. Toutefois, en tant que propriétaires et exploitants d'infrastructures et de services de transport, les municipalités et les organismes de transport collectif peuvent grandement contribuer à la majorité des mesures d'optimisation de l'offre et des systèmes de

transport décrites dans la présente trousse d'outils. L'optimisation de l'aménagement du territoire, du contrôle du stationnement, des services de transport collectif, du transport actif, du contrôle de la circulation et des routes, ainsi que des systèmes de transport constitue l'une des principales responsabilités des organismes locaux et régionaux.

Toutefois, plusieurs mesures ne sont pas du ressort des organismes locaux. Les mesures de tarification à l'échelle de l'économie, notamment la taxe sur le carbone et les frais pour KPV, les normes en matière d'économie de carburant pour les véhicules et le contenu en carbone du carburant, font en général partie des responsabilités des gouvernements provinciaux et fédéral. Les organismes provinciaux ou fédéraux sont également responsables de certaines mesures de péage pour les routes et les infrastructures qui s'appliquent aux routes ou ponts provinciaux à l'intérieur des régions urbaines.

Pour plusieurs de ces mesures, ce sont habituellement des intervenants autres que publics qui sont principalement responsables de la mise en œuvre de ces mesures, mais certains intervenants du secteur public peuvent aussi être des partenaires importants pour la mise en œuvre. Par exemple, les programmes de transport collectif par taxi ou d'autopartage sont habituellement exploités par des entreprises privées ou des organismes sans but lucratif qui possèdent et exploitent les parcs de véhicules.

Tableau 7-1 Sommaire de l'applicabilité, de la responsabilité et de l'échéancier de mise en œuvre

	Mesure	Responsables de la mise en œuvre	Applicabilité	Échéancier de mise en œuvre
Réduire le KPV				
Aménagement du territoire				
1	Aménagement du territoire et croissance intelligente	Municipalités, organismes de transport collectif	Toutes	Immédiatement, continu
Options de transport de remplacement				
2a	Accroître ou élargir l'offre de transport collectif	Organismes de transport collectif, municipalités	Toutes	Court terme
2b	Améliorer les services de transport collectif existants	Organismes de transport collectif, municipalités	Toutes	Immédiatement, continu
3	Offrir un service de transport collectif par taxi	Exploitants de taxis, organismes de transport collectif	P	Court terme
4	Encourager le transport actif	Municipalités	Toutes	Immédiatement
5	Offrir des services d'autopartage	Exploitant privé, municipalités	M, G	Immédiatement
6	Encourager le covoiturage	Employeurs, organismes locaux et régionaux	Toutes	Immédiatement
7	Encourager le télétravail	Employeurs	Toutes	Immédiatement
Mécanismes de tarification				
8	Instaurer des péages routiers et une tarification de zones	Tous les ordres de gouvernement	M, G	Court terme
9	Instaurer une tarification kilométrique	Organismes régionaux ou provinciaux	Toutes	Court à moyen terme
10	Instaurer une tarification d'assurance kilométrique	Compagnies d'assurance, organismes provinciaux	Toutes	Court à moyen terme
11	Instaurer une taxe sur les carburants ou sur le carbone	Organismes régionaux ou provinciaux	Toutes	Court terme
12	Hausser les frais de stationnement	Municipalité locale, exploitants de terrains de stationnement privés	M, G	Immédiatement
13	Offrir des indemnités en remplacement des frais de déplacement ou de stationnement	Employeurs	M, G	Immédiatement
Gestion du stationnement				
14	Optimiser l'utilisation des espaces de stationnement existants	Municipalités, exploitants de terrains de stationnement	M, G	Immédiatement, continu

	Mesure	Responsables de la mise en œuvre	Applicabilité	Échéancier de mise en œuvre
15	Réduire les exigences minimales des espaces de stationnement	Municipalités	M, G	Immédiatement, continu
Camionnage				
16	Améliorer la gestion logistique	Compagnies de transport, exploitants d'installations	M, G	Immédiatement, continu
17	Encourager le transfert modal du fret	Compagnies privées de transport	Limitée	Immédiatement
18	Améliorer l'inspection et l'entretien des camions	Municipalités, camionneurs	Toutes	Immédiatement, continu
Améliorer l'efficacité des systèmes de transport et des conducteurs				
19	Accroître la capacité de l'infrastructure	Organismes locaux, régionaux et provinciaux	Toutes	Court terme
20	Gérer la capacité routière de manière dynamique	Municipalités, organismes de transport provinciaux	Toutes	Immédiatement, continu
21	Instaurer des programmes de gestion dynamique de la vitesse	Municipalités, organismes de transport provinciaux	Toutes	Immédiatement, continu
22	Optimiser le fonctionnement et la synchronisation des feux de signalisation	Municipalités	Toutes	Immédiatement, continu
23	Instaurer la gestion intelligente des accès aux corridors routiers	Municipalités, organismes de transport provinciaux	M, G	Immédiatement
24	Améliorer la gestion des incidents de la circulation	Municipalités, organismes d'intervention	Toutes	Immédiatement, continu
25	Instaurer des mesures de priorité au transport collectif	Organismes de transport collectif, municipalités	Toutes	Immédiatement, continu
26	Encourager la conduite écoénergétique	Organismes gouvernementaux, camionneurs	Toutes	Immédiatement, continu
Encourager l'adoption des technologies de remplacement pour les véhicules et les carburants				
27	Encourager l'adoption des technologies de propulsion plus écoénergétiques pour les véhicules légers	Industrie, gouvernement, compagnies d'électricité locales	Toutes	Immédiatement, continu
28	Implanter les nouvelles technologies pour les véhicules de transport collectif	Industrie, gouvernement, organismes de transport collectif, compagnies d'électricité locale.	Toutes	Immédiatement pour les véhicules hybrides, moyen terme pour les VPC /VE.
29	Encourager l'adoption des nouvelles technologies pour les véhicules lourds	Industrie du camionnage, gouvernement	Toutes	Immédiatement à moyen terme
30	Utiliser des carburants à faible teneur en carbone	Gouvernements provinciaux et fédéral	Toutes	Immédiatement

Les organismes de transport collectif ou les municipalités locales peuvent inclure des exigences opérationnelles dans les contrats de service, et les municipalités peuvent faciliter la prestation de ces services en adoptant des règlements de stationnement permissifs dans les rues. Les programmes de navettage comme le covoiturage et les indemnités en remplacement des frais de déplacement et de stationnement relèvent des employeurs des secteurs public et privé. Les organismes publics peuvent appuyer les efforts de sensibilisation et de coordination et même subventionner de tels programmes. Pour sa part, l'industrie privée de l'automobile a pris en charge l'amélioration du rendement énergétique des véhicules et le développement de nouvelles technologies pour les véhicules. Toutefois, les gouvernements fédéral et provinciaux établissent les règlements et créent des incitatifs qui encouragent les efforts de développement. Les municipalités et les organismes régionaux peuvent appuyer le déploiement et l'adoption de technologies évoluées pour les véhicules en déployant des infrastructures de rechargement, en autorisant l'accès aux voies réservées (p. ex., les voies réservées aux VMO), en promulguant des règlements de stationnement à l'appui et en faisant preuve de leadership dans l'acquisition de véhicules automobiles. De même, la gestion logistique des camions, le transfert modal et l'amélioration de l'efficacité des véhicules lourds sont habituellement pris en charge

par l'industrie du camionnage, même si les organismes publics ont assumé un rôle de soutien en informant le public, en octroyant de l'aide financière et en adoptant des règlements.

7.1.2 Applicabilité selon la taille des municipalités

Un grand nombre de mesures s'appliquent aux petites, moyennes et grandes municipalités. L'aménagement du territoire et les options de transport de remplacement comme le transport collectif, le transport actif, le covoiturage et le télétravail peuvent s'appliquer aux municipalités de toute taille, mais la portée et l'intensité de la mise en œuvre peuvent varier (p. ex., la géographie et le niveau de service). Les mesures de tarification à l'échelle de l'économie comme les taxes sur le carbone ou les carburants, la tarification kilométrique ou la tarification d'assurance kilométrique s'appliquent aux petites, moyennes et grandes municipalités. La plupart des mesures favorisant l'amélioration de l'efficacité des systèmes de transport et des véhicules peuvent être appliquées aux municipalités de toutes tailles, mais ce sont celles où les problèmes de congestion sont les plus grands qui profiteront davantage de ces mesures d'atténuation du débit de circulation et de la congestion (c'est-à-dire les moyennes et grandes municipalités). Enfin, les technologies favorisant l'amélioration de l'efficacité des véhicules sont des mesures universelles qui ne dépendent pas de la taille de la municipalité.

Certaines mesures ne s'appliquent qu'aux moyennes et grandes municipalités où la densité de la population, la demande de déplacements dans certains secteurs et la congestion routière sont plus grandes. Par exemple, les services d'autopartage ne peuvent probablement être mis en place que dans des secteurs où une population suffisante vit à proximité rapprochée des véhicules afin d'assurer une utilisation suffisante et la viabilité financière de services continus d'autopartage. Les péages routiers, la tarification de zones et la hausse des frais de stationnement deviennent des options viables de réduction des émissions de GES lorsque la demande de déplacements et la congestion dans certains secteurs donnés, comme le centre-ville et les principaux centres d'emploi, sont grandes. La mise en œuvre de telles mesures entraîne des coûts de déplacement vers certains secteurs et ces coûts peuvent nuire à la capacité concurrentielle de ces secteurs. Par conséquent, les personnes qui se rendent dans ces secteurs doivent choisir de continuer à s'y rendre à moyen et long terme en utilisant d'autres modes et non choisir de se rendre ailleurs (p. ex., pour travailler et faire leurs emplettes) pour qu'une réduction soutenue des émissions puisse être possible. De plus, les personnes qui choisissent le transport actif ou le transport collectif ne peuvent gagner du temps que s'il existe des problèmes de congestion routière. Enfin, la gestion intelligente des accès aux corridors routiers n'est avantageuse que lorsque les routes urbaines sont congestionnées. Par conséquent, de telles mesures sont habituellement plus appropriées dans les moyennes et grandes municipalités en raison de la densité de la population, de la demande de déplacements et des problèmes de congestion qui leur sont associés.

7.1.3 Échéancier de mise en œuvre

La plupart des mesures décrites dans cette trousse d'outils peuvent être mises en place par les organismes appropriés de façon immédiate ou à court terme, à condition qu'il existe une véritable volonté politique et que les contraintes financières aient été réglées (p. ex., disponibilité du financement et soutien des niveaux supérieurs au sein du gouvernement). En général, de façon immédiate ou à court terme, il n'existe pas de lacunes ni d'obstacles majeurs sur le plan des connaissances et des techniques requises pour la mise en œuvre des politiques, des programmes et des projets qui appuient l'optimisation de l'aménagement du territoire, du transport collectif, du transport actif, du covoiturage, de l'autopartage, de la tarification, du stationnement et des systèmes de transport. De plus, certaines mesures, comme l'aménagement du territoire, l'optimisation des services existants de transport collectif

et de l'utilisation des routes, ainsi que la gestion du stationnement, requièrent une mise en œuvre continue et soutenue à long terme. Certains facteurs de planification, de conception et de construction propres à un emplacement peuvent ralentir la mise en œuvre. Toutefois, les nombreux exemples de telles mesures en Amérique du Nord illustrent que, sur le plan technique, elles peuvent être adoptées et intégrées aux politiques et aux plans lorsque l'occasion se présente, par exemple lors des cycles d'examen de la planification.

Il est possible que certaines mesures ne puissent pas être mises en œuvre de façon immédiate ou à court terme. Notamment, la mise en œuvre complète ou à la grandeur d'une région de mécanismes de tarification peut nécessiter plus de temps dans certaines régions puisque ces mécanismes doivent être accompagnés d'options de transport de remplacement viables et attrayantes, c'est-à-dire d'un système de transport collectif bien établi, afin qu'une réduction importante des GES puisse être réalisée. Dans le cas contraire, les personnes continueront d'utiliser leurs véhicules et de payer des frais de déplacement élevés. La mise en œuvre de mécanismes plus évolués de tarification kilométrique ou de tarification d'assurance kilométrique conçus pour faire le suivi des déplacements d'une personne en fonction de l'heure de la journée et de la zone de déplacement n'est peut-être pas réalisable à court terme, puisque ces mécanismes nécessitent toujours la conception de dispositifs de suivi plus évolués de collecte des frais.

Ces conclusions s'appliquent aussi aux nouvelles technologies de propulsion des véhicules. Les VHE, VHR et VEB légers sont déjà offerts sur le marché canadien, mais les choix sont limités lorsqu'on les compare aux modèles équivalents à carburant fossile. Les contraintes des VEB en ce qui concerne les distances de déplacement, les coûts initiaux d'acquisition et le nombre limité d'infrastructures de recharge ralentissent le rythme d'adoption de ces véhicules. L'essai et le déploiement des infrastructures de recharge ont véritablement débuté dans de nombreuses villes, mais il faudra encore du temps avant que ce déploiement s'effectue à grande échelle. Les autobus à pile à combustible et les autobus entièrement électriques, à l'exception des trolleybus, pourraient être pleinement utilisés à des fins commerciales à moyen terme, d'ici 3 à 10 ans, et les infrastructures de soutien pour les piles à combustible et l'énergie requises ne sont toujours pas en place de façon généralisée en Amérique du Nord. Les améliorations aérodynamiques, les pneus à faible résistance au roulement et les options liées au gaz naturel pour les camions lourds ont démontré leur efficacité et sont déjà viables à des fins commerciales, mais les systèmes de propulsion hybrides-électriques pour les véhicules lourds sont toujours en développement et leur plein déploiement à des fins commerciales ne sera probablement possible qu'à moyen terme.

7.2 POTENTIEL ET ÉCHÉANCIER DE MISE EN ŒUVRE DES MESURES DE RÉDUCTION DE GES

7.2.1 Potentiel de réduction des GES

Le présent rapport présente une évaluation quantitative du potentiel des mesures en ce qui concerne la réduction des émissions de GES pour l'ensemble des transports urbains. Des notes ont été attribuées aux mesures en fonction de deux ouvrages principaux qui comparent le potentiel de réduction des émissions de GES dans le secteur des transports : l'ouvrage intitulé « Moving Cooler Study », qui a été publié par l'Urban Land Institute en 2009, et l'ouvrage intitulé « Cost-Effectiveness of BART Actions to Reduce GHG Emissions Study », qui a été produit par Nelson\Nygaard Consulting Associates en 2008. Les résultats de ces études ont été comparés à la part modale courante des transports au Canada et à leur contribution aux GES. L'**annexe B** fournit des renseignements détaillés sur l'analyse. De façon générale, les résultats de l'analyse sont présentés ci-dessous, en commençant par les mesures qui offrent le plus

grand potentiel de réduction des émissions de GES dans l'ensemble des transports urbains et en terminant par celles qui offrent le moins grand potentiel :

- les mécanismes de tarification à l'échelle de l'économie qui envoient un signal fort aux utilisateurs qu'ils doivent changer leurs comportements de déplacement dans une vaste gamme de secteurs économiques;
- les mécanismes de tarification régionaux et locaux qui envoient un signal fort aux utilisateurs, mais qui s'appliquent à un nombre plus restreint de voyageurs;
- les technologies applicables aux véhicules légers et lourds qui augmentent le rendement énergétique des véhicules ou qui éliminent toute utilisation de carburants fossiles;
- les stratégies de conduite écoénergétiques qui encouragent l'adoption de pratiques de conduite plus écoénergétiques;
- l'aménagement du territoire complet et efficace sur le plan des transports;
- les stratégies de navettage établies par l'employeur et qui ciblent une grande partie des déplacements urbains;
- les options d'offre de transport comme le transport collectif, le transport actif, le covoiturage et l'autopartage;
- les améliorations aux systèmes de transport qui améliorent le débit de la circulation et qui atténuent les causes de la congestion;
- les mesures en vue de réduire les KPV du transport de marchandises dans les zones urbaines.

L'ouvrage « Moving Cooler Study » indique que toute expansion de la capacité des infrastructures, y compris celles qui visent à atténuer certains goulots d'étranglement, finirait par contribuer à l'augmentation nette des émissions de GES cumulatives. On pourrait observer une réduction des émissions et un meilleur débit de la circulation immédiatement après la construction, mais la circulation induite à long terme finirait par éliminer toute réduction des émissions de GES.

Le Tableau 7-2 Sommaire du potentiel et de l'échéancier de réduction des GES présente le sommaire des notes qualitatives de 1 (très faible) à 5 (excellente) attribuées à chaque mesure. Ce tableau indique aussi si une réduction des émissions peut être prévue après la mise en œuvre.

7.2.2 Échéancier de la réduction potentielle des GES

La mise en place de modèles d'aménagement du territoire efficaces sur le plan des transports peut engendrer la réduction des émissions à court terme, mais le plein potentiel de réduction des émissions offert par les mesures d'aménagement du territoire ne sera réalisé probablement qu'à long terme. De même, la hausse des déplacements effectués à l'aide du transport collectif et du transport actif peut engendrer une réduction immédiate des émissions de GES, mais le plein potentiel de telles mesures à l'échelle d'une région ne se réalisera probablement qu'à moyen ou long terme de concert avec les mesures visant l'aménagement du territoire.

Les mécanismes de tarification et les mécanismes de contrôle du stationnement peuvent entraîner une réduction des émissions de GES à court terme en raison de l'impact financier direct sur les conducteurs. De même, l'optimisation des systèmes de transport comme les politiques de contrôle de la vitesse, l'optimisation de la signalisation et des corridors, ainsi que la gestion des incidents, peuvent améliorer le débit de la circulation rapidement après la mise en œuvre de telles mesures. L'expansion de la capacité des routes et des carrefours peut améliorer de façon immédiate le débit de la circulation et réduire les émissions de GES. Toutefois, en l'absence d'autres mesures de contrôle (p. ex., la tarification des

déplacements, les mesures de priorité aux autobus), la circulation induite à long terme peut faire disparaître la réduction des émissions de GES d'abord observée.

Tableau 7-2 Sommaire du potentiel et de l'échéancier de réduction des GES

	Mesure	Potentiel de réduction des GES	Échéancier de réduction des GES
Réduire le KPV			
Aménagement du territoire			
1	Aménagement du territoire et croissance intelligente	4	Long terme
Options de transport de remplacement			
2a	Accroître ou élargir l'offre de transport collectif	3 - 4	Moyen à long terme
2b	Améliorer les services de transport collectif existants	3 - 4	Moyen à long terme
3	Offrir un service de transport collectif par taxi	1	Court terme
4	Encourager le transport actif	3	Moyen à long terme
5	Offrir des services d'autopartage	2 - 3	Court terme
6	Encourager le covoiturage	2 - 3	Court terme
7	Encourager le télétravail	2	Immédiatement
Mécanismes de tarification			
8	Instaurer des péages routiers et une tarification de zones	3	Court terme
9	Instaurer une tarification kilométrique	5	Court terme
10	Instaurer une tarification d'assurance kilométrique	3 - 5	Court terme
11	Instaurer une taxe sur les carburants ou sur le carbone	5	Court terme
12	Hausser les frais de stationnement	2 - 3	Immédiatement
13	Offrir des indemnités en remplacement des frais de déplacement ou de stationnement	2 - 3	Immédiatement
Gestion du stationnement			
14	Optimiser l'utilisation des espaces de stationnement existants	1 - 2	Immédiatement
15	Réduire les exigences minimales des espaces de stationnement	1 - 2	Moyen à long terme
Camionnage			
16	Améliorer la gestion logistique	2 - 3	Court à moyen terme
17	Encourager le transfert modal du fret	1	Court à moyen terme
18	Améliorer l'inspection et l'entretien des camions	1 - 2	Court terme
Améliorer l'efficacité des systèmes de transport et des conducteurs			
19	Accroître la capacité de l'infrastructure	1	Court terme, mais en baisse à long terme
20	Gérer la capacité routière de manière dynamique	1 - 2	Court terme
21	Instaurer des programmes de gestion dynamique de la vitesse	3 - 4	Court terme
22	Optimiser le fonctionnement et la synchronisation des feux de signalisation	2 - 3	Court terme
23	Instaurer la gestion intelligente des accès aux corridors routiers	3 - 4	Court terme
24	Améliorer la gestion des incidents de la circulation	3 - 4	Court terme
25	Instaurer des mesures de priorité au transport collectif	2	Court terme
26	Encourager la conduite écoénergétique	3 - 4	Court à moyen terme
Encourager l'adoption des technologies de remplacement pour les véhicules et les carburants			
27	Encourager l'adoption des technologies écoénergétiques pour les véhicules légers	4 - 5	Moyen à long terme
28	Implanter les nouvelles technologies pour les	1	Moyen à long terme

Mesure	Potentiel de réduction des GES	Échéancier de réduction des GES
véhicules de transport collectif		
29	Encourager l'adoption des nouvelles technologies pour les véhicules lourds	4 - 5
30	Utiliser des carburants à faible teneur en carbone	2

Le plein potentiel des technologies de propulsion et d'efficacité des véhicules ne se réalisera probablement qu'à moyen ou long terme étant donné la grande quantité de temps requis avant que les parcs de véhicules légers, de transport collectif et lourds se renouvellent. Les technologies et les infrastructures de distribution d'énergie ou de rechargement requises par ces nouveaux véhicules sont aussi moins bien établies ou répandues que les systèmes actuellement utilisés pour les carburants fossiles, ce qui ralentit le processus d'adoption de ces mesures ainsi la réduction significative des émissions de GES à court et moyen terme.

7.3 COÛT DE LA MISE EN ŒUVRE, FAISABILITÉ TECHNIQUE ET ACCEPTATION SOCIALE

Le Tableau 7-3 Sommaire des coûts de mise en œuvre, de la faisabilité technique et de l'acceptation sociale présente le sommaire des coûts relatifs de mise en œuvre, des facteurs liés à la faisabilité technique et de l'acceptation sociale des mesures.

