



*Stimuler le transport*  
sobre en carbone par  
l'achat responsable

**RAPPORT**

# État des connaissances

## Stimuler le transport sobre en carbone par l'approvisionnement

Une initiative de :

**ECPAR**

En partenariat avec :

Québec 

Montréal 

 *Hydro*  
Québec

## Équipe de réalisation

### Réalisation

Valérie Lacombe, M. Env., Consultante en environnement  
Aure Adell, M. Env., Experte conseil de l'ECPAR

### Direction

Carole Villeneuve, M. Env., directrice générale de l'ECPAR

### Graphisme

QUINTUS

## Nos partenaires



Le ministère de l'Économie et de l'Innovation est fier d'avoir participé à ce projet qui conjugue action climatique et compétitivité des entreprises à travers les chaînes d'approvisionnement sobres en carbone. Ce rapport permet d'identifier des pistes concrètes pour les grands donneurs d'ordres afin de diminuer leurs coûts et de contribuer à l'atteinte de l'objectif du gouvernement concernant la réduction des émissions de GES du Québec. De plus, il met en valeur les entreprises de technologies propres qui offrent des solutions de transport à faible empreinte carbone à tous les maillons de la chaîne d'approvisionnement.



En contribuant au projet "Stimuler le transport sobre en carbone par l'achat responsable", la Ville de Montréal a pu à son tour enrichir sa propre réflexion de solutions concrètes en matière de mobilité durable, un pilier incontournable de son Plan Climat avec 30 % des GES émis sur son territoire attribuables au transport routier. Cette implication s'inscrit dans l'engagement de la Ville visant à mobiliser la communauté montréalaise autour de pratiques de transport plus durables et ainsi se mettre en marche vers son objectif de carboneutralité d'ici 2050.



À Hydro-Québec, nous avons la ferme volonté de contribuer à l'essor économique, social et culturel de la société en minimisant les impacts sur l'environnement. Nous souhaitons contribuer à la transition vers une économie sobre en carbone en travaillant sur la décarbonation de l'ensemble de nos activités et de nos marchés. Nous avons également la volonté de faire affaire avec des fournisseurs responsables et locaux. Le projet a permis de rendre compte de l'état des lieux et des possibilités de décarbonation du secteur du transport par l'approvisionnement et d'engager les fournisseurs et donneurs d'ordres dans ce mouvement.

## Sommaire

Au Québec, le secteur d'activité qui concentre le plus d'émissions de gaz à effet de serre (GES) est celui des transports routiers, traduisant l'importance de la transition vers un transport sobre en carbone par la réduction des GES au Québec. Au regard des émissions de GES sur les chaînes d'approvisionnement, qui sont plus élevées que celles provenant des opérations directes des organisations, l'approvisionnement responsable est un outil stratégique pour contribuer à cette transition. C'est dans ce contexte qu'est mis en place le projet « Stimuler le transport sobre en carbone par l'achat responsable », dans le cadre duquel l'ECPAR a co-construit un état des connaissances sur le transport sobre en carbone par le biais d'une revue de littérature, d'une analyse des pratiques d'approvisionnement et de la mise en place de laboratoires d'accélération.

Ces trois grandes étapes du projet ont permis d'identifier des technologies et des solutions sobres en carbone pour les parcs de véhicules et la logistique des transports. L'électrification du parc automobile étant l'une des voies de réduction des émissions de GES qu'a choisi le Québec, il existe sur le marché une grande variété de modèles de véhicules entièrement électriques, hybrides rechargeables et hybrides conventionnels, appropriés à diverses situations de transport. Le choix d'un mode de propulsion sobre en carbone constitue non seulement un critère couramment utilisé au sein des appels d'offres, mais celui-ci est le plus souvent un critère obligatoire. Pour soutenir ce critère, la faisabilité technique ainsi que l'acceptabilité au sein du personnel de l'organisation sont des mesures préparatoires fréquemment utilisées. L'utilisation de divers équipements et technologies pour augmenter l'efficacité énergétique des véhicules, l'amélioration des activités d'entretien ainsi que la mise en place d'un programme d'écoconduite, sont aussi des contributions non négligeables à la réduction des émissions de GES du parc de véhicules. Dans les appels d'offres, ces éléments sont principalement des critères d'adjudication.