Tableau 7-3 Sommaire des coûts de mise en œuvre, de la faisabilité technique et de l'acceptation sociale

Mesure	Coût de mise en œuvre	Faisabilité technique	Acceptation sociale
Réduire le KPV			
Aménagement du territoire			
1	Aménagement du territoire et croissance intelligente	\$ - \$\$\$	Variable
Options de transport de remplacement			
2a	Accroître ou élargir l'offre de transport collectif	\$\$\$\$ - \$\$\$\$\$	2 - 3
2b	Améliorer les services de transport collectif existants	\$\$-\$\$\$	4 - 5
3	Offrir un service de transport collectif par taxi	\$ - \$\$	3
4	Encourager le transport actif	\$ - \$\$\$	3-5
5	Offrir des services d'autopartage	\$ - \$\$	4
6	Encourager le covoiturage	\$	5
7	Encourager le télétravail	\$	4
Mécanismes de tarification			
8	Instaurer des péages routiers et une tarification de zones	\$\$\$	3 - 4
9	Instaurer une tarification kilométrique	\$\$\$	3
10	Instaurer une tarification d'assurance kilométrique	\$\$	4 - 5
11	Instaurer une taxe sur les carburants ou sur le carbone	\$	5
12	Hausser les frais de stationnement	\$ - \$\$	5
13	Offrir des indemnités en remplacement des frais de déplacement ou de stationnement	\$ - \$\$	4
Gestion du stationnement			
14	Optimiser l'utilisation des espaces de stationnement existants	\$, \$\$\$	3, 5
15	Réduire les exigences minimales des espaces de	\$	5

Mesure	Coût de mise en œuvre	Faisabilité technique	Acceptation sociale
stationnement			
Camionnage			
16 Améliorer la gestion logistique	\$\$ - \$\$\$	3	4 – 5
17 Encourager le transfert modal du fret	\$\$\$- \$\$\$\$	1 – 2	4 – 5
18 Améliorer l'inspection et l'entretien des camions	\$\$\$	2 – 3	3
Améliorer l'efficacité des systèmes de transport et des conducteurs			
19 Accroître la capacité de l'infrastructure	\$\$\$\$ - \$\$\$\$\$	2	3
20 Gérer la capacité routière de manière dynamique	\$\$\$	3	4
21 Instaurer des programmes de gestion dynamique de la vitesse	\$\$ - \$\$\$	2 – 3	2 – 3
22 Optimiser le fonctionnement et la synchronisation des feux de signalisation	\$ - \$\$\$	4 – 5	5
23 Instaurer la gestion intelligente des accès aux corridors routiers	\$\$ - \$\$\$\$	3 – 4	2 - 3
24 Améliorer la gestion des incidents de la circulation	\$\$ - \$\$\$	3 – 4	5
25 Instaurer des mesures de priorité au transport collectif	\$ - \$\$\$	2 – 3	3 – 4
26 Encourager la conduite écoénergétique	\$ - \$\$\$	4 – 5	3
Encourager l'adoption des technologies de remplacement pour les véhicules et les carburants			
27 Encourager l'adoption des technologies écoénergétiques pour les véhicules légers	\$\$\$ - \$\$\$\$\$	1 - 3	4 – 5
28 Implanter les nouvelles technologies pour les véhicules de transport collectif	\$\$\$ - \$\$\$\$\$	2 - 3	5
29 Encourager l'adoption des nouvelles technologies pour les véhicules lourds	\$\$\$- \$\$\$\$\$	1 - 3	3 – 4
30 Utiliser des carburants à faible teneur en carbone	\$\$\$ - \$\$\$\$\$	1	3

Afin de mieux illustrer le rendement de chaque mesure, le potentiel de réduction des GES de chacune est représenté par un point par rapport au coût de mise en œuvre, à la faisabilité technique et à l'acceptation sociale. Les résultats sont présentés ci-dessous.

7.3.1 Comparaison entre le potentiel de réduction des GES et le coût de mise en œuvre

Les notes attribuées au potentiel de réduction des émissions de GES sont représentées par un point par rapport au coût de mise en œuvre (pour l'organisme ou les organismes responsables de la mise en œuvre).⁴⁴ Lorsqu'une fourchette de notes s'applique à un indicateur, la note moyenne est représentée par un point (p. ex., le coût est représenté par le symbole \$ - \$\$ correspond à 1,5 \$, tandis que la note

⁴⁴ La mesure « potentiel de réduction des GES / coût de mise en œuvre » ne doit pas être confondue avec le terme « rentabilité ». La rentabilité décrit le coût de réduction d'une quantité donnée, par exemple une tonne d'émissions de GES (\$ / tonne de GES). Les mesures peuvent être rentables, mais n'avoir qu'un faible impact sur les émissions totales de GES. Par exemple, l'élimination des émissions des autobus diesel par l'adoption d'autres technologies véhiculaires peut être rentable. Toutefois, puisque les véhicules de transport collectif contribuent peu aux émissions totales de GES produites dans le secteur des transports au Canada, le potentiel total de réduction des GES est faible.

L'évaluation de la rentabilité ne fait pas partie de la portée du présent rapport, puisque les ressources disponibles ne le permettent pas. L'information recueillie dans la documentation examinée ne permet pas une comparaison de la rentabilité des différentes mesures. Une étude réalisée par Nelson/Nygaard fournit de l'information sur la rentabilité des différentes mesures en ce qui concerne le réseau de transport collectif rapide de la région de la Baie de San Francisco (Bay Area Rapid Transit System). L'annexe B du présent rapport présente cette information.

du potentiel de réduction des émissions de GES des mesures 2 à 4 correspond à 3). La représentation graphique paraît à la figure 7.1 de la page suivante.

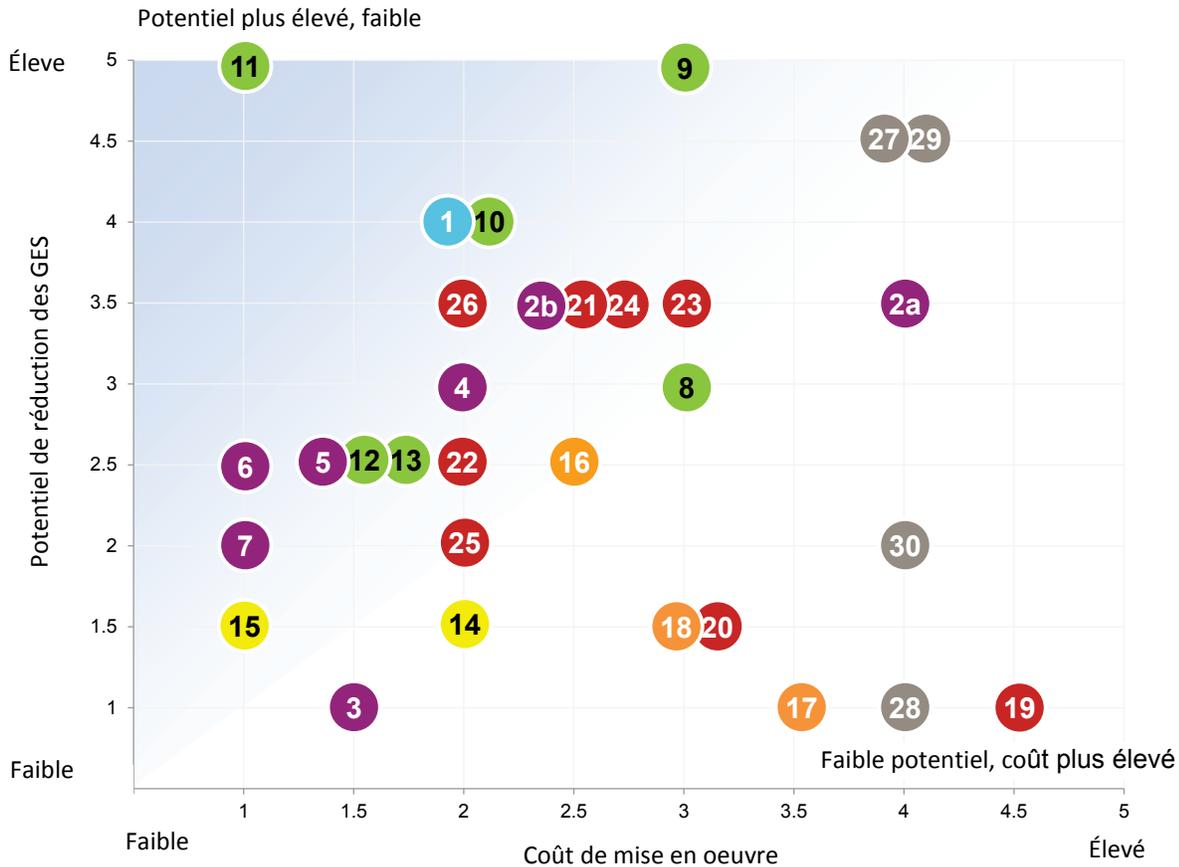
Les mesures qui offrent le plus grand potentiel de réduction globale des GES mais dont la mise en œuvre est la moins coûteuse sont indiquées dans la partie supérieure gauche du graphique qui est ombragée de couleur bleu pâle. Les mesures qui offrent le moins grand potentiel de réduction globale des GES et dont les coûts de mise en œuvre sont les plus élevés sont indiquées dans la partie inférieure droite du graphique. Étant donné la nature qualitative et subjective du classement dans cette étude, l'emplacement des mesures sur le graphique ne doit pas être considéré absolu; il indique plutôt la position d'une mesure par rapport aux autres mesures. Les observations ci-dessous peuvent donc être effectuées en ce qui concerne le graphique.

- La note attribuée à l'aménagement du territoire (1) est élevée en termes de réduction globale des GES. Les coûts de mise en œuvre varient en fonction de la portée des changements apportés aux politiques, aux programmes et aux règlements examinés. Toutefois, comparativement aux autres mesures associées aux immobilisations comme l'expansion du transport collectif ou de la capacité routière, la mise en œuvre de politiques d'aménagement du territoire est généralement associée à un grand potentiel et à des coûts moins élevés.
- En termes d'options de transport de remplacement, l'optimisation du transport collectif (2b) obtient une bonne note en ce qui a trait au potentiel de réduction globale des GES et au coût de mise en œuvre. L'expansion du transport collectif (2a) offre aussi un grand potentiel de réduction des émissions de GES, mais la mise en œuvre de telles mesures requiert des investissements importants. L'amélioration du transport actif (4), le covoiturage (5), l'autopartage (6) et le télétravail (7) n'offrent généralement pas le même potentiel de réduction des émissions de GES que le transport collectif, mais leur faible coût de mise en œuvre leur permet de bien se classer en termes de potentiel de réduction et de coût de mise en œuvre.
- Les mécanismes de tarification (mesures 8 à 13) se situent généralement dans la moitié supérieure gauche du graphique. Ce classement est appuyé par la documentation consultée (Cambridge Systematics Inc., 2009), qui indique que les mécanismes financiers peuvent constituer de forts incitatifs à la réduction importante des émissions de GES. De plus, leur mise en œuvre est habituellement peu coûteuse, puisqu'ils ne nécessitent en général que des changements programmatiques et administratifs et que les coûts en capital associés à l'acquisition d'équipement sont relativement faibles.
- Les mesures de contrôle du stationnement (14, 15) obtiennent des notes relativement faibles en ce qui a trait au potentiel de réduction globale des GES et au coût de mise en œuvre. Bien que la mise en œuvre de ces mesures soit relativement peu coûteuse, leur impact est limité à des zones centrales où la demande de stationnement est élevée.
- Les mesures visant à réduire les KPV des camions se situent au milieu et au bas du graphique. Sur les trois principales mesures examinées, la gestion logistique (16) obtient la note la plus élevée, puisque le coût de mise en œuvre de l'optimisation de l'offre existante est relativement faible. Le transfert modal (17) et les inspections des camions (18) n'entraînent aucun impact majeur pour le transport urbain. Le transfert modal est habituellement non viable pour les déplacements sur de courtes distances à l'intérieur même d'une zone urbaine. Ces deux mesures entraînent des coûts modérés en ce qui concerne l'exploitation de centres de transbordement ou des installations d'inspection.
- L'augmentation de la capacité d'un système de transport pour réduire la congestion et améliorer le débit de la circulation obtient une note peu élevée en ce qui a trait au potentiel de réduction globale des GES et au coût de mise en œuvre (mesures 19, 20). Bien qu'il puisse y avoir d'autres raisons

d'augmenter la capacité des infrastructures (p. ex., le développement économique) et d'améliorer le débit de la circulation, ces mesures nécessitent de plus grands investissements en capital et d'exploitation. De plus, l'amélioration des conditions de conduite et du débit de circulation encourage les conducteurs à utiliser davantage leur véhicule, ce qui peut, à moyen et long terme, les encourager à effectuer plus de déplacements.

- Certaines mesures visant à améliorer le débit de circulation et à atténuer la congestion routière obtiennent des notes élevées, notamment les politiques sur le changement de la vitesse (21), la gestion des incidents (24), la gestion intelligente des accès aux corridors routiers (23) et l'optimisation du fonctionnement et de la synchronisation des feux de signalisation (22). Ces mesures ne reposent pas sur l'aménagement de voies additionnelles, et les municipalités mettent déjà ces mesures en œuvre sur une base continue pour optimiser l'utilisation de leurs infrastructures existantes. De même, l'adoption de mesures de priorité au transport collectif (25) s'avère peu coûteuse. Les véhicules de transport collectif contribuent peu à l'ensemble des GES produits par le secteur des transports, mais les améliorations apportées aux heures des déplacements et à la fiabilité du service peuvent grandement contribuer au transfert modal.

Figure 7-1 Comparaison entre le potentiel de réduction des GES et le coût de mise en œuvre pour l'organisme responsable



1	Aménagement du territoire	11	Taxe sur le carburant/carbone	21	Politiques de changement de la vitesse
2a	Expansion du transport collectif	12	Frais de stationnement	22	Optimisation de la signalisation
2b	Optimisation du service de transport collectif	13	Indemnités en remplacement des frais de déplacement/stationnement	23	Gestion intelligente des accès
3	Transport collectif par taxi	14	Optimisation du stationnement	24	Gestion des incidents de la route
4	Transport actif	15	Exigences de stationnement	25	Mesures de priorité au transport collectif
5	Autopartage	16	Logistique du camionnage	26	Conduite éconénergétique
6	Covoiturage	17	Transfert modal	27	Technologies des véhicules éconénergétiques
7	Télétravail	18	Inspection et entretien des camions	28	Technologies des véhicules de transport collectif
8	Péages routiers	19	Expansion de l'infrastructure routière	29	Technologies des véhicules lourds
9	Tarification kilométrique	20	Gestion dynamique de la capacité	30	Carburants à faible teneur en carbone
10	Tarification d'assurance kilométrique				

- Une note élevée a été attribuée à la mesure qui consiste à encourager la conduite éconénergétique (26) pour tous les conducteurs à l'aide de programmes de sensibilisation et de formation relativement au potentiel de réduction globale des GES et au coût de mise en œuvre. La mise en place de programmes de sensibilisation et de formation est relativement peu coûteuse, et elle peut

engendrer une réduction importante de la consommation de carburant si la conduite éconénergétique est adoptée à grande échelle.

- L'amélioration des technologies des véhicules légers et lourds (27, 29) est généralement une mesure coûteuse, mais qui produit aussi de grands impacts. Cette mesure peut engendrer une diminution importante de la consommation de carburant et des émissions de GES, mais elle nécessite un investissement majeur en termes de développement technologique pour les constructeurs automobiles, les exploitants ou propriétaires des véhicules doivent assumer des coûts d'acquisition plus élevés et les organismes locaux et régionaux doivent assurer le déploiement d'infrastructures de soutien. Toutefois, les économies réalisées en ce qui concerne les coûts d'exploitation n'ont pas été prises en considération dans cette évaluation. Les économies ainsi réalisées par les propriétaires de véhicules ou les exploitants de camions peuvent contrebalancer les coûts d'acquisition d'un véhicule, ce qui accroît l'attrait exercé par ces mesures.
- L'amélioration des technologies des autobus de transport collectif (28) obtient une faible note relativement au potentiel de réduction globale des GES, puisque les véhicules de transport collectif contribuent peu à l'ensemble des émissions de GES produites par le secteur des transports. Ces mesures sont toutefois pertinentes pour les organismes de transport collectif afin qu'ils fassent preuve de leadership et réduisent leurs propres émissions de GES.

7.3.2 Comparaison entre la faisabilité technique et le potentiel de réduction

Les notes attribuées à la faisabilité technique des mesures sont indiquées par rapport aux notes attribuées pour le potentiel de réduction des GES de la même manière que celle indiquée dans la section précédente. Comme l'illustre la Figure 7-2 Comparaison entre le potentiel de réduction des GES et la faisabilité technique de la mise en œuvre, les mesures qui ont un plus grand potentiel de réduction des GES et dont la faisabilité technique est plus grande se situent dans le quadrant supérieur droit du graphique (c'est-à-dire dans la zone ombragée en bleu pâle), tandis que celles qui ont un moins grand potentiel de réduction des GES et qui sont plus difficilement réalisables sur le plan technique se situent dans la partie inférieure gauche.

Les mesures dont la mise en œuvre est considérée plus facile sur le plan technique nécessitent souvent des changements aux politiques, aux programmes ou à la réglementation (sans égard au soutien politique et aux contraintes financières). Ces mesures sont habituellement des mesures pour lesquelles le manque de connaissances ne constitue pas un obstacle important puisqu'elles sont mises en pratique à grande échelle.

Les mesures qui prévoient l'optimisation des systèmes et des services existants se situent en général en milieu de peloton (p. ex., l'optimisation des services de transport collectif, l'optimisation de la signalisation, la gestion des incidents de la circulation, la gestion de la logistique de transport de marchandises). Ces mesures peuvent être considérées comme une mise au point des systèmes existants.

Enfin, les mesures qui sont jugées plus difficilement réalisables sur le plan technique nécessitent habituellement de plus grands efforts de planification, de conception technique, de développement technologique ou de construction (p. ex., l'amélioration de la capacité des infrastructures, l'expansion du service de transport collectif, les politiques de changement de la vitesse, le transfert modal du fret, le développement de systèmes de propulsion pour les véhicules légers et lourds).

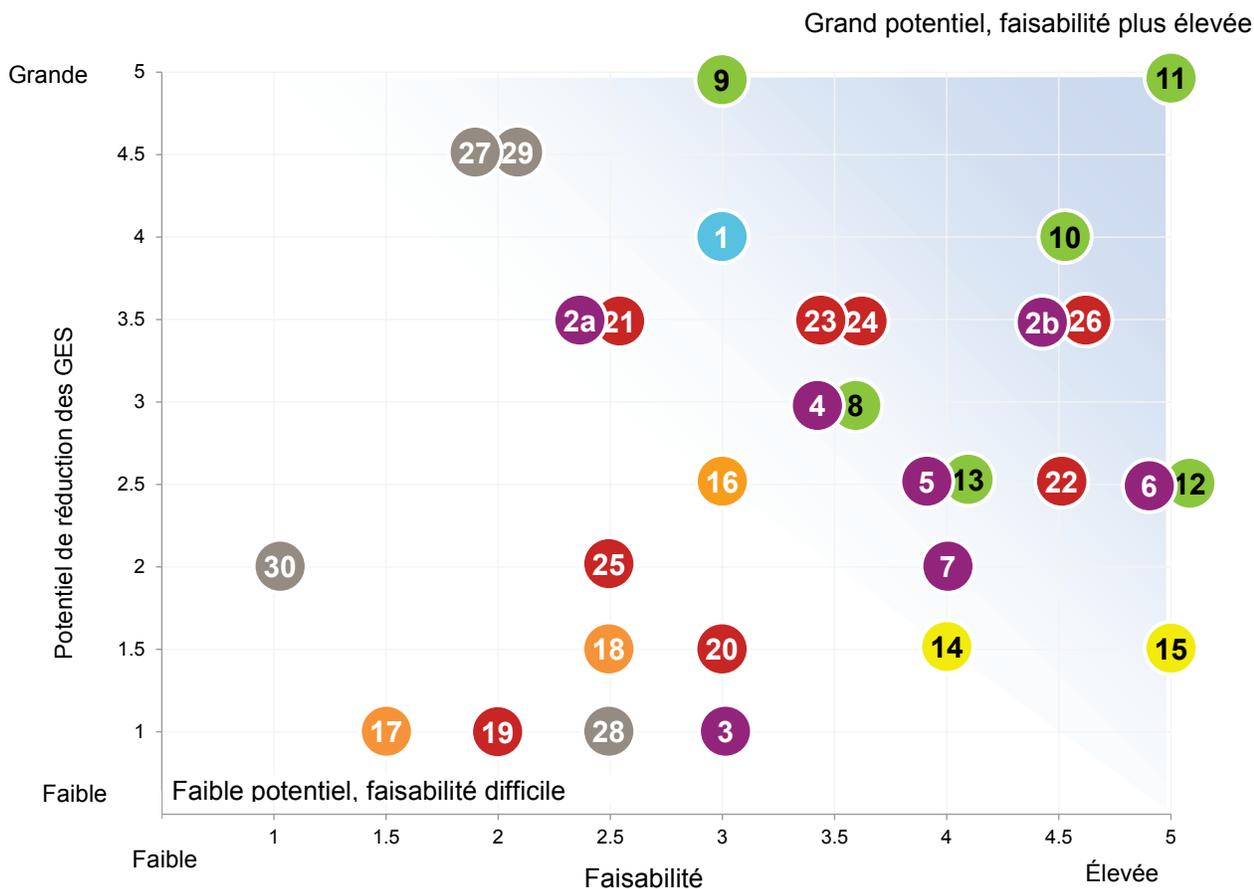
De plusieurs façons, le rendement relatif des mesures en termes de potentiel de réduction des GES et de faisabilité technique est semblable au rendement de ces mesures en termes de coût de mise en œuvre.

Le coût peut parfois être accessoire à la faisabilité technique, puisque les projets les plus complexes et difficiles sur le plan technique sont souvent ceux dont le coût est le plus élevé.

Étant donné le rendement relativement semblable des mesures en ce qui a trait au potentiel de réduction des GES et à la faisabilité technique et du rendement en ce qui a trait au coût de mise en œuvre, il n'est pas nécessaire de présenter ici le sommaire complet de ces mesures. Toutefois, il serait utile de revoir les mesures présentant le plus grand rendement en ce qui a trait à cet indicateur.

- Une fois de plus, de nombreux mécanismes de tarification se classent aux premiers rangs en termes de faisabilité technique par rapport au potentiel de réduction des GES. Les mesures de tarification à l'échelle de l'économie comme les taxes sur le carburant et le carbone (11), la tarification kilométrique (9) et la tarification d'assurance kilométrique (10) obtiennent des notes élevées. Ces mesures ont un grand potentiel de réduction des émissions de GES et leur mise en œuvre est surtout de nature programmatique et administrative. Toutefois, il est important de souligner que, à l'exception de la taxe sur l'essence au niveau régional, ces mesures de tarification à l'échelle de l'économie sont habituellement du ressort des gouvernements provinciaux et fédéral.
- Les mesures encourageant la conduite éconénergétique par des programmes de formation (26), les mesures d'augmentation des frais de stationnement (12) et les mesures encourageant le covoiturage (6) obtiennent des notes relativement élevées. La mise en œuvre est axée sur les politiques et les programmes, tandis que le potentiel de réduction majeure des GES est élevé.
- L'aménagement du territoire (1), l'amélioration des services de transport collectif existants (2b), l'optimisation de la signalisation (22) et la gestion des incidents (23) se situent en milieu de peloton. Aucun écart de connaissances n'est associé à ces mesures et ce sont généralement des activités qui ont déjà été entreprises par de nombreux organismes locaux.

Figure 7-2 Comparaison entre le potentiel de réduction des GES et la faisabilité technique de la mise en œuvre



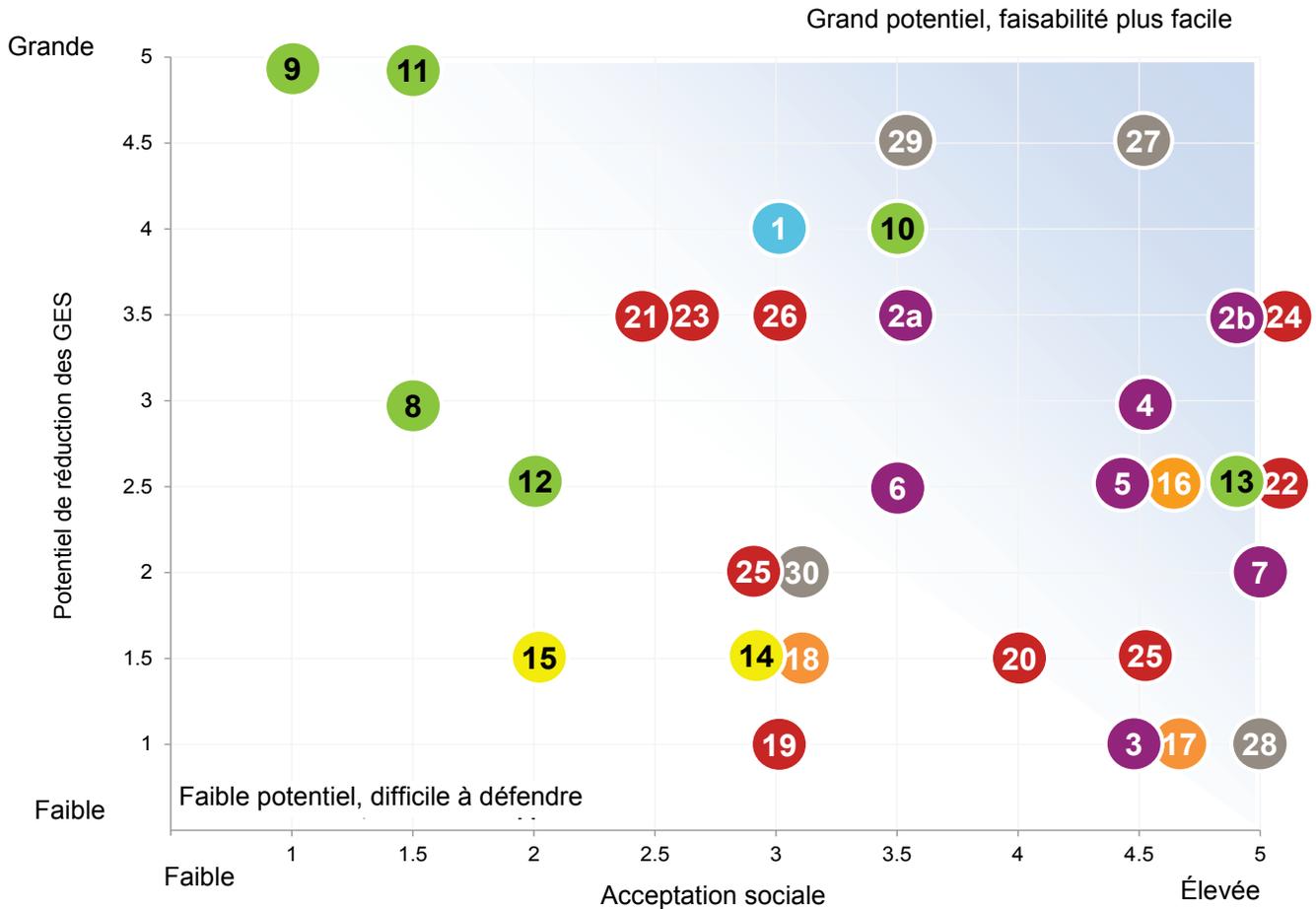
1	Aménagement du territoire	11	Taxe sur le carburant/carbone	21	Politiques de changement de la vitesse
2a	Expansion du transport collectif	12	Frais de stationnement	22	Optimisation de la signalisation
2b	Optimisation du service de transport collectif	13	Indemnités en remplacement des frais de déplacement/stationnement	23	Gestion intelligente des accès
3	Transport collectif par taxi	14	Optimisation du stationnement	24	Gestion des incidents de la route
4	Transport actif	15	Exigences de stationnement	25	Mesures de priorité au transport collectif
5	Autopartage	16	Logistique du camionnage	26	Conduite écoénergétique
6	Covoiturage	17	Transfert modal	27	Technologies des véhicules écoénergétiques
7	Télétravail	18	Inspection et entretien des camions	28	Technologies des véhicules de transport collectif
8	Péages routiers	19	Expansion de l'infrastructure routière	29	Technologies des véhicules lourds
9	Tarification kilométrique	20	Gestion dynamique de la capacité	30	Carburants à faible teneur en carbone
10	Tarification d'assurance kilométrique				

7.3.3 Comparaison entre le potentiel de réduction des GES et l'acceptation sociale

Une autre méthode peut être utilisée pour comprendre le rendement relatif des mesures, c'est-à-dire que l'on peut examiner le potentiel de réduction des GES par rapport à l'évaluation de l'acceptation sociale d'une mesure (p. ex., la volonté politique). Une fois de plus, les notes attribuées au potentiel de réduction des GES et à l'acceptation sociale sont indiquées dans le graphique (Figure 7-3 – Comparaison entre le potentiel de réduction des GES et l'acceptation sociale de la mise en oeuvre). Les mesures qui

sont considérées avoir le plus grand potentiel de réduction des GES et à la fois les plus faciles à défendre sont situées dans la partie supérieure droite du graphique (c'est-à-dire dans la partie ombragée en bleu pâle), tandis que les mesures qui ont le moins grand potentiel et qui sont les plus difficiles à défendre paraissent dans la partie inférieure gauche du graphique.

Figure 7-3 Comparaison entre le potentiel de réduction des GES et l'acceptation sociale de la mise en œuvre



1	Aménagement du territoire	11	Taxe sur le carburant/carbone	21	Politiques de changement de la vitesse
2a	Expansion du transport collectif	12	Frais de stationnement	22	Optimisation de la signalisation
2b	Optimisation du service de transport collectif	13	Indemnités en remplacement des frais de déplacement/stationnement	23	Gestion intelligente des accès
3	Transport collectif par taxi	14	Optimisation du stationnement	24	Gestion des incidents de la route
4	Transport actif	15	Exigences de stationnement	25	Mesures de priorité au transport collectif
5	Autopartage	16	Logistique du camionnage	26	Conduite éconénergétique
6	Covoiturage	17	Transfert modal	27	Technologies des véhicules écoénergétiques
7	Télétravail	18	Inspection et entretien des camions	28	Technologies des véhicules de transport collectif
8	Péages routiers	19	Expansion de l'infrastructure routière	29	Technologies des véhicules lourds
9	Tarification kilométrique	20	Gestion dynamique de la capacité	30	Carburants à faible teneur en carbone
10	Tarification d'assurance kilométrique				

Les observations ci-dessous peuvent être effectuées en ce qui concerne l'évaluation qualitative du potentiel de réduction des GES par rapport à l'acceptation sociale.

- De nombreuses mesures de différentes catégories d'intervention obtiennent des notes élevées en termes d'acceptation sociale. Notamment l'amélioration des services de transport collectif existants (2b), la réduction de la congestion grâce à des interventions rapides après les incidents (24) et l'optimisation du fonctionnement et de la synchronisation des feux de signalisation (22) sont avantageuses pour les usagers de la route et du transport collectif tout en ayant un impact minime ou nul sur les habitudes des usagers ou les frais qu'ils doivent assumer. De même, les investissements effectués dans les modes de transport piétonnier et cycliste et d'autres modes de transport actif (4) obtiennent en général de bonnes notes en termes d'acceptation sociale et des notes passablement élevées en termes de potentiel de réduction des GES.
- Les mesures touchant les services d'autopartage (5), le télétravail (7) et l'optimisation de la gestion logistique du fret (16) peuvent facilement être adoptées puisqu'elles sont généralement appliquées sur une base volontaire, et parce qu'elles fournissent des options pratiques et économiques aux voyageurs et expéditeurs qui peuvent utiliser ces mesures.
- L'aménagement du territoire et la croissance intelligente (1) se situent au centre du peloton en termes d'acceptation sociale. Toutefois, il est important de souligner que l'acceptation sociale des initiatives d'aménagement du territoire peut être extrêmement variable. Les politiques appliquées à l'échelle d'une région peuvent être grandement acceptées sur le plan social parce qu'elles sont considérées des solutions intelligentes et prévoyantes en matière d'aménagement. Toutefois, les projets d'aménagement locaux peuvent susciter de l'opposition pour des raisons associées à la densification, à la congestion, au stationnement, etc.
- Les mécanismes de tarification et de tarification du stationnement ont un grand potentiel de réduction des émissions de GES, mais ils imposent souvent des contraintes ou des sanctions monétaires aux usagers et ces facteurs expliquent la faiblesse des notes qui leur sont attribuées en matière d'acceptation sociale. Plus précisément, la tarification kilométrique (9), la taxe sur le carburant et sur le carbone (11) et la tarification d'assurance kilométrique (10) ont un grand potentiel de réduction, mais elles obtiennent une note moins élevée sur le plan de l'acceptation sociale, ce qui peut être partiellement attribuable au fait que de nombreuses personnes ne connaissent pas bien de tels systèmes. Des programmes d'information et des essais-pilotes sont habituellement requis pour rehausser le niveau de sensibilisation sur cette question, pour que les usagers potentiels comprennent et acceptent ces mesures et pour que la mise en place de tels systèmes soit peaufinée pour en améliorer l'acceptation globale. Par exemple, en démontrant que la tarification kilométrique et la tarification d'assurance kilométrique sont équitables, on peut en améliorer l'acceptation. Ces mesures sont généralement considérées équitables relativement à d'autres mécanismes comme le péage sur les ponts et les frais de stationnement, qui ciblent certains conducteurs, certaines routes et certains secteurs. Ces mesures s'appliquent également à tous les déplacements, qu'ils soient effectués par des véhicules électriques ou à essence. Enfin, on peut réduire les préoccupations en matière d'équité et accroître l'acceptation en offrant une compensation aux usagers à faible revenu ou en structurant la tarification ou les méthodes de collecte de sorte que ces mesures n'engendrent aucun revenu, comme dans le cas de la taxe sur le carbone. Par l'information et la sensibilisation, ainsi que par la compensation des revenus, ces mesures de tarification peuvent devenir plus socialement acceptables.
- L'amélioration des véhicules légers (27), du transport collectif (28) et de l'efficacité des véhicules lourds (29) grâce aux technologies véhiculaires obtiennent en général une bonne note en matière d'acceptation sociale. Ces options sont axées sur l'industrie, et l'adoption de ces mesures par les

usagers est habituellement graduelle et volontaire et elle peut engendrer des économies à plus long terme en ce qui concerne les coûts d'utilisation des usagers. Bien que les organismes de transport collectif et les usagers considèrent les technologies des véhicules de transport collectif (28) grandement acceptables sur le plan social, leur impact sur l'ensemble des émissions de GES est faible, ce qui explique pourquoi cette mesure se situe dans la partie inférieure droite de la Figure 7-3 Comparaison entre le potentiel de réduction des GES et l'acceptation sociale de la mise en œuvre.

- L'acceptation sociale de l'expansion de la capacité de l'infrastructure (19) est variable et elle dépend de la portée du projet (cote de 3 en termes d'acceptation sociale à la Figure 7-3). Les mesures à petite échelle peuvent être relativement simples à intégrer au milieu urbain existant, mais l'expansion de la capacité routière un plus grand espace et peut susciter une certaine opposition attribuable à l'utilisation accrue des véhicules. Toutefois, à long terme, ces mesures sont aussi susceptibles d'accroître la circulation, ce qui engendre par la suite une plus grande congestion routière, ce qui explique la position de ces mesures au centre ou au bas de la Figure 7-3.

8 Conclusions

Selon le gouvernement fédéral, les émissions de GES produites par le secteur des transports au Canada, qui représentent environ un quart des émissions totales produites au pays, devraient augmenter jusqu'en 2030. Le transport routier produit la grande partie des émissions de GES attribuables au secteur des transports, et les KPV des véhicules légers et lourds augmentent. Les améliorations apportées à l'efficacité énergétique des véhicules ne devraient que ralentir le taux de croissance des émissions. Toutefois, la croissance démographique, la croissance économique et la demande de transport entraîneront une augmentation continue des KPV qui contrebalancera tous les gains d'efficacité réalisés en ce qui concerne la consommation de carburant des véhicules. Malgré les politiques et mesures qui ont été mises en place, le Canada aura de la difficulté à atteindre la cible qu'il s'est fixée à Copenhague, c'est-à-dire la réduction des émissions totales de 17 % sous les niveaux de 2005, et ce, d'ici 2020. Des changements majeurs doivent être apportés à l'aménagement du territoire, aux comportements de déplacement et aux modes de transport pour que le secteur des transports puisse contribuer de manière significative aux efforts de réduction des émissions de GES au Canada.

Le présent rapport renferme une série de mesures qui peuvent être mises en place par des organismes locaux et régionaux afin de réduire les émissions de GES produites par les transports urbains. On y présente aussi des mesures qui peuvent être utilisées par des entreprises privées et des ordres supérieurs de gouvernement afin de fournir une vue d'ensemble de la gamme des possibilités d'action et de faire ressortir le rôle de soutien que peuvent assumer les organismes locaux et régionaux. Afin d'aider les lecteurs à faire le tri parmi la grande quantité d'informations à laquelle ils ont accès, le présent rapport dresse également une vue d'ensemble des avantages offerts par chaque mesure, des options de réduction des GES, des facteurs liés à la mise en œuvre, des contraintes et des obstacles et de la façon dont on peut faire face à ces contraintes et à ces obstacles. Au fil du rapport, on aide les lecteurs à comprendre et à évaluer les mesures potentielles qui peuvent s'appliquer à leur territoire.

Trois approches principales permettent la réduction des émissions de GES produites dans le secteur des transports urbains : la réduction du kilométrage, l'amélioration de l'efficacité des systèmes de transport et des habitudes de conduite, ainsi que l'adoption des nouvelles technologies associées aux véhicules et aux carburants afin d'améliorer le rendement écoénergétique des véhicules. Les mesures qui engendrent une réduction du kilométrage semblent produire les effets les plus durables sur la consommation d'énergie et les émissions de GES puisqu'elles encouragent la modification des comportements de déplacement en faveur de modes et de modèles de transport plus écoénergétiques. Il est aussi important d'améliorer l'efficacité des systèmes de transport afin de maximiser l'utilisation et les bénéfices des investissements existants dans le secteur des infrastructures. Les progrès technologiques réalisés dans les secteurs de la propulsion des véhicules, de l'aérodynamisme et du contenu en carbone des carburants peuvent aussi grandement contribuer à l'élimination de la dépendance aux carburants fossiles pour les transports urbains. Cette trousse d'outils présente un ensemble de 30 mesures différentes qui se situent dans l'une de ces trois catégories d'approches, qui visent toutes la réduction des émissions de GES attribuables aux transports. La plupart de ces mesures peuvent être mises en place par des administrations municipales locales et régionales ou par des organismes de transport, étant donné qu'ils sont principalement responsables de l'aménagement des infrastructures urbaines et de la prestation des services. Le rapport présente aussi des mesures qui s'appliquent aux ordres supérieurs de gouvernement, aux exploitants du secteur privé, aux employeurs et à l'industrie des véhicules afin d'illustrer la vaste gamme des efforts qui peuvent être menés pour réduire les émissions de GES attribuables aux transports.

Le présent rapport évalue de façon qualitative le potentiel des mesures à réduire les émissions de GES produites par les transports urbains. Cette évaluation repose sur l'examen de deux ouvrages importants publiés aux États-Unis qui comparaient les potentiels de réduction des GES d'une vaste gamme de mesures, ainsi que sur l'examen de la part modale courante dans le secteur des transports au Canada et de la contribution de chaque mode de transport aux GES. D'après cet examen, les mécanismes de tarification sont considérés les mesures qui ont le plus grand potentiel de réduction des émissions de GES. Les mesures de tarification ont pour but d'augmenter le coût des déplacements effectués à l'aide d'un véhicule privé. De plus, ces impacts financiers directs peuvent engendrer des changements rapides aux modèles de déplacement et une réduction importante des émissions de GES lorsque des modes de transport de remplacement sont déjà accessibles. Toutefois, ces mécanismes peuvent poser certains enjeux d'équité et d'acceptation sociale puisqu'ils touchent de façon disproportionnée les particuliers à faible revenu. Afin de faire face à ces défis en matière d'équité, il est nécessaire d'adopter des mesures d'atténuation comme l'utilisation des revenus pour améliorer le transport collectif et le transport actif ou pour réduire l'impôt sur le revenu des particuliers à faible revenu.

Les organismes locaux et régionaux peuvent instaurer des mesures de tarification davantage axées sur les régions, par exemple les péages routiers et la tarification de zones, ainsi que la hausse des frais de stationnement, afin de réduire le kilométrage. Par le passé, ces mécanismes de tarification ont été utilisés pour générer des revenus ou pour financer la construction et l'exploitation d'infrastructures. Au Canada, de telles mesures n'ont toujours pas été appliquées pour réduire le kilométrage et les émissions de GES, mais d'autres pays comme le Royaume-Uni et Singapour les ont utilisées avec succès pour atténuer la congestion urbaine. Ces mesures sont habituellement plus efficaces pour la réduction des émissions de GES lorsque la demande de transport et la congestion routière sont grandes en direction et en provenance de la zone ciblée et lorsque le virage vers des formes de transport plus écoénergétiques comme le transport collectif peut être effectué. Si la demande de transport vers une zone en particulier n'est pas suffisamment grande, les péages routiers, la tarification de zones et la hausse des frais de stationnement peuvent engendrer, à moyen et long terme, le transfert des déplacements effectués par les véhicules vers d'autres zones sans péage routier. Le cas échéant, aucune réduction des émissions de GES ne sera réalisée. Par conséquent, les mécanismes de tarification régionale doivent aussi être renforcés par l'amélioration des modes de remplacement comme le transport collectif et le transport actif que l'accès à la zone soit maintenue et que les émissions de GES soient réduites.

Les politiques d'aménagement du territoire et de croissance intelligente sont des éléments clés des efforts de réduction des émissions de GES attribuables aux transports puisqu'elles établissent les conditions essentielles à l'adoption de comportements de déplacement plus efficaces. Pour réduire les déplacements effectués en véhicule ou pour raccourcir les distances parcourues lorsque ces déplacements sont inévitables, il est essentiel de créer des milieux urbains compacts, diversifiés et de grande qualité qui encouragent l'utilisation des modes de transport de remplacement comme le transport collectif et le transport actif. La mise en œuvre des politiques d'aménagement du territoire peut être relativement peu coûteuse puisque ces politiques ne requièrent habituellement que des changements aux politiques, aux programmes et à la réglementation. Bien que les politiques d'aménagement du territoire puissent entraîner la réduction des émissions de GES à court terme, le plein potentiel de modification des comportements de déplacement ne se réalisera qu'à long terme, soit lorsque les modes de transport de remplacement comme le transport collectif seront pleinement opérationnels et encourageront le transfert modal.

Il est tout aussi important d'assurer l'offre de transport de remplacement pour les voyageurs de sorte que les déplacements effectués par des véhicules à un seul occupant puissent être évités. Les

organismes locaux et régionaux sont principalement responsables d'accroître et d'améliorer les services de transport collectif, ainsi que de fournir une infrastructure de transport actif efficace et sécuritaire, mais l'aide financière des gouvernements provinciaux et fédéral est aussi souvent requise dans ce domaine. Les organismes locaux et régionaux peuvent également contribuer à promouvoir l'adoption des services d'autopartage, qui permettent une utilisation plus réfléchie des véhicules, ainsi que des pratiques de covoiturage. Enfin, en permettant aux employés gouvernementaux d'effectuer du télétravail, en adoptant des horaires de travail hebdomadaires comprimés et en encourageant les autres employeurs à en faire tout autant, le gouvernement suggère des options potentielles pour la réduction des déplacements domicile-travail. Ces Options de transport de remplacement forment une gamme d'options pouvant répondre aux exigences de mobilité d'une population en pleine croissance, tout en fournissant des modes de remplacement viables lorsque les mécanismes de tarification des déplacements sont mis en application.

Étant donné l'importance primordiale de l'infrastructure routière urbaine et des déplacements effectués en véhicule, il est important d'optimiser l'efficacité des systèmes de transport existants afin de réduire les émissions de GES produites par le secteur des transports. Certaines mesures à faible coût, mais qui ont de grandes incidences peuvent être utilisées pour réduire la congestion urbaine, dont la modulation des limites de vitesse par rapport à la congestion, la réduction des limites de vitesse sur les autoroutes, l'optimisation de la signalisation pour améliorer le débit sur les corridors routiers et l'amélioration de la gestion des incidents. De même, on considère que l'amélioration de la conduite éconénergétique grâce à la formation des conducteurs est une stratégie relativement efficace si cette stratégie peut atteindre un pourcentage important des conducteurs de véhicules. Les émissions de GES produites par les véhicules de transport collectif peuvent être réduites par l'instauration de mesures de priorité au transport collectif, l'aménagement de voies réservées, la possibilité de passer devant les autres véhicules et la diminution ou la consolidation des arrêts. Ces mesures sont également importantes parce qu'elles peuvent rendre le transport collectif plus attrayant et encourager un plus grand nombre de personnes à effectuer le virage dans le secteur des transports urbains. Parmi toutes les mesures examinées en ce qui concerne l'amélioration de l'efficacité des systèmes de transport, l'expansion de la capacité de l'infrastructure par la mise en œuvre de nouveaux projets de construction est la seule mesure qui affiche un faible potentiel de réduction des GES. Bien que cette mesure puisse engendrer un débit de circulation amélioré immédiatement après la construction, à long terme, le débit de circulation qui en découlera contrebalancera la réduction des GES d'abord observée si aucune nouvelle technologie véhiculaire n'est adoptée.

Le transport de marchandises est un élément essentiel de l'économie des zones urbaines. Toutefois, les camions qui circulent dans les municipalités et dans les villes peuvent contribuer à la congestion routière tout en produisant de la pollution atmosphérique et sonore. Pour minimiser le kilométrage des camions, on doit encourager les entreprises à améliorer leur gestion logistique, à veiller à ce que leurs camions soient pleinement chargés, à optimiser leurs itinéraires afin de réduire au minimum leur kilométrage ou d'éviter les zones congestionnées et à établir des centres urbains de consolidation et de livraison des marchandises.

La plupart des mesures décrites dans la présente trousse d'outils peuvent être mises en application de façon immédiate ou à court terme si la volonté politique est au rendez-vous et si les contraintes financières ont été réglées. En général, il existe peu d'écarts en matière de connaissances ou d'obstacles techniques importants qui empêchent l'aménagement du territoire axé sur les transports, l'utilisation d'options de transport de remplacement et l'amélioration de l'efficacité des systèmes de transport et des conducteurs. Le fait qu'il existe de nombreux exemples de ces mesures mises en place en Amérique

du Nord démontre que, sur le plan technique, elles peuvent être adoptées. La même observation peut être faite pour la majorité des mécanismes de tarification des déplacements dont il est question dans cette trousse d'outils, tel que taxes sur le carbone ou sur les carburants, frais de stationnement, à l'exception des schémas de tarification plus évolués axés sur le kilométrage dont les frais sont établis en fonction de l'heure de la journée ou de la zone de déplacement. Ce type de tarification nécessite le perfectionnement des dispositifs et systèmes de surveillance. Les technologies des systèmes de propulsion de remplacement des véhicules font lentement leur apparition sur le marché, mais les options limitées de véhicules, les contraintes liées aux distances de déplacement, les coûts d'acquisition initiaux et le nombre limité d'infrastructures de rechargement ralentissent l'adoption de ces technologies véhiculaires. Les municipalités et d'autres organismes peuvent continuer à appuyer l'adoption de ces technologies en effectuant une surveillance continue et en faisant la démonstration de ces technologies, en déployant des infrastructures de recharge électrique et en privilégiant l'accès aux espaces de stationnement réservés ou aux voies réservées. Ces mesures peuvent toutes être mises en place à court terme.

La réduction de la consommation de carburants fossiles, de l'utilisation d'énergie et des émissions de GES n'est pas le seul avantage offert par les mesures décrites dans cette trousse d'outils. De nombreuses mesures offrent aussi des avantages connexes en termes de mobilité accrue des voyageurs et d'accessibilité accrue aux destinations. Elles améliorent également l'habitabilité des zones urbaines, l'environnement, la santé publique et la sécurité des voyageurs. En offrant un plus grand nombre d'options de transport et en réduisant la nécessité d'utiliser des véhicules motorisés pour les déplacements, on améliore également l'équité pour les ménages à faible revenu.

Les mesures ou les ensembles de mesures que devraient adopter les organismes locaux et régionaux dépendent, en fin de compte, d'une gamme de facteurs qui vont au-delà des facteurs liés à la mise en œuvre et qui sont présentés dans ce rapport. Notamment, l'état des systèmes et services de transport existants, les contextes politiques, les ressources budgétaires et les horizons temporels d'intervention détermineront le genre de mesures qui doit être adopté. Les possibilités d'action, comme le financement des ordres de gouvernement supérieurs, les plans, politiques ou cycles de renouvellement des infrastructures ainsi que les processus généraux de planification établissent aussi le contexte en fonction duquel les mesures sont définies et choisies. Les responsabilités de l'organisme de mise en œuvre déterminent également les mesures qui peuvent être adoptées et la collaboration requise avec d'autres ordres de gouvernement ou des entreprises privées. Chaque territoire doit finalement évaluer ces facteurs et conditions en fonction du contexte qui lui est propre afin de déterminer les mesures les plus appropriées qui lui permettront de réduire ses émissions de GES attribuables aux transports urbains.

8.1 TRAVAUX À VENIR

Le présent rapport évalue de façon qualitative le potentiel des mesures de réduction des émissions de GES attribuables aux transports, et cette évaluation repose sur l'examen de travaux antérieurs. D'autres recherches et travaux doivent être réalisés pour qu'il soit possible de déterminer de façon quantitative le potentiel de réduction des GES de chaque mesure dans le contexte canadien.

Plus précisément, une évaluation plus complète des potentiels de réduction des GES pourrait être effectuée grâce à l'examen approfondi des conditions et des possibilités locales dans l'ensemble du pays. Il faudrait également déterminer les mesures qui s'appliquent le mieux à chaque contexte et emplacement. Il faudrait aussi formuler des hypothèses sur la portée géographique, l'échéancier de

mise en œuvre et l'intensité des efforts. En tenant compte de ces paramètres dans un contexte donné et pour un emplacement précis, nous disposerions de plus de renseignements sur les coûts économiques, les avantages, la rentabilité et les facteurs liés à la mise en œuvre des mesures. Une telle analyse pourrait être réalisée pour une région, une province ou pour l'ensemble du pays.

Finalement, le présent document contient une grande quantité d'informations sur les diverses mesures, mais il est principalement présenté en format texte. Les ouvrages à venir pourraient utiliser des présentations plus graphiques pour que le document puisse plus facilement être interprété.



9 Bibliographie

- 21st Century Truck Partnership. (2006). Roadmap and Technical White Paper . US Department of Energy and 21st Century Truck Partnership.
- Aarnink, S., Faber, J., & den Boer, E. (2012). Market Barriers to Increased Efficiency in the European On-road Freight Sector.
- AASHTO. (2009a). Real Transportation Solutions for Greenhouse Gas Emissions Reductions.
- AASHTO. (2009b). Rough Roads Ahead, Fix Them Now or Pay for It Later.
- 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. Montréal: Communauté métropolitaine de Montréal.
- AECOM Tecscult Inc. (2010). Plan de transport collectif de Rimouski. Montréal.
- Agence de l'efficacité énergétique. (2007). Guide de Sensibilisation à la réduction de la consommation de carburant et des émissions de gaz à effet de serre en transport. Bibliothèque Nationale du Québec.
- Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie. (2006, Février). Centres de distribution urbaine (CDU) : rationaliser le transport de marchandises en ville. Retrieved Mars 23, 2015, from ADEME: http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/30098_cdu.pdf
- American Trucking Association. (2008). Strategies for Further Reduction of the Trucking Industry's Carbon Footprint. Arlington: ATA.
- Association québécoise pour la maîtrise de l'énergie. (2014, décembre 10). Stationnement incitatif pour le covoiturage des travailleurs de la MRC. Retrieved mars 9, 2015, from Ma municipalité efficace: <http://www.mamunicipaliteefficace.ca/138-11-%C3%A9tudes-de-cas-mrc-de-maskinonge-stationnement-incitatif-pour-covoiturage.html>
- Association québécoise pour la maîtrise de l'énergie. (2014, décembre 10). Taxibus de Rimouski. Retrieved mars 11, 2015, from Ma municipalité efficace: <http://www.mamunicipaliteefficace.ca/72-11-%C3%A9tudes-de-cas-rimouski-taxibus.html>
- ATC. (2010). Indicateurs de transports urbains, Quatrième enquête. Ottawa: Association des transports du Canada
- AVEQ. (2014). Retrieved from <http://www.aveq.ca/actualiteacutes/projet-pilote-daces-aux-voies-reservees-par-les-voitures-electriques-cest-un-depart-a-quebec>
- Barla, P., & Miranda-Moreno, L. (2014). Inventaire et perspectives des émissions de GES dans le secteur du transport des personnes à l'échelle régionale et municipale. Ministère des Transports du Québec
- Barla, P., Lamonde, B., Miranda-Moreno, L. F., & Boucher, N. (2009). Traveled distance, stock and fuel efficiency of private vehicles in Canada: price elasticities and rebound effect. *Transportation* , 36 (4), 389-402.
- Barth, M., & Boriboonsomsin, K. (2008). Real-World CO2 Impacts of Traffic Congestion. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* , 2058, 163-171.
- Bochet, B., Gay, J.-B., & Pini, G. (2004, juillet 26). la ville dense et durable: un modèle européen pour la ville? Retrieved février 06, 2015, from Géo Confluences: <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/doc/transv/DevDur/DevdurScient3.htm>
- Bordoff, J. E., & Noel, P. J. (2008). Pay-As-You-Drive Auto Insurance: A Simple Way to Reduce Driving-Related Harms and Increase Equity. The Brookings Institution.
- Börjesson, M., Eliasson, J., Hugosson, M., & Brundell-Freij, K. (2012). The Stockholm congestion charges – five years on. Effects, acceptability and lessons learnt. Stockholm: Centre for Transport Studies.

- Boucher, I., & Fontaine, N. (2011). L'aménagement et l'écomobilité, Guide des bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable. Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire.
- California Energy Commission. (2007). Full Fuel Cycle Assessment: Well-to-Wheels Energy Inputs, Emissions, and Water Impacts.
- Cambridge Systematics Inc. (2009). Moving Cooler: An analysis of Transportation Strategies for Reducing Greenhouse Gas Emissions. Urban Land Institute.
- Cambridge Systematics, GeoStats, & MarketLine Research. (2006). Mileage-based user fee demonstration project: Pay-as-you-drive experimental findings, Final Report. Minneapolis: Minnesota Department of Transportation.
- CAP. (2009). Bike Lanes, On-Street Parking and Business. Toronto: Clean Air Partnership.
- Carbon War Room. (2012). Road Transport: Unlocking Fuel-Saving Technologies in Trucking and Fleets.
- Cerema. (2015, mars). En direct des territoires. Transflash , p. 3.
- Chin. (2004). FHWA Temporary Losses of Highway Capacity and Impacts on Performance.
- City of Toronto. (2014). Congestion Management Plan 2014-2018 - Update. Toronto.
- CMHC. (2005). Costing Mechanism to Facilitate Sustainable Community Planning — Background Research and Costing Framework. Ottawa: Canadian Mortgage and Housing Corporation.
- CMHC. (2009). Transit Oriented Development: Canadian Case Studies. Ottawa: Canadian Mortgage and Housing Corporation.
- Conference Board du Canada. (2015). How Canada performs: GDP Growth. Retrieved March 11, 2015, from www.conferenceboard.ca/hcp/provincial/economy/gdp-growth.aspx
- Congress for New Urbanism. (2001). The Principles of New Urbanism. Retrieved février 06, 2015, from Congress for New Urbanism: www.cnu.org/sites/www.cnu.org/files/Charter.pdf
- Conseil de la science et de la technologie. (2010). L'innovation dans la chaîne logistique des marchandises. Québec: Gouvernement du Québec.
- Conseil national de recherches Canada. (2015). Programme Technologies de propulsion des véhicules. Retrieved from <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/solutions/collaboration/tpv.html>
- Covoiturage.ca. (2015). Calculateur des frais d'utilisation de votre véhicule. Retrieved mars 9, 2015, from Covoiturage.ca: <http://www.covoiturage.ca/Calculateur-fr.html>
- Csere, C. (2010, April). The Future of the Internal-Combustion Engine. Retrieved May 19, 2015, from Car and Driver: <http://www.caranddriver.com/features/the-future-of-the-internal-combustion-engine>
- Département des Transports de l'État de Washington.
- Département des Transports du Tennessee. (2003). Strategic Plan for Highway Incident Management in Tennessee.
- Ecohabitation. (2015). Retrieved from http://www.ecohabitation.com/sites/www.ecohabitation.com/files/page/etude_comparative_1_eeed_vs_novoclimat_2.0_-_oe_1.pdf
- Elgie, S., & Lipsey, R. (2015, January 2015). BC's Carbon Tax Shift Works. Financial Post , p. Comment Section.
- Elgie, S., & McClay, J. (2013). BC's Carbon Tax Shift after five years: Results, An Environmental (and Economic) Success Story. Ottawa: Canadian Public Policy.
- Ellis, C. (2002). The New Urbanism: Critiques and Rebuttals. Journal of Urban Design , 7 (3), 261-291.
- Environnement Canada. (2014a). National Inventory Report, 1990-2012, Part 1. Environment Canada.
- Environnement Canada. (2014b). National Inventory Report, 1990-2012, Part 3. Environment Canada.
- Environnement Canada. (2013, Juin 25). Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des véhicules légers (2017-2025). Retrieved Mai 15, 2015, from Environnement Canada.

- Environnement Canada. (2015, Avril 15). Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des véhicules et des camions légers (SOR/2010-201). Retrieved Mai 15, 2015, from Environnement Canada: <http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/fra/reglements/DetailReg.cfm?intReg=192>
- Environnement Canada. (2013). Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des véhicules lourds et de leurs moteurs . Ottawa: Imprimeur de la Reine pour le Canada.
- EPA. (2010). A Glance at Clean Freight Strategies: Improved Aerodynamics. Washington: Environmental Protection Agency.
- Équiterre. (2011). Autopartage. Retrieved mars 9, 2015, from Équiterre: <http://www.equiterre.org/fiche/autopartage>
- État de l'Oregon. (2014). Seven trends that spell trouble for transportation funding. Retrieved June 15, 2015, from Oregon Department of Transportation: www.oregon.gov/ODOT/GOVREL/Pages/Seven_Trends.aspx
- EU Ministers of Transport. (2001, April 4-5). Strategy for Integrating Environment and Sustainable Development into the Transport Policy. 2340th Meeting of the European Union's Council of Ministers . Luxembourg: European Union.
- Ewing, R., Bartholomew, K., Winkelman, S., Walters, J., & Chen, D. (2007). Growing Cooler: The Evidence on Urban Development and Climate Change. Chicago: Urban Land Institute.
- FCM. (2010). Enviro-flottes : réduction des émissions des véhicules lourds municipaux. Ottawa: Fédération canadienne des municipalités.
- FCM. (2013). Rapport national sur les mesures, Initiatives des municipalités pour réduire les émissions de GES. Ottawa: Fédération canadienne des municipalités.
- Federal Highway Administration (FHWA) (2012). Reference Sourcebook for Reducing Greenhouse Gas Emissions from Transportation Sources.
- Federal Transit Administration. (2012). Transit Investments for Greenhouse Gas and Energy Reduction Program: First Assessment Report. Washington.
- FHWA. (2008). Lessons Learned From International Experience in Congestion Pricing.
- FHWA. (février 2012). Reference Sourcebook for Reducing Greenhouse Gas Emissions from Transportation Sources. Federal Highway Administration.
- FHWA. (1995). Strategies to Reduce Greenhouse Gas Emissions from Transportation Sources. Federal Highway Administration.
- FHWA. (2014). Value Pricing in San Francisco.
- FHWA. (2015). Value pricing pilot project: Oregon and Atlanta.
- Fonds d'Action québécois pour le développement durable. (2013, juin 25). Maskinongé et Mauricie - Lancement d'un stationnement incitatif pour le covoiturage. Retrieved mars 9, 2015, from <http://www.faqdd.qc.ca/nouvelles/ctc-maskinonge-stationnement-incitatif-covoiturage-2013-/>
- Fonds mondial pour la nature. (2012). Stratégies de réduction des émissions du transport routier.
- Frank, L., Greenwalg, M., Kavage, S., & Devlin, A. (2011). An Assessment of Urban Form and Pedestrian and Transit Improvements as an Integrated GHG Reduction Strategy. Seattle.
- Fraser Basin Council. (2015). Public Charging. Retrieved from Plug-In BC: <http://pluginbc.ca/charging-stations/public-charging/>
- G. W. Taylor Consulting. (2002). Review of the AirCare On-Road (ACOR) Program. Woodland.
- Gaines, L., & Hartman, C. (2009). Energy Use and Emissions Comparison of Idling Reduction Options for Heavy-Duty Diesel Trucks. Transportation Research Board 88th Annual Meeting.
- German, J. (1997). Presentation to National Energy Modeling System/Annual Energy Outlook Conference. Washington.
- Gouvernement du Canada. (2014b, November 4). Canada-European Union: Comprehensive Economic and Trade Agreement (CETA). Retrieved March 11, 2015, from Ministry of Foreign Affairs, Trade

- and Development Canada: <http://international.gc.ca/trade-agreements-accords-commerciaux/agr-acc/ceta-aecg/understanding-comprendre/overview-aperçu.aspx?lang=eng>
- Gouvernement du Canada. (2014a). Sixième rapport national du Canada sur les changements climatiques. Ottawa: Gouvernement du Canada.
- Gouvernement du Canada. (2014c). Update of Economic and Fiscal Projections - 2014: Part 4 of 4. Retrieved March 11, 2015, from Department of Finance: www.budget.gc.ca/efp-peb/2014/pub/anx01-eng.html
- Gouvernement du Québec. (2015a). Découvrir les véhicules électriques. Retrieved Mai 19, 2015, from <http://vehiculeselectriques.gouv.qc.ca/#>
- Gouvernement du Québec. (2015b). Programme d'inspection et d'entretien des véhicules automobiles lourds. Retrieved 2015 йил 23-Mars from Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques: www.mddelcc.gouv.qc.ca/air/pieval/
- Greene, D. L., Baker, H. H., & Plotkin, S. E. (2011). Reducing Greenhouse Gas Emissions from US Transportation. Pew Center on Global Climate Change.
- Herman, M., Komanoff, C., Orcutt, J., & Perry, D. (1998). Bicycle Blueprint. Retrieved January 27, 2015, from Transportation Alternatives: www.transalt.org/sites/default/files/resources/blueprint/index.html
- Holmes, M. (2012). All Over the Map, A Comparison of Provincial Climate Change Plans. Vancouver: David Suzuki Foundation.
- Hydro-Québec. (2015). Le Circuit électrique. Retrieved Mai 19, 2015, from <https://www.lecircuitelctrique.com/>
- Industrie Canada. (2009). Gestion de la chaîne d'approvisionnement verte - Perspective canadienne des services de logistique et de transport. Industrie Canada.
- Kamal-Chaoui, L., & Robert, A. (2009). Competitive Cities and Climate Change, OECD Regional Development Working Papers no. 2. OECD.
- Karplus, V., Kishimoto, P., & Paltsev, S. (2015). The Global Energy, CO2 Emissions, and Economic Impact of Vehicle Fuel Economy Standards. *Journal of Transport Economics and Policy*, 49 (4), 517-538.
- KT Analytics, Inc. et TDA, Inc. (1990). King County Transportation Management Ordinance Cost Benefit Analysis, Technical Memorandum.
- KT Analytics, Inc. (1995). TDM Status Report: Parking Supply Management. US Department of Transportation, Federal Transit Administration.
- Kuppam, A., Pendyala, R., & Gollakoti, M. (1998). Stated Response Analysis of the Effectiveness of Parking Pricing Strategies for Transportation Control. *Transportation Research Record*.
- L., E., & M., W. (2012). Exploring the Relationship between Travel Demand and Economic Growth. RAND Corporation.
- Lemieux, O. (2015, février 12). Le service UberX maintenant offert à Québec. Retrieved mars 2015, 2015, from ICI Radio-Canada: <http://ici.radio-canada.ca/regions/quebec/2015/02/12/001-uberx-quebec-taxi-service-covoiturage-controverse.shtml>
- Lemoine, D. (2008). Libéralisation, transports des aliments et effet de serre : l'OMC contestée. *Vision durable*.
- Lemoine, S. (2012). Mutualisation logistique: Quelle réalité pour les industriels? Paris.
- Les principes du Nouvel Urbanisme. (1997-2011). Retrieved février 06, 2015, from Congress for the New Urbanism: <http://www.cnu.org/resources/publications/les-principes-du-nouvel-urbanisme-2007>
- Levinson, Z. &. (2010). Transportation Research, Ramp metering and freeway bottleneck capacity.
- Lindley, J. (1986). Quantification of Urban Freeway Congestion and Analysis of Remedial Measures FHWA/RD-87/052.

- Lindsey, R. (Mai 2007). Congestion relief: Assessing the Case for Road Tolls in Canada.
- Martin, E. W., & Shaheen, S. A. (2011a). Greenhouse Gas Emission Impacts of Carsharing in North America. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 12 (4).
- Martin, E., & Shaheen, S. (2011b). The Impact of Carsharing on Public Transit and Non-Motorized Travel: An Exploration of North American Carsharing Survey Data. *Energies*, 4, 2094-2114.
- Martin, E., Shaheen, S., & Lidicker, J. (2010). Carsharing's Impact on Household Vehicle Holdings: Results from a North American Shared-Use Vehicle Survey. Berkeley.
- Mayer, A. (2011, November 24). Canada lags in use of road tolls. Retrieved February 3, 2015, from CBC News: www.cbc.ca/news/canada/canada-lags-in-use-of-road-tolls-1.1012628
- McGuckin, N. (2014). Emerging Trends in US Vehicle Travel Demand. US Energy Information Administration Conference. Washington, DC.
- McKinsey and Company. (2007). Reducing U.S. Greenhouse Gas Emissions: How Much at What Cost?
- McKinsey and Company. (2012). Urban Buses: Alternative Powertrains for Europe.
- Metro Vancouver. (2013, July 26). Metro Vancouver 2040: Shaping Our Future. Retrieved from <http://www.metrovancouver.org/services/regional-planning/PlanningPublications/RGSAadoptedbyGVRDBoardJuly292011.pdf>
- Metro Vancouver. (2014). The Metro Vancouver Car Share Study. Metro Vancouver.
- Metrolinx. (2015). Programs and Services. Retrieved mars 10, 2015, from Smart Commute - Toronto Central: <http://www.smartcommute.ca/toronto-central/programs-services/programs-services/>
- Metropolitan Transportation Commission. (2008). Bay Area High-Occupancy Toll (HOT) Network Study: December 2008 Update. San Francisco.
- Ministère des Finances, Colombie-Britannique. (2015). How the Carbon Tax Works. Retrieved 2015 йил 18-mars from Province of British Columbia: <http://www.fin.gov.bc.ca/tbs/tp/climate/A4.htm>
- Ministres des Transports de l'UE. (2001, April 4-5). Strategy for Integrating Environment and Sustainable Development into the Transport Policy. 2340th Meeting of the European Union's Council of Ministers. Luxembourg: European Union.
- Mitchell, G., Namdeo, A., & Milne, D. (2005). The air quality impact of cordon and distance based road user charging: An empirical study of Leeds, UK. Leeds: Atmospheric environment.
- Mott MacDonald Ltd. (June 2008). Active Traffic Management Monitoring and Evaluation: 4-Lane Variable Mandatory Speed Limits.
- MTQ. (2003). Les déplacements interurbains de véhicules lourds au Québec, Enquête sur le camionnage de 1999. Québec: Ministère des transports du Québec.
- MTQ. (2015, Juillet). Recharge dans les lieux publics. Québec, QC: Ministère des Transports du Québec.
- MTQ. (2013). Réseau Montréalégie.
- MTQ. (2001). Vers un plan de transport: Transport des personnes. Rimouski: Ministère des Transports du Québec, Direction du Bas-Saint-Laurent-Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, Service des inventaires et du Plan.
- Mui, M. (2014, March 12). Fully electric buses too pricey for TransLink. Retrieved from 24 Hours Vancouver: <http://vancouver.24hrs.ca/2014/03/12/fully-electric-buses-too-pricey-for-translink>
- NAP. (2010). Technology and Approaches to Reducing the Fuel Consumption of Medium- and Heavy-Duty Vehicles. Washington, D.C.: National Academy of Science.
- National Energy Board. (2013). Canada's Energy Future 2013, Energy Supply and Demand Projections to 2035. Ottawa: National Energy Board.
- NCHRP. (2010). Preparing State Transportation Agencies for an Uncertain Energy Future. Washington, D.C.: Transportation Research Board.
- Nelson/Nygaard Consulting Associates. (2008). BART Actions to Reduce Greenhouse Gas Emissions: A Cost-Effectiveness Analysis. San Francisco: Bay Area Rapid Transit.

- NESCCAF, ICCT, Southwest Research Institute, TIAX LLC. (2009). Reducing Heavy-Duty Long Haul Combination Truck Fuel Consumption and CO2 Emissions.
- New Car Dealers Association of BC. (2015). Clean Energy Vehicle Program. Retrieved May 19, 2015, from CEVforBC: <https://www.cevforbc.ca/clean-energy-vehicle-program>
- North American Council for Freight Efficiency. (2011). Executive Report - Speed Limiters. Boulder: NACFE.
- NRCan. (2006, June). First Progress Update on the Memorandum of Understanding Respecting Automobile Greenhouse Gas Emissions. Retrieved May 15, 2015, from Natural Resources Canada: <http://www.nrcan.gc.ca/energy/efficiency/transportation/cars-light-trucks/ghg-memorandum/7569>
- NREL. (2014). BC Transit Fuel Cell Bus Project: Evaluation Results Report. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory.
- OCDE. (2003). Road Safety: Impact of New Technologies.
- OECD. (2002). In Strategies to Reduce Greenhouse Gas Emissions from Road Transport: Analytical Methods (p. 52). Paris, France: OECD Publishing.
- Office de l'efficacité énergétique. (2011). Basics of Aerodynamic Devices. Ottawa: Ressources naturelles Canada.
- Office de l'efficacité énergétique. (2015, February 05). National Energy Use Database. Retrieved March 2, 2015, from Natural Resources Canada: oe.e.nrcan.gc.ca/corporate/statistics/neud/dpa/menus/trends/comprehensive/trends_tran_ca.cfm
- Office de l'efficacité énergétique. (2008). Rapport d'étape de l'Enquête sur les véhicules au Canada. Retrieved 2015 from Ressources naturelles Canada: <http://oe.e.nrcan.gc.ca/publications/statistiques/evc08/chapitre2.cfm?attr=0>
- Office national de l'énergie. (2013). Canada's Energy Future 2013, Energy Supply and Demand Projections to 2035. Ottawa: National Energy Board.
- Ontario Ministry of Transportation. (2015, May 15). Cars are EVolving. Retrieved May 19, 2015, from <http://www.mto.gov.on.ca/english/vehicles/electric/index.shtml>
- Parry, I. W. (2005). Is Pay-as-You-Drive Insurance a Better Way to Reduce Gasoline Than Gasoline Taxes? American Economic Association Papers and Proceedings , 95, 287-293.
- PEW Center Global Climate Change. (2011). Solutions Reducing Greenhouse Gas Emissions from U.S. Transportation.
- Pickrell, D. (2014). Has Driving Come to a Halt? Energy Information Administration 2014 Energy Conference. Washington, DC: Volpe National Transportation Systems Center.
- PIT. (2012). Energo Test Results. Alternative Fuel Vehicles Conference. Montréal: FPInnovations.
- Progressive County Mutual Assurance Company, & North Central Texas Council of Governments. (2007). Pay as you drive (PAYD) insurance pilot program, phase 2 final project report.
- Research and Traffic Group. (2000). Rail Passenger and Intercity Bus Technological and Operational Change.
- Ricardo-AEA. (2012). Opportunities to overcome the barriers to uptake of low emission technologies for each commercial vehicle duty cycle.
- RNCan. (2015). Info-Carburant, Comprendre les différents aspects du marché de l'essence au Canada et les facteurs économiques qui influencent les prix . Ottawa: Ressources naturelles Canada.
- Rodier, C., Shaheen, A., & Kemmerer, C. (2008). Smart Parking Management Field Test: A Bay Area Rapid Transit (BART) District Parking Demonstration; Final Report: California Partners for Advanced Transit and Highway Program. University of California at Berkeley: Institute of Transportation Studies.

- Roos, D. (2010, December 06). Does hybrid car production waste offset hybrid benefits? Retrieved May 15, 2015, from Howstuffworks.com: <http://science.howstuffworks.com/science-vs-myth/everyday-myths/does-hybrid-car-production-waste-offset-hybrid-benefits1.htm>
- SE Consult. (2009). The potential of Intelligent Transport Systems for reducing road transport related greenhouse gas emissions. European Commission.
- Shaheen, S., Cohen, A., & Chung, M. (2009). North American Carsharing, 10-Year Retrospective. *Transportation Research Record*, 35-44.
- Shoup, D. (1993). *Cashing Out Employer-Paid Parking: A Precedent for Congestion Pricing?* Berkeley: The University of California Transportation Center.
- Shoup, D. (1997). *Evaluating the effects of cashing out employer-paid parking: Eight case studies.* Los Angeles: Elsevier.
- Siemens AG. (2011). Solutions de péage électroniques, Exemples de projets majeurs dans le monde entier. Allemagne.
- Sinclair Knight Merz. (2007). Review of Perth parking policy.
- Sioui, L., Morency, C., & Trépanier, M. (2012). How Carsharing Affects the Travel Behavior of Households: A Case Study of Montréal, Canada. *Montréal: International Journal of Sustainable Transportation.*
- Société canadienne d'hypothèques et de logement. (2010). Comparaison de quartiers canadiens reflétant les principes du nouvel urbanisme avec des banlieues traditionnelles. Ottawa: SCHL.
- Société canadienne d'hypothèques et de logement. (2005). Mécanismes d'établissement des coûts visant à faciliter la planification de collectivités durables - recherches préliminaires et cadre d'établissement des coûts. Ottawa: Société canadienne d'hypothèques et de logement.
- Société de transport de Laval. (2015). STL Solution mobilité durable. Retrieved mars 10, 2015, from Évolucité: http://www.evolucite.mesges.ca/Saviez-vous_que.asp
- Spychalski, J., & Thomchick, E. (2009). Drivers of Intermodal Rail Freight Growth in North America. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 9 (1), 63-82.
- State of Oregon. (2014). Seven trends that spell trouble for transportation funding. Retrieved June 15, 2015, from Oregon Department of Transportation: www.oregon.gov/ODOT/GOVREL/Pages/Seven_Trends.aspx
- Statistics Canada. (2014b). Table 052-0005 - Projected population, by projection scenario, sex and age group as of July 1, Canada, provinces and territories, annual (persons), CANSIM (database). Retrieved July 17, 2014, from www5.statcan.gc.ca/cansim/a33?lang=eng&spMode=master&themeID=3867&RT=TABLE
- Statistics Canada. (2014a). Table 051-001 - Estimates of population, by age group and sex for July 1, Canada, provinces and territories, annual (persons unless otherwise noted), CANSIM (database). Retrieved July 17, 2014, from www5.statcan.gc.ca/cansim/a33?RT=TABLE&themeID=3869&spMode=tables&lang=eng
- Statistique Canada. (2013, June 24). 2011 NHS Data Tables: Catalogue Number 99-012-X2011031. Retrieved from NHS Focus on Geography Series: www12.statcan.gc.ca/nhs-enm/2011/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?LANG=E&APATH=7&DETAIL=0&DIM=0&FL=M&FREE=0&GC=0&GID=0&GK=0&GRP=0&PID=105619&PRID=0&PTYPE=105277&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2013&THEME=0&VID=0&VNAMEE=Mode%20of%20transportation%20%2820%29&VNAME
- Statistique Canada. (2011). Population, urban and rural by province and territory. Retrieved March 7, 2014, from www.statcan.gc.ca/tables-tableaux/sum-som/l01/cst01/demo62a-eng.htm
- Stevens, M. (2015-08-13). Electric Vehicle Sales in Canada, June 2015 Update. Retrieved October 29, 2015, from Fleetcarma: www.fleetcarma.com/electric-vehicle-sales-canada-june-2015/

- STIF. (2001-06). Guide technique des systèmes de priorité bus aux carrefours à feux.
- Société de transport de Montréal (STM). (2003). Mesures préférentielles pour bus (MPB), Présentation de Michel Labrecque et de Mars Bélanger.
- Société de transport de l'Outaouais (STO). (2009-06-03). Transit companies in the Outaouais region and Montreal unveil the results of joint efforts to reduce greenhouse gases. Retrieved May 24, 2015, from Societe de transport d'Outaouais: www.sto.ca/ligneverte/090603_e.html
- Surcel, M.-D., Michaelsen, J., & Provencher, Y. (2008). Track-test Evaluation of Aerodynamic Drag Reducing Measures for Class 8 Tractor-Trailers. SAE International .
- Surcel, M.-D., Provencher, Y., & Michaelsen, J. (2009). Fuel Consumption Track Tests for Tractor-Trailer Fuel Saving Technologies. SAE International .
- Table ronde sur l'utilisation du gaz naturel dans les transports. (2010). Plan d'action pour le déploiement et l'utilisation du gaz naturel dans le secteur du transport canadien. Ottawa.
- TCRP. (2010). Current Practices in Greenhouse Gas Emissions Savings from Transit. Washington, D.C.: Transportation Research Board.
- TCRP. (2008). Effects of TOD on Housing, Parking and Travel. Washington, D.C.: Transportation Research Board.
- TCRP. (2003). Transit Capacity and Quality Service Manual, 2nd Edition. Washington, D.C.: Transportation Research Board.
- TCRP. (2013). Traveler Response to Transportation System Changes. Washington, D.C.: Transportation Research Board.
- Tecslt. (2006). Projet auto+bus: évaluation d'initiatives de mobilité combinée dans les villes canadiennes. Montréal.
- Tennessee Department of Transportation. (2003). Strategic Plan for Highway Incident Management in Tennessee.
- Texas Transportation Institute. (2002). Urban Mobility Study.
- Translink. (2012). Transit-Oriented Communities Design Guidelines. Burnaby: Translink.
- Transport for London. (2006). Central London Congestion Charging, Impacts Monitoring, Fourth Annual Report. London, UK: Transport for London.
- Transportation Research Board. (2010). Current Practices in Greenhouse Gas Emissions Savings from Transit. Washington.
- Transports Canada. (2011a). Guide de planification et de ressources sur les transports actifs au Canada. Ottawa, Canada: Transports Canada.
- Transports Canada. (2010a). Installations pour navetteurs actifs, Guide à l'intention des municipalités et des employeurs canadiens. Ottawa: Transports Canada.
- Transports Canada. (2010b). Les tendances du covoiturage au Canada et à l'étranger. Retrieved 2015 19-Juin from <http://data.tc.gc.ca/archive/fra/programmes/environnement-pdtu-etudedecas-ec73f-covoiturage-889.htm>
- Transports Canada. (2006). Programme de démonstration en transport urbain, Études de cas sur les transports durables, La taxe de stationnement de TransLink. Vancouver.
- Transports Canada. (2013, December 10). Summary Report - Assessment of a Heavy Truck Speed Limiter Requirement in Canada. Retrieved June 15, 2015, from Heavy Truck Speed Limiter Reports: www.tc.gc.ca/eng/motorvehiclesafety/tp-tp14808-menu-370.htm
- Transports Canada. (2004). Taxibus : transport collectif pour les plus petites villes. From www.tc.gc.ca/media/documents/programs/cs06e_taxibus.pdf
- Transports Canada. (2011b). Transportation in Canada 2011, Comprehensive Review. Ottawa: Minister of Public Works and Government Services.

- Trudeau, A. (2008). Planification des tournées de véhicules pour l'approvisionnement de dépanneurs. Montréal: Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport.
- United States, Department of Energy. (1994). The Climate Change Action Plan: Technical Supplement.
- United States, Department of Transportation (US DOT). (2010). Transportation's Role in Reducing U.S. Greenhouse Gas Emissions. Washington, D.C.:
- US DOT / RITA. (2008). ITS Benefits, Costs, Deployment, Lessons Learned.
- United States, Environmental Protection Agency (US EPA). (2014-10). Office of Transportation and Air Quality Frequent Questions. Retrieved (2015-03-06), from United States Environmental Protection Agency: <http://www.epa.gov/otaq/about/faq.htm>
- US, EPA. (2014). SmartWay Technology. Retrieved Mars 4, 2015: <http://epa.gov/smartway/forpartners/technology.htm>
- URS. (2006). Benefits Analysis for the Georgia Department of Transportation NaviGator Program, Final report.
- Vaca, E., & Kuzmyak, J. (2005). TCRP Report 95: Traveler response to transportation system changes, Chapter 13 - Parking pricing and fees. Washington: Transportation Research Board.
- Vélo Québec. (2009). Aménagements en faveur des piétons et des cyclistes. Montréal: Vélo Québec.
- Verkeer en Waterstaat. (1993). Feiten over het fietsen in Nederland (Facts about cycling in the Netherlands). Den Haag.
- Ville de Montréal. (2013, mai 27). Les mesures préférentielles pour bus nécessaires au développement du transport collectif. Retrieved mars 10, 2015, from Ville de Montréal: http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=8957,99681596&_dad=portal&_schema=PORTAL&id=6617&ret=http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/url/page/transports_fr/rep_publications/rep_actualites/coll_actualites
- Ville de Montréal, Direction des transports. (Mai 2004). Feux sur mesure: Desserte des clientèles spécialisées aux intersections, Présentation dans le cadre de l'AQTR.
- Ville de Toronto. (2014). Congestion Management Plan 2014-2018 - Update. Toronto.
- Ville de Toronto. (2015). Electric Vehicles. Retrieved Mai 20, 2015, from <http://www1.toronto.ca/wps/portal/contentonly?vnextoid=7345fbfa98491410VgnVCM10000071d60f89RCRD&vnextchannel=a201fbfa98491410VgnVCM10000071d60f89RCRD>
- Ville de Vancouver. (2014, Février 12). Electric Vehicles. Retrieved Mai 20, 2015, from <http://vancouver.ca/streets-transportation/electric-vehicles.aspx>
- Ville d'Ottawa. (2014 30-Avril). Redevances d'aménagement proposées pour payer les coûts de la croissance. Retrieved 2015 16-Juin from <http://ottawa.ca/fr/nouvelles/redevances-damenagement-proposees-pour-payer-les-couts-de-la-croissance>
- Vincentric. (2013). Hybrid Analysis. Retrieved May 15, 2015, from <http://vincentric.com/Home/Industry-Reports/Hybrid-Analysis>
- Walker, J. (2011). Human Transit, How Clearer Thinking about Public Transit can Enrich our Communities and our Lives. USA: Island Press.
- Washington State Department of Transportation.
- Weinberger, R., Seaman, M., Johnson, C., & Kaehny, J. (2008). Guaranteed Parking – Guaranteed Driving: Comparing Jackson Heights, Queens And Park Slope, Brooklyn Shows That A Guaranteed Parking Spot At Home Leads To More Driving To Work. University of Pennsylvania for Transportation Alternatives.
- Woodrooffe, J. (2014). Reducing Truck Fuel Use and Emissions: Tires, Aerodynamics, Engine Efficiency and Size and Weight Regulations. Ann Arbor: University of Michigan.
- World Economic Forum. (2009). Supply Chain Decarbonization. Geneva: World Economic Forum.



Annexe A – Production d'énergie et émissions de GES au Canada – Tendances et projections

Tendances de la production d'énergie

À court terme, les combustibles fossiles continueront de répondre dans une large mesure à la demande d'énergie du secteur des transports, car tous les modes de transport au Canada dépendent largement de carburants dérivés du pétrole. Il faudra d'importantes percées dans les technologies de propulsion de véhicules pour réduire cette consommation de combustibles fossiles et cette dépendance à leur égard comme source de carburants prédominante (Transport Canada, 2011b). Les progrès des technologies des voitures hybrides et électriques et des piles pourraient permettre de réduire la dépendance aux combustibles fossiles. Il reste que les parts respectives dans les émissions de GES dépendront toujours des sources d'énergie utilisées pour produire l'électricité qui alimente ces véhicules.

Au Canada, la production d'électricité recourt à plusieurs sources. En 2012, l'hydroélectricité fournissait la plus grande quantité d'énergie au Canada, suivie par l'énergie nucléaire, le charbon, le gaz naturel et les énergies renouvelables (p. ex. énergies éolienne, solaire, marémotrice). L'énergie provenant de la récupération de chaleur (p. ex. processus de récupération de la chaleur industrielle), les carburants dérivés du pétrole (p. ex. mazout, diesel, essence) représentent la principale autre source d'énergie au Canada. Le Tableau A-1 présente une ventilation de la production d'énergie by source for 2012 et 1990.

Si l'on compare la production d'énergie de 1990 à 2012, la proportion des sources d'énergie qui dégagent peu ou pas d'émissions de GES (à l'exclusion des émissions liées à la phase de construction), comme l'hydroélectricité et les sources d'énergie éolienne, solaire et nucléaire, a augmenté en termes de production totale d'énergie, tandis que la proportion de la production issue des sources non renouvelables, dont le charbon – à forte intensité de GES – et les sources de carburants dérivés du pétrole a diminué. La seule exception d'importance est l'utilisation du gaz naturel, bien qu'à moins forte intensité de GES que le charbon et les carburants issus du pétrole, dont l'utilisation a très fortement augmenté entre 1990 et 2012 (873 %). La production d'énergie à partir du vent, du soleil ou des marées, de la récupération de chaleur et des autres sources d'énergie renouvelables a aussi connu une forte augmentation entre 1990 et 2012, bien que son apport à la production totale d'énergie en 2012 demeurait, somme toute, mineure autour de 3,5 %.

En raison des tendances écrites ci-dessus, les émissions totales de GES provenant de la production d'électricité au Canada ont diminué de 1990 à 2012, passant de 93 600 à 88 300 kt CO₂ éq., une baisse de 26 % (voir le tableau A1). Au cours des années 1990, l'utilisation du charbon et du pétrole a mené à une augmentation des émissions de GES, mais le remplacement de ces combustibles en partie par le gaz naturel durant cette période a contribué à la diminution des émissions après 2001 (Environment Canada, 2014a). Le secteur de la production d'électricité ne comptait que pour 13 % du total des émissions du Canada en 2012.

Tableau A 1 Production d'électricité et émissions de GES au Canada en 1990 et 2012

Source	Quantité en 1990 (GWh)	Variation en % (1990-2012)	Quantité en 2012 (GWh)	% du total (2012)
Hydroélectricité	263 000	31 %	345 000	61 %
Énergie nucléaire	68 800	30 %	89 500	16 %
Charbon	82 200	-29 %	58 500	10 %
Gaz naturel	4 140	873 %	40 300	7,2 %
Autres sources renouvelables	26,2	44 175 %	11 600	2,1 %
Récupération de chaleur	0	-	7 530	1,3 %
Produits pétroliers	14 800	-51 %	7 190	1,3 %
Autres	0	-	2 720	0,5 %
Total	432 966		562 340	
Émissions de GES				
Charbon	79 700	-21 %	62 700	71 %
Gaz naturel	2 700	696 %	21 500	24 %
Autres combustibles	11 200	-64 %	4 020	5 %
Autres émissions	-	-	81	0,1 %
Total global	93 600 kt CO₂ éq.	-6 %	88 300 kt CO₂ éq.	
Intensité des émissions de GES	230 g CO ₂ éq./kWh	-26 %	170 g CO ₂ éq./kWh	

Source : (Environnement Canada, 2014b).

En 2012, les émissions de GES des centrales au charbon constituaient encore près des trois quarts (71 %) de toutes les émissions liées à la production d'énergie. Venaient ensuite le gaz naturel, qui représentait près du quart (24 %) de la production d'énergie et des autres sources de combustible (p. ex. mazout léger, mazout lourd, carburant diesel, coke de pétrole et gaz de distillation), lesquels composaient la majorité des 5 % restants (Environnement Canada, 2014b).

Les émissions et l'intensité des émissions de GES varient considérablement de province en province en raison de la demande d'énergie (p. ex. taille de la population) et des sources de production d'énergie (p. ex. charbon, mazout, hydro). En 2012, la production d'électricité en Alberta, en Saskatchewan et en Ontario a contribué le plus aux émissions totales de GES du secteur, tandis que l'Île-du-Prince-Édouard, le Manitoba et la Colombie-Britannique ont contribué le moins. Toutefois, du point de vue de l'intensité de la production d'énergie, la production d'énergie au Québec et au Manitoba se traduit par moins de GES par kilowatt-heure d'électricité que le reste du Canada, tandis que l'intensité de la production d'énergie en Alberta, en Saskatchewan et en Nouvelle-Écosse était la plus élevée. Le tableau suivant donne les émissions et l'intensité des émissions de GES liées à la production d'électricité par province (Environment Canada, 2014b).

Tableau A 2 Émissions et intensité des émissions de GES par province en 1990 et 2012

Territoire de compétence	Émissions de GES (kt CO ₂ éq.)		Intensité des émissions de GES (g CO ₂ éq./kWh)	
	1990	2012	1990	2012
Canada	93 600	88 300	230	170
Colombie-Britannique	803	494	17	8.2
Alberta	39 400	44 200	940	820
Saskatchewan	11 100	15 800	800	750
Manitoba	517	112	26	3,4
Ontario	25 500	14 500	200	96
Québec	1 480	520	13	2,9
Nouveau-Brunswick	5 970	4 050	360	420
Île-du-Prince-Édouard	103	10,7	1 300	22
Nouvelle-Écosse	6 870	7 630	720	700
Terre-Neuve-et-Labrador	1 630	843	45	20
Yukon	93,6	18,4	190	40
Territoires du Nord-Ouest et Nunavut	162	142	360	330

Projections de la production d'énergie

Un rapport intitulé *L'avenir énergétique du Canada* préparé par l'Office national de l'énergie (ONE) projette l'offre et la demande du secteur énergétique canadien jusqu'en 2035. Les projections reposent sur les perspectives macroéconomiques actuelles, l'évolution prévue du prix de l'énergie, les programmes gouvernementaux existants et les règles et la technologie en place. Le rapport fait plusieurs observations concernant la production d'énergie au Canada d'ici 2035 (Office national de l'énergie, 2013):

- Le prix du gaz naturel demeurera concurrentiel pour la production d'énergie en raison des augmentations prévues de la production de gaz de schiste et de gaz de réservoir étanche en Amérique du Nord. En raison de ses taux d'émissions de GES plus faibles que ceux du charbon, des délais de construction plus courts, la possibilité d'assurer une augmentation graduelle de la production et des coûts initiaux d'investissement moins élevés que dans le cas des centrales nucléaires ou au charbon, l'utilisation du gaz naturel continuera d'augmenter au Canada et sa contribution à la production d'électricité devrait doubler d'ici 2035 (de 7 % à 14 %);
- La part de l'énergie nucléaire dans la production d'électricité d'ici 2035 devrait demeurer essentiellement inchangée par rapport à son niveau actuel. Aucune nouvelle centrale nucléaire ne devrait voir le jour dans l'horizon de planification de cette étude. Après le déclassement de la centrale Gentilly 2 au Québec, l'Ontario et le Nouveau-Brunswick restent les deux seules provinces à utiliser l'énergie nucléaire pour produire de l'énergie.
- La production d'électricité à partir de charbon continuera de diminuer, en grande partie grâce aux initiatives des gouvernements et de l'industrie visant à réduire les émissions de GES. En l'occurrence, le nouveau règlement fédéral sur les taux d'émissions de CO₂, très strict, imposera

d'importantes restrictions pour la construction de nouvelles centrales, tandis que les centrales existantes devront ou bien être munies de technologies comme le captage et stockage du carbone (CSC) pour répondre aux nouvelles exigences, ou bien être mises hors service. À la fin de 2013, toutes les centrales au charbon de l'Ontario avaient été mises hors service et d'autres mises hors service étaient prévues en Alberta, en Saskatchewan et en Nouvelle-Écosse. La part du charbon dans la production d'électricité au Canada devrait diminuer de moitié d'ici 2035 (de 10 à 5 %).

- La production d'électricité par des centrales au mazout (à produits pétroliers) devrait demeurer la même jusqu'en 2035.
- La part des sources d'énergie renouvelables autres que l'hydroélectricité, y compris le vent, le soleil, la biomasse, les marées et les vagues, dans la production totale d'énergie continuera d'augmenter et devrait doubler pour se situer autour de 7 % d'ici 2035.
- La production d'hydroélectricité continuera d'augmenter en raison des grands projets actuellement en construction (p. ex. la Romaine au Québec et Muskrat Falls au Labrador) ou en planification en Colombie-Britannique, en Alberta et au Manitoba. Toutefois, une croissance plus rapide des autres formes de production, comme les autres énergies renouvelables (p. ex. éolienne) et la production à partir de gaz fera en sorte que sa part de la production totale devrait baisser jusqu'à environ 56 % d'ici 2035 (alors qu'elle s'établissait à 61 % en 2012).

La diminution de moitié de la production d'électricité à partir de charbon réduirait donc grandement la part de celui-ci dans les émissions de GES, alors que le doublement de l'utilisation de gaz naturel, une source d'énergie dégageant moins de GES ainsi que la croissance de la production hydroélectrique et des autres sources d'énergie renouvelable entraîneront une réduction globale des émissions de GES du secteur de la production d'électricité. Le gouvernement du Canada estime que, compte tenu de ces tendances de la production d'énergie au Canada, la part du secteur de la production d'électricité aux émissions totales de GES devrait diminuer de 33 % en passant de 88 Mt en 2012 à 59 Mt en 2030 (Gouvernement du Canada, 2014a)

Annexe B - Évaluation du potentiel de réduction des GES associé aux mesures

Le présent rapport porte particulièrement sur l'évaluation du potentiel de chacune des mesures de réduire les émissions de GES attribuables aux transports. Toutefois, l'analyse comparative quantitative complète du potentiel de réduction des GES de chaque mesure ne fait pas partie de la portée du mandat qui nous a été confié. Nous proposons plutôt un approche de comparaison qualitative qui est décrite dans les prochains paragraphes.

Le pointage qualitatif de 1 à 5 attribué à chaque mesure proposée dans le présent rapport provient de l'examen des ouvrages comparatifs précédents, de l'examen de la part modale associée aux mesures au Canada et de la contribution des GES produits par chaque mode de transport routier, ainsi que de la revue de la littérature et de la documentation utilisées pour décrire les mesures. Pour ce faire, deux études clés comparant les potentiels de réduction des GES des différentes mesures ont été utilisées : l'étude « Moving Cooler », qui a été publiée par l'Urban Land Institute en 2009 et l'étude « Cost-effectiveness of BART Actions to Reduce GHG Emissions », réalisée par Nelson\Nygaard Consulting Associates en 2008. Nous vous présentons d'abord les résultats de ces études, puis un tableau résumant les potentiels de réduction des GES des différentes mesures. L'échelle, les hypothèses et les suppositions associées aux valeurs de réduction des GES sont aussi présentées, dans la mesure du possible. Cette section présente ensuite un bref examen des émissions de GES courantes attribuables à chaque mode de transport au Canada (données tirées du chapitre 2). Finalement, à la lumière de ces résultats, nous vous présentons également un examen des lignes directrices utilisées pour attribuer un pointage qualitatif à chaque mesure proposée dans le présent rapport. L'annexe se termine par la présentation des pointages des potentiels de réduction des GES attribués aux mesures proposées dans le présent rapport.

Examen des stratégies de réduction des GES attribuables aux transports de l'étude « Moving Cooler »

L'étude « Moving Cooler », réalisée par l'Urban Land Institute, présente une évaluation comparative complète à l'échelle nationale (États-Unis) des stratégies de réduction des émissions de GES attribuables au transport terrestre. Cette étude examine environ 47 stratégies différentes visant à réduire les KPV ou à améliorer le fonctionnement des véhicules ou des systèmes (c.-à-d. en améliorant le rendement énergétique des véhicules grâce à la réduction de la congestion, au contrôle de la vitesse, à la synchronisation de la signalisation, etc.). Bien que bon nombre des mesures incluses dans le présent rapport soient semblables aux stratégies incluses dans l'étude « Moving Cooler », on ne peut pas établir de comparaisons ni de conclusions directes au sujet du potentiel de réduction des GES étant donné les différences de contexte, d'échelle et d'intensité de mise en œuvre. Néanmoins, l'examen des estimations présentées dans l'étude « Moving Cooler » illustre le rendement comparatif des mesures du présent rapport les unes par rapport aux autres.

Dans l'étude « Moving Cooler », les réductions des émissions cumulatives de GES et les coûts de mise en œuvre de chaque stratégie sont évalués sur un horizon de 40 ans, soit de 2010 à 2050. Ils sont comparés aux données de base qui reposent sur le statu quo des taux des déplacements annuels, du prix des carburants et des gains en matière d'efficacité énergétique des véhicules. En vertu du statu quo, les émissions cumulatives du transport routier aux États-Unis sur 40 ans seraient d'environ 67 657 Mt d'émissions de GES.

Les réductions potentielles de GES et les coûts de mise en œuvre des différentes stratégies dépendent du territoire d'application, de la portée, de la date de mise en œuvre et de l'intensité d'application, par exemple le taux des péages ou des taxes, le niveau des services de transport collectif offerts. En général, l'étude « Moving Cooler » tient compte de toutes les stratégies mises en place à l'échelle nationale aux États-Unis qui s'appliquent au transport, urbain, rural et interurbain. Même si cette étude évalue trois niveaux différents de déploiement, il est suffisant dans le cadre du présent rapport de n'examiner qu'un de ces niveaux pour comprendre le rendement relatif des stratégies. Nous avons donc examiné le niveau intermédiaire de déploiement (niveau plus dynamique : mise en œuvre plus rapide, plus généralisée et plus intense). En vertu de ce niveau de déploiement,

[Traduction] Les stratégies sont mises en œuvre plus rapidement, de façon plus généralisée et avec plus d'intensité [que pour le niveau « pratique courante élargie »]. Par exemple, les stratégies de tarification seraient appliquées dans une vaste gamme de régions métropolitaines, et des exigences seraient établies pour assurer l'adoption de régimes d'assurance kilométrique dans les 50 États (Cambridge Systematics Inc., 2009, p. 26).

Le présent rapport ne comprend pas de description complète des stratégies et méthodes d'évaluation proposées. Nous invitons plutôt les lecteurs à consulter l'étude « Moving Cooler » pour obtenir des renseignements plus détaillés à ce sujet.

Le tableau suivant présente les résultats de l'étude « Moving Cooler » en ce qui a trait aux réductions des émissions cumulatives de GES et aux coûts de mise en œuvre (en \$US de 2008) relativement aux 47 stratégies et sur un horizon de 40 ans. La deuxième colonne, le pourcentage des émissions totales, indique les réductions cumulatives relatives par rapport aux réductions de base de 67 657 Mt. Chaque mesure est classée de 1 (plus grande réduction) à 47 (plus faible réduction) en termes de potentiel de réduction global des GES. Les coûts de mise en œuvre approximatifs en fonction du niveau de déploiement « le plus dynamique » sont aussi indiqués.

Tableau A 3 Réduction cumulative des GES et coûts de mise en œuvre de l'étude « Moving Cooler », 2010 à 2050, déploiement intense

Description de la stratégie	Réduction des GES (Mt)	Classement (GES)	% des émissions totales	Coûts de mise en œuvre (G\$ 2008)	Rentabilité (M\$ / Mt)*
Mécanismes de tarification					
Stationnement sur rue au centre-ville/centre d'activité	41	28	0,06 %	0,05	1,22
Taxes/hausse des taxes liées aux stationnements privés gratuits	18	33	0,03 %	0,05	2,78
Permis de stationnement résidentiels	20	32	0,03 %	0,05	2,50
Tarifification de zones	76	18	0,11 %	36,1	475,00
Tarifification liée à la congestion	1021	6	1,51 %	349	341,82
Péages interurbains	54	24	0,08 %	44,7	827,78
Tarifification d'assurance kilométrique	1677	3	2,48 %	166	98,99
Tarifification du millage parcouru	840	8	1,24 %	166	197,62
Tarifification du carbone	3343	1	4,94 %	0,05	0,01
Stratégies d'aménagement du territoire et de croissance intelligente					
Aménagement du territoire combiné	865	7	1,28 %	1,5	1,73
Stratégies de transport non motorisé					
Stratégie piétonne combinée	171	12	0,25 %	30,4	177,78
Stratégie cycliste combinée	117	14	0,17 %	20,6	176,07

Description de la stratégie	Réduction des GES (Mt)	Classement (GES)	% des émissions totales	Coûts de mise en œuvre (G\$ 2008)	Rentabilité (M\$ / Mt)*
Stratégies de transport public					
Mesures de tarification du transport collectif	34	29	0,05 %	0,05	1,47
Fréquence/niveau de service/étendue du transport collectif	72	19	0,11 %	102,6	1 425,00
Expansion du transport collectif urbain	281	10	0,42 %	503	1 790,04
Service ferroviaire voyageurs interurbain	47	25	0,07 %	35,6	757,45
Service ferroviaire voyageurs à grande vitesse	97	15	0,14 %	108,2	1 115,46
Stratégies pour VMO/de covoiturage en fourgonnette/de navettage					
Voies pour VMO	64	22	0,09 %	231,9	3 623,44
Autopartage	77	17	0,11 %	0,3	3,90
Stratégies de navettage de l'employeur	486	9	0,72 %	120,8	248,56
Mesures réglementaires					
Zones non motorisées	4	40	0,01 %	4,2	1 050,00
Stationnement urbain restreint	189	11	0,28 %	0,05	0,26
Limites de vitesse réduites	2320	2	3,43 %	6,5	2,80
Stratégies d'exploitation et de gestion des systèmes					
Conduite écoénergétique	1170	4	1,73 %	0,05	0,04
Régulation des accès	78	16	0,12 %	3,1	39,74
Panneaux à messages variables	2	41	0,00 %	2	1 000,00
Gestion dynamique de la circulation	46	26	0,07 %	10,8	234,78
Gestion intégrée des corridors	46	2	0,07 %	10,8	234,78
Gestion des incidents	72	19	0,11 %	5,4	75,00
Gestion de la météo routière	1	42	0,00 %	4,9	4 900,00
Gestion de la signalisation routière	18	33	0,03 %	6,1	338,89
Information sur les déplacements	30	30	0,04 %	4,9	163,33
Intégration de l'infrastructure véhiculaire	16	35	0,02 %	42,6	2 662,50
Stratégies d'atténuation des goulots d'étranglement et d'augmentation de la capacité					
Atténuation des goulots d'étranglement	-5	46	-0,007 %	71,4	(14 280,00)
Augmentation de la capacité	-7	47	-0,01 %	617	(88 142,86)
Stratégies de transport multimodal des marchandises					
Amélioration de la capacité ferroviaire	66	21	0,10 %	32,6	493,94
Amélioration du système maritime	8	37	0,01 %	8	1 000,00
Permis pour conteneurs d'expédition	8	37	0,01 %	0,05	6,25
Permis pour trains routiers	12	36	0,02 %	0,05	4,17
Vérification routière dynamique	1	42	0,00 %	0,05	50,00
Contournement des postes de pesage à l'aide de pièces d'identité électroniques	1	42	0,00 %	0,05	50,00
Électrification des relais routiers pour camions	25	31	0,04 %	1,3	52,00
Groupes électrogènes auxiliaires à batterie pour camions	148	13	0,22 %	0,3	2,03
Voies à péage réservées aux camions	59	23	0,09 %	42,7	723,73
Centres de consolidation urbains	8	37	0,01 %	0,4	50,00

*Calculs reposant sur l'information contenue dans le rapport « Moving Cooler ».

L'examen des stratégies individuelles dans l'étude « Moving Cooler » indique ce qui suit (Cambridge Systematics Inc., 2009) :

- Les **stratégies de tarification à l'échelle de l'économie** obtiennent généralement de bons résultats par rapport aux autres stratégies. Les mesures à l'échelle de l'économie comme les taxes sur le carbone (réduction de 3,343 Mt), la tarification d'assurance kilométrique (1,677 Mt) et la tarification du millage parcouru (840 Mt) se classent parmi les dix stratégies les plus efficaces en termes de réduction des émissions cumulatives de GES. La taxe sur le carbone correspond à la stratégie qui permet la plus grande réduction des émissions de GES parce que ces taxes favorisent la rationalisation des déplacements et visent l'amélioration du rendement énergétique des véhicules. Les stratégies de tarification peuvent aussi être plus facilement appliquées à l'échelle régionale ou locale afin d'influencer les comportements de déplacement dans certains secteurs ou à certaines heures de la journée. Parmi les stratégies de tarification à l'échelle régionale ou locale, on estime que la tarification liée à la congestion qui est appliquée à l'aide de péages à heures précises sur les routes est la stratégie qui réduit davantage les émissions (1,021 Mt). Elle est suivie par la tarification de zones (76 Mt), les frais de stationnement sur rue dans les zones centrales (41 Mt), le contrôle des stationnements résidentiels (20 Mt) et la hausse des taxes sur les stationnements privés gratuits (18 Mt). Le rendement relatif des différentes stratégies de tarification en ce qui concerne la réduction des émissions cumulatives de GES est relié au nombre de voyageurs utilisant le transport motorisé qui serait touché et à la mesure dans laquelle ils seraient touchés. Tous sont visés par la taxe sur le carbone et la tarification d'assurance kilométrique, mais un nombre moins grand de voyageurs seraient visés par la tarification liée à la congestion (p. ex., dans les zones congestionnées seulement), la tarification de zones (p. ex., dans certains secteurs seulement), les frais de stationnement sur rue au centre-ville et les taxes sur le stationnement privé gratuit.
- Parmi les mesures autres que les mesures de tarification, l'étude « Moving Cooler » indique que les mesures de **réduction des limites de vitesse** (réduction de 2,320 Mt) et les programmes de formation sur la **conduite écoénergétique** (réduction de 1,170 Mt) se classent dans les cinq mesures les plus efficaces. Il est à noter que la réduction des limites de vitesse repose sur la réduction à 55 mi/h (~90 km/h) des limites de vitesse courantes. Toutefois, puisque le transport interurbain est pris en compte dans l'étude « Moving Cooler », l'efficacité relative de la mesure qui consiste à réduire les limites de vitesse serait probablement moins grande pour la présente étude, qui est axée sur les municipalités locales et régionales. L'évaluation de la formation sur la conduite écoénergétique axée sur l'enseignement de meilleures techniques de conduite et sur l'entretien adéquat du véhicule repose sur un taux de participation de 20 % dans la population des États-Unis et un taux d'adoption net de 8 % chez les conducteurs.
- L'ensemble intégré de **stratégies d'aménagement du territoire** obtient aussi un bon rendement (réduction de 865 Mt) parmi les différentes stratégies. La mise en œuvre des stratégies d'aménagement du territoire s'effectue sur de nombreuses années et nécessite la participation de nombreux acteurs différents. De plus, les avantages à court terme sont peu nombreux, mais ces avantages deviennent beaucoup plus intéressants à long terme. Toutefois, les avantages associés aux stratégies d'aménagement du territoire peuvent continuer à se manifester pendant de nombreuses années après l'horizon de 40 ans de l'étude.
- Parmi les **initiatives liées aux options de transport**, l'élargissement de l'offre de transport collectif (réduction de 281 Mt) se classe au premier rang, suivi des stratégies pour piétons (171 Mt), des stratégies pour cyclistes (117 Mt), de la promotion de l'autopartage (77 Mt), de l'amélioration des niveaux de service du transport collectif (72 Mt), de l'augmentation des voies pour VMO (64 Mt) et de la réduction des tarifs du transport collectif (34 Mt). La bonne performance des stratégies de navette des employeurs (486 Mt) est aussi à souligner. Ces stratégies comprennent des mesures

liées à l'offre de transport, par exemple encourager le covoiturage, acheter des laissez-passer du transport collectif, mais aussi des mesures liées à la gestion de la demande comme la tarification du stationnement des employés et des stratégies de navettage tel qu'encourager le télétravail et la semaine de travail comprimée. En termes de réduction des émissions cumulatives de GES, les initiatives liées à l'offre de transport sont d'une à deux fois moins efficaces que les stratégies de tarification à l'échelle de l'économie et d'aménagement du territoire.

- Les **stratégies liées à l'exploitation et à la gestion des systèmes** qui visent à optimiser le rendement énergétique des véhicules se classent en général en milieu de peloton. En ordre décroissant, ces stratégies sont les suivantes : régulation des accès (réduction de 78 Mt), gestion des incidents (72 Mt), gestion dynamique de la capacité routière et gestion intégrée des corridors de transport (46 Mt), information précise et en temps opportun sur les conditions routières, les incidents, les fermetures, les événements spéciaux, les trajets optionnels (30 Mt) et gestion de la signalisation (18 Mt).
- On estime que l'**amélioration du transport de marchandises** ne permet en général qu'une réduction cumulative modeste des émissions de GES à l'échelle nationale. La stratégie la plus efficace est celle qui exige l'installation de groupes électrogènes auxiliaires à batterie dans les cabines des camions (réduction de 148 Mt), suivie de l'amélioration de la capacité ferroviaire (66 Mt), de l'aménagement de voies réservées aux camions dans les grands centres urbains (59 Mt), de l'électrification des relais routiers (25 Mt) et de l'utilisation de centres de consolidation pour les livraisons dans les grands centres urbains (8 Mt).
- Parmi toutes les stratégies évaluées dans l'étude « Moving Cooler », seulement deux, l'**augmentation de la capacité routière** (augmentation de 7 Mt) et l'augmentation de la capacité routière à certains emplacements de goulots d'étranglement (augmentation de 5 Mt), contribuent à une augmentation nette des émissions cumulatives de GES. L'étude démontre que même si la consommation de carburant et la congestion s'améliorent à court terme après l'augmentation de la capacité routière, ces améliorations sont éliminées par l'augmentation du kilométrage parcouru sur l'horizon de 40 ans.

L'étude « Moving Cooler » se penche également sur l'efficacité obtenue en regroupant diverses stratégies. Certaines stratégies peuvent être complémentaires en termes d'échéancier d'exécution, de faisabilité technique ou de renforcement des comportements, et celles-ci peuvent être regroupées pour obtenir de plus grandes réductions des émissions de GES. L'étude « Moving Cooler » propose et évalue six combinaisons de stratégies. Le tableau suivant présente une description de chaque regroupement de stratégies, de la réduction cumulative des GES, de la réduction cumulative en % comparée aux données de base de l'étude (67.7 Gt), ainsi que les coûts nets par tonne de GES éliminée⁴⁵.

⁴⁵ Les coûts nets/tonne de GES ont été calculés d'après les coûts de mise en œuvre moins les économies liées aux coûts des véhicules (coûts de possession et d'utilisation), divisés par la quantité d'émissions cumulatives de GES éliminées. D'autres avantages complémentaires tels que la réduction des temps de déplacement, l'amélioration de la sécurité, de la santé publique et de la qualité de l'environnement n'ont pas été pris en compte. Le coût net/tonne de GES éliminée représente l'avantage global pour la société. L'étude « Moving Cooler » reconnaît que les économies de coûts liées aux véhicules peuvent ne pas être réalisées par les mêmes organismes qui sont responsables de la mise en œuvre et du financement des stratégies.

Tableau A 4 - Regroupements de stratégies de l'étude « Moving Cooler », réductions cumulatives des GES, coût net/tonne de GES éliminée, 2010 à 2050, niveau de déploiement dynamique

Nom du regroupement	Réduction des GES (Gt)	% des émissions totales	Coût net /tonne éliminée
1 Résultats rapides/à court terme	7,1	10,5 %	-356
Stratégies qui peuvent être mises en place assez rapidement pour obtenir une réduction des GES à court terme. Lorsque les obstacles politiques ou financiers sont surmontés, ces stratégies peuvent être mises en place rapidement comparativement aux autres stratégies qui nécessitent une construction intensive ou des changements fondamentaux aux politiques et modèles d'aménagement du territoire.			
2 Résultats maximaux/à long terme	7,6	11,2 %	-293
Efforts tous azimuts visant une réduction maximale des GES par la mise en place de toutes les stratégies sans chevauchement. Les enjeux de coût et de faisabilité technique doivent toutefois être résolus, notamment les cultures nationales et la volonté politique doivent être favorables. Presque chaque stratégie est comprise dans ce regroupement.			
3 Aménagement du territoire/transport collectif/transport non motorisé	3,8	5,6 %	-484
Accent mis sur le virage vers l'aménagement du territoire efficace sur le plan des transports afin d'accroître le nombre de déplacements effectués à l'aide du transport collectif, du transport actif et des modes de transport de remplacement. Les changements en matière d'aménagement du territoire permettraient, dans l'ensemble, que les déplacements soient moins longs et que les déplacements effectués en véhicules à occupant unique soient moins nombreux. Augmentation des Options de transport de remplacement.			
4 Efficacité des systèmes et des conducteurs	5	7,4 %	-69
Stratégies axées sur l'amélioration de l'efficacité des systèmes de transport grâce à l'optimisation des infrastructures routières, ferroviaires et de transport collectif, mais aussi à l'augmentation de la capacité dans certains secteurs où la congestion routière est grande. Les stratégies reposent sur l'optimisation de l'infrastructure et la gestion de la circulation afin d'améliorer les vitesses de circulation, réduire les arrêts et les départs et réduire la congestion.			
5 Tarification des installations	1,4	2,1 %	891
Stratégies visant à accroître les infrastructures de transport collectif et routières combinées aux mécanismes de tarification locale et régionale afin de façonner les choix en matière de déplacement.			
6 Faible coût	7,5	11,1 %	-387
Toutes les stratégies à plus faible coût sont regroupées sans que l'on cherche à déterminer si ces stratégies peuvent fonctionner ensemble.			

L'évaluation des regroupements de stratégies suggère que la mise en œuvre du regroupement des stratégies à résultats maximaux/à long terme permet la plus grande réduction des émissions cumulatives de GES (réduction de 11,2 % des émissions cumulatives de GES aux États-Unis par rapport aux données de base), lequel regroupement est suivi du regroupement des stratégies à faible coût (11,1 %), du regroupement des stratégies à résultats rapides/à court terme (10,5 %), du regroupement des stratégies d'efficacité des systèmes et des conducteurs (7,4 %), des stratégies d'aménagement du territoire/transport collectif/transport non motorisé (5,6 %) et des stratégies de tarification des installations (2,1 %).

En termes de coûts nets par tonne de GES éliminée, on estime que le regroupement de stratégies d'aménagement du territoire/transport collectif/transport non motorisé est le plus avantageux pour la société, lequel correspond à un coût net de -484 \$/tonne de GES éliminée, c'est-à-dire un gain net pour la société. Ce résultat est en grande partie attribuable aux importantes économies qui peuvent être réalisées grâce à la réduction des besoins et des coûts en matière de possession et d'utilisation des véhicules, une réduction qui est attribuable aux mesures combinées d'aménagement du territoire/transport collectif/transport actif, lesquelles économies surpassent les coûts de mise en œuvre.

Le regroupement des stratégies à résultats rapides/à court terme et le regroupement des mesures à faible coût offrent des rendements semblables (-356 \$ et -387 \$/tonne de GES éliminée respectivement). Ces résultats suggèrent qu'en choisissant des regroupements de stratégies axées sur les résultats rapides/à court terme ou des approches à faible coût, il est possible d'obtenir des résultats intéressants, même si l'applicabilité de ces approches sur les territoires individuels doit être évaluée.

Le regroupement des stratégies d'efficacité des systèmes et des conducteurs se classe au deuxième rang en termes de rentabilité (-69 \$/tonne de GES éliminée). Toutefois, on estime que ce regroupement de stratégies élimine une plus grande quantité d'émissions de GES que le regroupement des stratégies d'aménagement du territoire/transport collectif/transport non motorisé. Le rendement de ce regroupement de stratégies peut être attribuable au fait que la majorité du transport routier aux États-Unis s'effectue à l'aide de véhicules privés. Par conséquent, l'amélioration de l'efficacité du système de transport cible une plus grande partie des sources d'émissions de GES (c.-à-d. les déplacements véhiculaires). Des investissements majeurs sont requis pour que ce regroupement de stratégies améliore l'exploitation et la gestion du système de transport, atténue les goulots d'étranglement et la congestion grâce à l'élargissement ciblé de la capacité et mette en place des systèmes technologiques intelligents (STI) perfectionnés assurant le suivi, la surveillance, l'adaptation et l'optimisation des flux de transport. En bref, ce regroupement de stratégies vise à rendre les systèmes de transport existants et l'utilisation des véhicules plus efficaces, mais il ne vise pas nécessairement à réduire les KPV, à réduire la longueur des déplacements ni à modifier la façon dont les gens se déplacent comme le fait le regroupement des stratégies d'aménagement du territoire/transport collectif/transport non motorisé (p. ex., en réduisant la dépendance aux véhicules et le taux de possession de véhicules). Le regroupement des stratégies d'efficacité des systèmes et des conducteurs peut produire une plus grande réduction des émissions GES puisqu'il cible l'utilisation des véhicules, mais des investissements majeurs demeurent requis pour que ce regroupement de stratégies soit mis en œuvre et l'utilisation des véhicules motorisés demeure privilégiée, ce qui ne permet pas la réalisation d'économies importantes en termes de coûts liés aux véhicules.

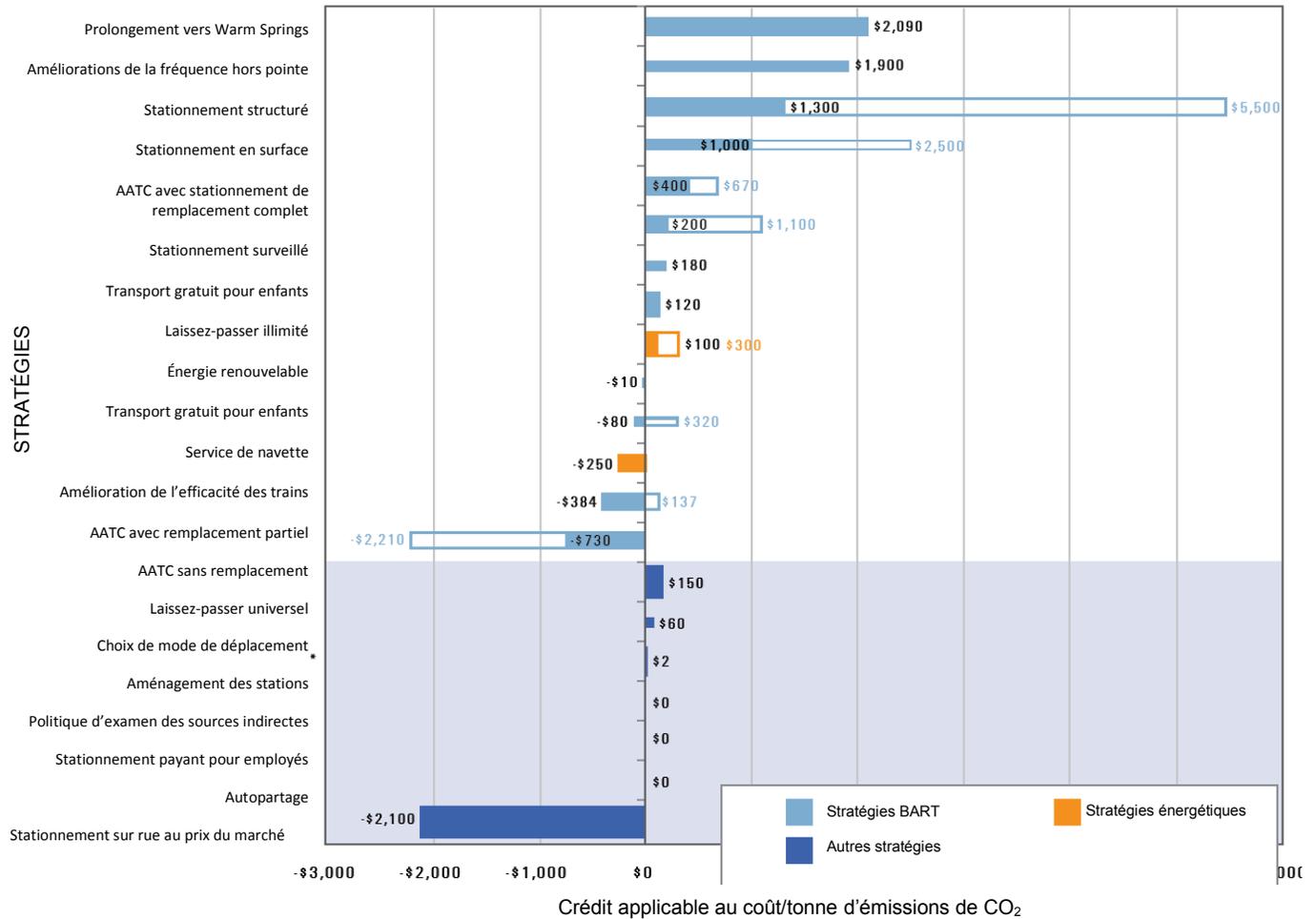
Enfin, on estime aussi que le regroupement des stratégies de tarification des installations est le regroupement de stratégies le moins avantageux avec un coût net de 1693 G\$/Gt et que ce regroupement est le seul dont les coûts de mise en œuvre directs ne sont pas compensés par les économies en termes de coûts liés aux véhicules. Ce regroupement est plus coûteux parce qu'il met principalement l'accent sur la capacité des infrastructures routières et de transport collectif et sur l'élargissement du service et parce qu'il porte une moins grande attention à l'optimisation des systèmes existants.

Examen de la rentabilité des mesures BART pour réduire les émissions de GES

Une étude récemment réalisée pour le système de transport collectif de la région de la baie de San Francisco (système BART) compare la rentabilité des différentes mesures à l'échelle régionale (Nelson/Nygaard Consulting Associates, 2008). Les mesures évaluées comprennent celles qui sont pleinement du ressort du système BART, c'est-à-dire le service de transport collectif, ainsi que celles qui requièrent la coordination de partenaires régionaux pour la mise en place de changements plus généralisés en matière d'aménagement du territoire et de transport. Les coûts évalués ne couvrent que les coûts du secteur public, et non ceux des particuliers ou des entreprises (Nelson/Nygaard Consulting Associates, 2008).

La figure ci-dessous présente l'évaluation de la rentabilité des différentes mesures BART.

Tableau A 5 Rentabilité des mesures BART (coût/tonne d'émissions de GES)



Source de la figure : (Nelson/Nygaard Consulting Associates, 2008, p. 3)

D'après cette étude, les mesures les moins rentables en termes de réduction des GES par rapport aux dépenses sont celles qui requièrent de nouvelles dépenses d'immobilisations ou d'exploitation, y compris l'expansion du système BART, la construction de nouvelles aires de stationnement et l'augmentation de la fréquence du service. D'autres mesures rentables ont un faible à un grand potentiel de réduction des GES, notamment les mesures d'incitatifs tarifaires, le marketing et l'ajout de services de navettes. Ces mesures dont les coûts sont relativement bas sont rentables parce qu'elles permettent l'augmentation de l'achalandage des services existants. Les mesures d'amélioration de l'efficacité du service ferroviaire et les mesures d'aménagement du territoire sur les terrains du service BART s'avèrent être des mesures qui produisent un revenu net et qui ont un potentiel modéré de réduction des émissions de GES. Enfin, les stratégies de stationnement public payant produisent des

revenus nets importants pour le système BART et elles ont un très grand potentiel de réduction des émissions de GES.

Sommaire du potentiel de réduction des GES des différentes mesures proposées

La section suivante présente un sommaire des potentiels de réduction des GES qui sont tirés de l'examen des documents et de la littérature qui a été exécuté dans le cadre du présent mandat.⁴⁶ Les impacts des diverses mesures proposées en matière de GES sont résumés dans le tableau ci-dessous. Malheureusement, il est difficile d'établir une comparaison en fonction de ces données étant donné les contextes géographiques, les échelles d'application, les intensités d'application, les méthodologies d'évaluation et les unités des bases comparatives qui ne sont pas les mêmes partout (par KPV, par année, par ménage, par personne).

Mesures et exemples	Potentiel de réduction des GES	Territoire/échelle de la mise en œuvre	Horizon temporel de l'étude
Réduire le KPV			
Aménagement du territoire			
AATC	2,5 à 3,7 t de GES/ménage/année	Californie	
AATC	20 à 40 % de GES éliminés comparativement aux données de base	Zones résidentielles de San Diego et Mountain View, CA	
AATC/zones urbaines	3 à 8 t de GES/ménage/année	Chicago, Toronto	
Options de transport de remplacement			
Transport collectif public			
Autobus diesel de 12 m à pleine charge c. VOU	0,36 kg de GES/MVP	États-Unis	
Trajet domicile-travail aller-retour de 40 km en autobus c. VOU	2,2 t de GES/année	Transport collectif de Laval, Qc	
Personnes habitant à proximité du réseau de transport collectif fréquent	33 % moins de KPV par personne	Région du Grand Vancouver	
Transport collectif par taxi	Faible impact attribuable au faible achalandage	Zones à faible densité	
Transport actif			
Transport par vélo	40 x plus écoénergétique que les déplacements en automobile		
Autopartage			
Tous les services de partage de véhicules	0,84 t de GES/année/ménage ou 158 à 224 kt de GES/année	Amérique du Nord	
Réseau Communauto	10,1 kt de GES/année	Québec	
Covoiturage			
Covoiturage de 4 personnes c. VOU	0,33 kg de GES/MVP	États-Unis	
Réseau de covoiturage	1,5 t/voyageur/année	Déplacements généraux domicile-travail en Amérique du Nord	
Télétravail	Indéterminé		
Mécanismes de tarification			
Péages routiers	Réduction de 2 à 10 % des MVP	États-Unis	

⁴⁶ À l'exclusion des résultats de l'étude « Moving Cooler »

Mesures et exemples	Potentiel de réduction des GES	Territoire/échelle de la mise en œuvre	Horizon temporel de l'étude
Tarification de zones	Diminution de 24 % des émissions de GES	London, R.-U.	
	2,7 % GES/année ou 41 kt de GES/année	Stockholm, Suède	
Tarification kilométrique	Réduction de 60 % des GES/année	Région de Leeds, R.-U.	10 ans
Voies VOM	Réduction de 7 % des émissions de GES pendant l'heure de pointe du matin	Région métropolitaine de San Francisco	
Tarification d'assurance kilométrique	Réduction de 5 à 10 % des KPV	Minnesota et Texas	
	Réduction de 8 % des MVP et réduction de 2 % des émissions de GES	États-Unis	
Taxes sur l'essence et le carbone	Réduction moyenne de 2,5 %/année des émissions de GES totales de la province	Colombie-Britannique	2008 - 2012
Hausse des frais de stationnement			
Transfert modal de l'automobile au transport collectif, trajet quotidien de 20 km	17 kt de GES/année	Centre de Perth, Australie	1999 - 2001
Stationnement			
Gestion du stationnement	Aucune donnée disponible		
Indemnités en remplacement des frais de stationnement			
Indemnité de stationnement obligatoire	Réduction de 1,1 % des MVP	États-Unis	
Indemnité de stationnement	Réduction de 12 % des GES	Huit employeurs, centre-ville de Los Angeles, États-Unis	
Camionnage			
Améliorer la gestion logistique	Réduction de 8 % des émissions de GES	Diverses régions dans le monde	
Centre de livraison consolidée des marchandises	1,5 t de GES/année	Ville de La Rochelle, France	
Encourager le transfert modal du fret			
Transport maritime c. transport par camion des marchandises	0,7 à 1,4 kg de GES/tonne-km		
Améliorer l'inspection et l'entretien des camions	Aucune donnée disponible		
Améliorer l'efficacité des systèmes de transport et des conducteurs			
Accroître la capacité de l'infrastructure	Augmentation des émissions de GES attribuable à l'augmentation de la circulation		
Politiques de gestion de la vitesse			
Réduire la vitesse max. de 120 à 105 km/h	Réduction de 20 % de la consommation d'essence		
Limiter la vitesse des camions à 105 km/h	Réduction de 0,64 Mt de GES/année	Ontario et Québec	
Optimisation des feux de signalisation			
Optimisation de la signalisation des corridors	Réduction de 17 % de la consommation d'essence	Québec	
Optimisation de la signalisation des corridors	Réduction de 1 à 7 % des GES	Toronto	
Régulation des accès	Aucune donnée disponible		
Gestion des incidents	Incidents responsables de 25 à 60 % de toute la congestion routière en zone urbaine	États-Unis	
Mesures de priorité du transport collectif	Réduction de 4 kt de GES/année	Société de transport de Montréal, 56 itinéraires urbains	

Mesures et exemples	Potentiel de réduction des GES	Territoire/échelle de la mise en œuvre	Horizon temporel de l'étude
Formation sur la conduite écoénergétique	Aucune donnée disponible		
Encourager l'adoption des technologies de remplacement pour les véhicules et les carburants			
Technologies écoénergétiques pour les véhicules légers	Réduction de 8 à 30 % des GES/année par rapport aux données de base	États-Unis	D'ici 2030
Règlements du Canada sur l'économie de carburant pour les véhicules légers	17 Mt de GES/année	Canada	D'ici 2020
Technologies pour les véhicules de transport collectif			
Rentabilité des diverses technologies applicables aux autobus	0,13 à 0,65 \$/kg de GES – diesel-électrique 0,26 à 1,30 \$/ kg de GES – électrique à batterie 0,65 à 0,91 \$/ kg de GES – pile à combustible 0,78 \$/kg de GES – CNG 0,91 \$/kg de GES – trolleybus électrique	Enquête européenne auprès des fournisseurs de services de transport collectif	D'ici 2030
Autobus hybrides et électriques	Réduction de 12 % ou de 15 t de GES/autobus/ année par rapport aux autobus diesel habituels	70 000 km/année, Gatineau, Québec	
Autobus hybrides et électriques	Réduction de 36 %, 36 t de GES/autobus/année par rapport aux autobus diesel habituels	70 000 km/année, Montréal, Québec	
Technologies pour les véhicules lourds			
Technologies des moteurs et des groupes motopropulseurs	Réduction de 5 à 50 % de la consommation de carburant		
Aérodynamisme et pneus à faible résistance au roulement	Réduction de 0 à 15 % de la consommation de carburant		
Intégration des TIC à tous les camions lourds	Réduction de 10 % de GES/année	États-Unis	
Carburants à faible teneur en carbone			
Exigence relative au mélange de carburant à faible teneur en carbone de 4,5 % dans les carburants du secteur des transports	Réduction de 3,5 % ou 0,91 Mt de GES/année	Colombie-Britannique	

Émissions de GES attribuables au secteur des transports au Canada

Comme l'indique le chapitre 2 du présent rapport (tableau 2-1), le transport routier et ferroviaire des personnes et de marchandises représentait environ 88 % (~150 Mt/année) de toutes les émissions produites par le secteur des transports au Canada en 2011. Les automobiles, les camions légers et les motocyclettes produisaient 52 % (88 Mt/année) des émissions, tandis que le transport urbain des personnes par autobus et train (p. ex., les services de transport collectif) en produisait moins de 4 % (< 7 Mt/année).⁴⁷ Le transport de marchandises par camions lourds et train produisait 32 % des émissions (54 Mt/année) en 2011.

⁴⁷ La catégorie du transport de passagers par autobus, par train et par avion comprend les émissions produites par le transport aérien intérieur, ainsi que le transport urbain et interurbain de passagers par autobus et par train, ce qui totalisait 5 % des émissions produites par les transports (8 Mt) en 2011. La contribution du transport aérien intérieur a été estimée d'après le Rapport d'inventaire national de 2014 d'Environnement Canada. Ce rapport indique que le transport aérien intérieur représentait près de 1 % des émissions de GES attribuables aux transports au Canada en 2011 (Environnement Canada, 2014b). Toutefois, aucune

Ces données suggèrent que les mesures visant à améliorer l'efficacité du transport des personnes en automobile et camion léger cibleraient plus de la moitié des émissions de GES attribuables aux transports, tandis que les mesures visant à améliorer le transport routier de marchandises cibleraient près d'un tiers des émissions de GES attribuables aux transports. Les mesures visant à améliorer l'efficacité énergétique du transport collectif en région urbaine ne cibleraient qu'au plus 4 % des émissions totales produites par les transports. Toutefois, l'amélioration des systèmes de transport collectif et de l'offre de transport est hors de tout doute un élément clé pour la réduction du nombre de déplacements effectués par des personnes en automobile et en camion léger.

Évaluation du potentiel de réduction des GES des mesures proposées en vue de réduire les émissions du transport urbain

D'après l'examen des études comparatives existantes sur les mesures de réduction des GES dans le secteur des transports, ainsi que d'après la contribution actuelle des transports au niveau de GES courants au Canada, les lignes directrices ci-dessous ont été utilisées pour attribuer un pointage qualitatif au potentiel de réduction des GES de chaque mesure proposée dans le présent rapport. Ces lignes directrices sont présentées en ordre décroissant de potentiel de réduction des émissions.

- Appliqués à l'échelle provinciale ou nationale, les mécanismes de tarification à l'échelle de l'économie comme la taxe sur le carbone, la tarification kilométrique et la tarification d'assurance kilométrique peuvent grandement contribuer à réduire les émissions de GES. Dans l'étude « Moving Cooler », ces mesures lorsqu'elles sont appliquées individuellement peuvent entraîner une réduction maximale de 5 % des émissions cumulatives par rapport aux données de base de l'étude. Au Canada, ces mesures cibleraient les modes véhiculaires qui produisent environ 150 Mt/année (plus de 80 %) des émissions de GES dans le secteur des transports. Toutefois, la mise en œuvre de ces mécanismes n'est aucunement du ressort des autorités régionales et locales.
- D'autres mécanismes de tarification régionaux et locaux peuvent aussi grandement contribuer à réduire les émissions de GES. Lorsque la demande de transport est grande vers les secteurs d'emploi principaux ou centraux, ou lorsque des problèmes de congestion routière existent sur certaines routes principales ou dans certains secteurs, les péages, la tarification en fonction de la congestion et la tarification du stationnement peuvent servir d'incitatifs pour les autres formes de transport. Les études « Moving Cooler » et BART ont que ces mesures de tarification sont contribuent plutôt efficacement à réduire les émissions de GES, mais dans une mesure moindre que les mesures de tarification à l'échelle de l'économie. Au Canada, ces mesures cibleraient également les modes véhiculaires qui produisent environ 150 Mt/année (>80 %) des émissions de GES attribuables aux transports. Ces mesures sont largement du ressort des autorités régionales et locales, à l'exception des routes qui sont principalement du ressort provincial.
- Les technologies plus efficaces pour les véhicules légers et les véhicules lourds peuvent grandement contribuer à réduire les émissions de GES attribuables aux transports. Les groupes motopropulseurs de remplacement pour les véhicules légers comme les véhicules hybrides rechargeables et les véhicules pleinement électriques peuvent réduire de façon importante ou éliminer la dépendance aux carburants fossiles pour une grande partie des activités de transport urbain sur les territoires où la production d'énergie génère moins de GES. De même, les carburants de remplacement et les systèmes hybrides ont le potentiel de réduire de façon importante les émissions de GES produites par le transport urbain par camion. Les améliorations apportées à l'aérodynamisme des camions et

donnée ventilée sur la contribution individuelle du transport urbain et du transport interurbain de passagers n'était disponible. Néanmoins, il est raisonnable de supposer que le transport urbain de passagers par autobus et par train ou les services de transport collectif génèrent moins de 4 % des émissions de GES (< 7 Mt) en 2011.

les pneus à faible résistance au roulement ont un impact plus restreint sur le transport urbain puisque les camions circulent généralement à de moins grandes vitesses en zone urbaine.

- Les stratégies de conduite écoénergétique appliquées à l'échelle nationale pourraient produire un impact important sur les émissions de GES attribuables aux transports. L'étude « Moving Cooler » indique que cette mesure peut à elle seule réduire de près de 2 % les émissions de GES. Une fois de plus au Canada, la formation à grande échelle sur la conduite écoénergétique pourrait cibler les conducteurs de camions et d'automobiles puisque ces véhicules produisent environ 150 Mt/année (>80 %) des émissions de GES attribuables aux transports.
- L'aménagement du territoire complet et efficace sur le plan des transports peut grandement contribuer à réduire les KPV, la longueur des déplacements et les émissions de GES attribuables aux transports véhiculaires. L'étude « Moving Cooler » indique que les stratégies d'aménagement du territoire et de croissance intelligente peuvent permettre une réduction de 1,3 % des émissions cumulatives de GES. Lorsqu'elles sont combinées aux Options de transport de remplacement, comme le transport collectif et le transport actif, ces mesures peuvent permettre une réduction pouvant représenter jusqu'à 5 % des émissions cumulatives. Au Canada, les mesures d'aménagement du territoire, du transport collectif et du transport actif cibleraient le transport des personnes, qui génère un peu plus de 88 Mt/année (>50 %) des émissions de GES attribuables aux transports.
- L'étude « Moving Cooler » classe de façon individuelle les initiatives liées à l'offre de transport en ordre décroissant en termes de potentiel de réduction des émissions de GES globales attribuables aux transports : élargissement de l'offre de transport collectif, stratégies piétonnes, stratégies cyclistes, autopartage, amélioration des niveaux de service du transport collectif. De façon individuelle, ces mesures permettraient une réduction des émissions se situant entre 0,1 et 0,4 % sous les données de base de l'étude.
- L'étude « Moving Cooler » classe aussi chaque mesure individuelle visant à améliorer l'efficacité des systèmes de transport (grâce à la réduction de la congestion et à l'amélioration des débits de circulation), et ce, en ordre décroissant en termes d'impact : régulation des accès, gestion des incidents, gestion des corridors de transport et gestion de la signalisation. De façon individuelle, ces mesures permettraient une réduction des émissions se situant entre 0,03 et 0,12 % sous les données de base de l'étude. Toutefois, l'étude « Moving Cooler » indique qu'une fois regroupées afin d'améliorer l'efficacité des systèmes et des conducteurs, ces mesures d'efficacité des systèmes de transport peuvent réduire d'environ 7 % les émissions cumulatives de GES. Au Canada, ces mesures d'efficacité des systèmes cibleraient tous les modes de transport véhiculaire qui produisent environ 150 Mt/année (>80 %) des émissions de GES attribuables aux transports.
- L'étude « Moving Cooler » indique que les stratégies de navettage établies par l'employeur en vertu desquelles l'employeur met en place des mesures de covoiturage, des mesures de gestion et de tarification du stationnement, ainsi que des indemnités aux employés qui choisissent des modes de transport de remplacement, peuvent avoir un impact cumulatif sur les émissions de GES attribuables aux transports de l'ordre de 0,7 %. Ces stratégies sont aussi incluses dans cinq des six regroupements de stratégies évalués par l'étude « Moving Cooler », ce qui fait ressortir l'importance de ces mesures dans le cadre de toute stratégie visant à réduire les émissions de GES attribuables aux transports.
- L'étude « Moving Cooler » indique que tout élargissement de la capacité de l'infrastructure, y compris l'atténuation de goulots d'étranglement ciblés, contribuerait en fin de compte à une augmentation nette des émissions cumulatives des GES. Immédiatement après la construction, on pourrait observer une réduction des émissions et des débits de circulation, mais, à long terme, l'augmentation de la circulation rendrait nulle toute réduction initiale des émissions de GES.

- L'étude indique enfin que les mesures visant à réduire les KPV pour le transport de marchandises à l'aide du transport intermodal peuvent réduire les émissions cumulatives de GES de 0,01 à 0,1 %. Les mesures applicables aux moteurs et à l'aérodynamisme des camions ne sont pas examinées dans l'étude « Moving Cooler », mais la revue de la littérature réalisée dans le cadre de cette étude révèle que les technologies liées aux moteurs et aux groupes motopropulseurs peuvent réduire de 5 à 50 % la consommation d'essence d'un camion, tandis que l'amélioration de l'aérodynamisme et les pneus à faible résistance au roulement peuvent réduire de 0 à 15 % la consommation d'essence d'un camion. L'étude indique également que le gaz naturel utilisé pour la propulsion des camions peut réduire les émissions de GES sur le cycle de vie de 20 à 30 % comparativement aux carburants diesel. Des analyses complémentaires doivent être réalisées pour déterminer comment ces résultats peuvent être généralisés pour être appliqués à la totalité du secteur du transport de marchandises. Toutefois, mes mesures viseraient le transport de marchandises, lequel produit actuellement plus de 50 Mt/année (>30 %) des émissions de GES attribuables aux transports au Canada.

D'après ces lignes directrices, un pointage qualitatif de 1 (pointage minimal) à 5 (pointage maximal) a été attribué aux mesures proposées. Le tableau suivant présente le sommaire des pointages et le raisonnement qualitatif.

	<i>Aménagement du territoire</i>
	<i>Options de transport de remplacement</i>
	<i>Mécanismes de tarification</i>
	<i>Gestion du stationnement</i>
	<i>Camionnage</i>
	<i>Efficacité des systèmes de transport et des conducteurs</i>
	<i>Technologies de remplacement pour les véhicules et les carburants</i>

Tableau A 6 Évaluation qualitative des mesures proposées dans le présent rapport

Mesure	Potentiel de réduction des GES	Description
Réduire le KPV		
1	4	Des mesures soutenues de planification à long terme et de croissance intelligente peuvent avoir un impact majeur sur les émissions de GES en réduisant le kilométrage, en raccourcissant les déplacements et en appuyant d'autres offres de transport, dont le transport collectif et le transport actif.
2a	3 - 4	Peut avoir un impact majeur sur la réduction des déplacements effectués en automobile; les parcs de véhicules de transport collectif existants ne contribuant que peu aux émissions de GES.
2b	3	
3	1	Les services de transport collectif par taxi sont en général limités aux petites collectivités de faible densité ou aux zones périphériques près des municipalités dans lesquelles un service de transport collectif régulier n'est pas viable.
4	3	Une très grande efficacité à long terme peut être atteinte lorsqu'on encourage les modes de transport ne produisant aucune émission, mais aucun impact n'est produit sur les déplacements sur de moyennes ou de longues distances.
5	2 - 3	Ces mesures encouragent certains usagers à effectuer un usage plus réfléchi et plus modéré de l'automobile, mais les déplacements sont tout de même effectués en automobile à carburant fossile (véhicules réguliers ou hybrides), et les déplacements effectués en automobile peuvent continuer à contribuer à la congestion routière.

Mesure	Potentiel de réduction des GES	Description
6	2 - 3	Les covoitureurs dépendent des jumelages passagers/conducteurs, de la flexibilité des covoitureurs, ce qui ne permet qu'une efficacité limitée, mais les programmes à grande échelle établis par les employeurs peuvent être plus efficaces.
7	2	Dépend de l'adoption du programme par les employés.
8	3	Efficace dans le secteur ou sur le tronçon routier à péage, mais certains usagers peuvent alors décider de faire leurs déplacements sur des routes autres qu'à péage. La réduction des GES dépend donc de l'attrait des autres options offertes (p. ex., le transport collectif).
9	5	Impact directement proportionnel aux KPV; fort incitatif de changement des habitudes de déplacement.
10	3 - 5	L'impact est directement proportionnel aux KPV, mais quelques conducteurs seulement peuvent adhérer au programme si la mise en place n'est pas obligatoire. L'application obligatoire à l'échelle nationale serait plus efficace.
11	5	Impacts complets multisectoriels directement proportionnels aux KPV; la réduction dépendra du taux de la taxe.
12	2 - 3	Incitatif efficace pour le changement des comportements de déplacement, mais seulement dans les zones centrales visées par la tarification. Le changement des exigences de zonage ne s'applique qu'aux nouveaux aménagements et non aux zones existantes.
13	2 - 3	Dépend du taux d'adhésion au programme par les employés, mais cette mesure peut faire partie d'un programme complet établi par l'employeur pour modifier les habitudes de navettage.
14	1 - 2	La réduction de l'offre de stationnement constitue un mécanisme très efficace pour encourager le changement des comportements de déplacement. De plus, cette mesure appuie la densification du milieu urbain, qui, à long terme, contribue à l'utilisation accrue du transport actif et du transport collectif. Les systèmes dynamiques de guidage de stationnement aident les conducteurs à trouver des espaces de stationnement plus rapidement, mais ils ne les encouragent pas à moins utiliser leur véhicule.
15	1 - 2	L'efficacité à court terme de cette mesure est limitée aux nouveaux aménagements, mais elle favorise les aménagements plus denses en réduisant les besoins en matière de stationnement et elle contribue à l'utilisation à long terme du transport actif et du transport collectif.
16	2 - 3	Dépend de la mesure dans laquelle les chargements des camions peuvent être maximisés tout en minimisant les KPV.
17	1	Le transport ferroviaire ou maritime de marchandises produit beaucoup moins d'émissions de GES par tonne/km que le transport par camion, mais les possibilités de livraison intermodale dans les régions urbaines sont limitées.
18	1 - 2	Les programmes d'inspection ont habituellement un plus grand impact sur les émissions atmosphériques polluantes produites par les moteurs à combustion inefficaces ou plus anciens, mais la réduction des émissions de GES est faible.
Améliorer l'efficacité des systèmes de transport et des conducteurs		
19	1	L'augmentation de la capacité réduit la congestion à court terme, mais n'encourage pas le transfert modal. À moyen et à long terme, le trafic induit mènera à la congestion et annulera les réductions précédentes des émissions de GES.
20	1 - 2	L'augmentation de la capacité réduit la congestion à court terme, mais les véhicules sont encore utilisés. À moyen et à long terme, le trafic induit contribuera à la congestion et annulera les gains.
21	3 - 4	Peut réduire la congestion, mais n'encourage pas le transfert modal.
22	2 - 3	Peut améliorer l'écoulement du trafic, mais ne stimule pas le transfert modal.
23	3 - 4	Le désengorgement des routes améliore la fluidité de la circulation.
24	3 - 4	Élimine plus rapidement les goulots d'étranglement et la congestion.

Mesure	Potentiel de réduction des GES	Description
25	2	Diminue la consommation de carburant par les parcs de véhicules de transport collectif, mais contribue très peu à la réduction des émissions de GES.
26	3 - 4	Les économies individuelles de carburant sont minimes, mais une formation à grande échelle peut mener à des réductions importantes. L'efficacité à long terme dépend de la pratique continue de la part des conducteurs.
Encourager l'adoption des technologies de remplacement pour les véhicules et les carburants		
27	4 - 5	Les technologies automobiles peuvent contribuer à réduire de façon significative les émissions de GES. Les véhicules hybrides rechargeables (VHR) et les véhicules électriques (VE) en particulier offrent un très grand potentiel dans les régions où le réseau électrique est moins dépendant des combustibles fossiles.
28	1	Les émissions de GES produites par les véhicules de transport collectif représentent un très faible pourcentage des émissions de GES totales produites par le secteur des transports au Canada. Donc, la réduction des émissions de GES produites par le transport collectif contribuera peu à la réduction totale des émissions de GES.
29	4 - 5	L'adoption à grande échelle des technologies efficaces pour les véhicules lourds peut contribuer à une réduction importante des émissions de GES.
30	2	De faibles pourcentages de biocarburants sont déjà combinés aux carburants traditionnels dans plusieurs régions de l'Amérique du Nord, mais il est peu probable que les biocarburants remplacent de manière significative les carburants traditionnels en raison des besoins en matières premières.

Enfin, il est intéressant de souligner que l'étude « Moving Cooler » indique que même le regroupement de stratégies maximales/à long terme au niveau intermédiaire de déploiement (niveau dynamique) ne permet qu'une **réduction cumulative de 11,2 %** des émissions de GES sur l'horizon temporel de l'étude de 40 ans. Même au niveau de déploiement maximal (effort maximal), le regroupement de stratégies permet une **réduction cumulative de 16 % cumulative** des émissions de GES du secteur du transport routier aux États-Unis.⁴⁸ Ces valeurs peuvent fournir une indication quant aux limites supérieures d'un effort généralisé à l'échelle de l'économie de réduction des émissions de GES du secteur des transports en Amérique du Nord.

Il est aussi important de souligner que les estimations ci-dessus quant aux potentiels de réduction des GES reposent sur les données de base de l'étude « Moving Cooler », qui conclue qu'environ 67,7 Gt de GES seraient émises entre 2010 et 2050 (40 ans) en vertu des politiques en place aux États-Unis.

Le présent rapport ne fournit pas d'estimation quantitative des réductions potentielles d'émissions de GES qui peuvent être réalisées à l'aide des mesures proposées. Cet effort ne fait pas partie de la portée du mandat qui nous a été confié, et il nécessiterait une évaluation complète du territoire, du calendrier d'exécution, de la faisabilité et de l'intensité de la mise en œuvre des différentes mesures en fonction du contexte canadien. Toutefois, une méthodologie semblable à celle de l'étude « Moving Cooler » peut être utilisée pour estimer les limites supérieures du potentiel de réduction des émissions de GES. Pour ce faire, on doit appliquer les réductions maximales (sous forme de %) estimées par l'étude « Moving Cooler » aux émissions du secteur des transports au Canada.

⁴⁸ Afin que cet effort généralisé de regroupement de stratégies puisse être mis en œuvre pour réduire les émissions de GES, l'étude repose sur un changement majeur de la volonté politique et des comportements de déplacement ainsi que sur l'élimination des obstacles majeurs sur le plan financier et technique.

On effectue ainsi une estimation des émissions de base cumulatives pour le transport routier et ferroviaire des personnes et de marchandises au Canada entre 2015 et 2030. Cette estimation a été établie d'après un taux de croissance linéaire hypothétique des émissions annuelles entre 2011 et les valeurs annuelles projetées par le gouvernement du Canada pour 2020 et 2030 pour ces modes. Nous avons estimé que les émissions cumulatives sont d'environ 2,415 Mt. Le tableau ci-dessous indique ce qu'une réduction cumulative de 5 %, de 10 % et de 16 % des émissions de GES sur 15 ans pourrait représenter pour le secteur du transport routier et ferroviaire des personnes et de marchandises au Canada.

Tableau A 7 Réductions potentielles des émissions de GES au Canada reposant sur l'application des résultats de l'étude « Moving Cooler »

Niveau de réduction	Réduction des GES au Canada (Mt)	Réductions des émissions annuelles équivalentes (Mt)
16 % (effort et déploiement maximal en vertu de l'étude « Moving Cooler »)	386	25
10 % (effort semblable au regroupement des stratégies à faible coût de l'étude « Moving Cooler », mise en œuvre dynamique)	241	16
5 % (effort semblable au regroupement des stratégies d'aménagement du territoire/de transport collectif/de transport non motorisé de l'étude « Moving Cooler », déploiement dynamique)	120	8