L'exploration de ces critères avec les parties prenantes assure une meilleure compréhension des enjeux et difficultés rencontrés par les fournisseurs et les organisations contractantes. Les difficultés sont à la fois variées et convergentes vers des enjeux plus généraux d'ordre technologique, économique et logistique. Les solutions orientées vers les technologies, la logistique des transports, la mise en place des critères en général ainsi que le suivi des émissions de GES sont fortement à considérer, en raison des gains environnementaux qu'elles pourraient engendrer et de leur réponse directe à certains des enjeux identifiés. L'information ainsi obtenue a dirigé la formulation de recommandations pour un approvisionnement sobre en carbone. Dans un premier temps, les recommandations pour les achats directs et services reliés au parc de véhicules sont en lien avec la redéfinition des besoins de l'organisation et la façon dont elle y répond, de même qu'avec l'introduction progressive de technologies sobres en carbone. Dans un deuxième temps, les recommandations pour les contrats de service ayant une portion importante de transport routier portent sur trois grandes actions : repenser le besoin et la façon d'y répondre; introduire progressivement des critères de transport sobre en carbone; et aider à la mesure des émissions de GES du transport générées dans les contrats. Par ces recommandations, l'ECPAR, en collaboration avec les partenaires du projet, contribue de façon coordonnée à l'atteinte des objectifs de lutte contre les changements climatiques du Québec et des organisations.

# Table des matières

<b>Sommaire</b>	<b>ii</b>
<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>1 Mise en contexte</b>	<b>2</b>
1.1 Objectifs de l'étude	4
<b>2 Méthodologie</b>	<b>5</b>
2.1 Revue de littérature	5
2.2 Analyse des pratiques d'approvisionnement	5
2.3 Laboratoires d'accélération	6
<b>3 Parc de véhicules : technologies et solutions</b>	<b>8</b>
3.1 Types de propulsion alternatifs	8
3.1.1 Mobilité durable	8
3.1.2 Automobiles électriques	11
3.1.3 Camions légers électriques (camionnettes, fourgonnettes et VUS)	14
3.1.4 Camions lourds et autobus électriques	16
3.1.5 Camions hybrides	17
3.1.6 Camions caténares	19
3.1.7 Véhicules à pile à combustible à hydrogène	20
3.2 Carburants alternatifs	24
3.2.1 Gaz naturel	24
3.2.2 Biocarburants	27
3.3 Ajustement du parc à son usage	29
3.4 Équipements auxiliaires	31
3.5 Entretien des véhicules	34
3.6 Écoconduite	36
3.7 Conclusion	38
<b>4 Logistique des transports : technologies et solutions</b>	<b>39</b>
4.1 Mobilité durable	39
4.2 Intermodalité et multimodalité	40

4.3	Stratégies de plans de transport	41
4.3.1	Chargement des véhicules	42
4.3.2	Consolidation des commandes	43
4.3.3	Optimisation des trajets	44
4.3.4	Optimisation des heures de distribution	45
4.4	Mutualisation	47
4.5	Logistique de transport en milieu urbain	48
4.6	Conclusion	51
<b>5</b>	<b>Regard sur le marché : analyse des pratiques d'approvisionnement</b>	<b>52</b>
5.1	Cas identifiés et contextes	52
5.2	Mesures préparatoires	54
5.3	Critères d'approvisionnement, mesures de suivi et de calcul des retombées	55
5.4	Apprentissages significatifs	58
5.5	Conclusion	59
<b>6</b>	<b>Consultation des parties prenantes : laboratoires d'accélération</b>	<b>60</b>
6.1	Résultats aux sondages prélaboratoires	60
6.2	Enjeux, difficultés et pistes de solutions	68
6.3	Conclusion	74
<b>7</b>	<b>Recommandations : approvisionnement sobre en carbone en lien avec le transport</b>	<b>75</b>
7.1	Achats directs et services reliés au parc de véhicules	75
7.2	Contrats de service avec une portion importante de transport routier	76
<b>8</b>	<b>Initiatives et programmes de soutien au transport sobre en carbone</b>	<b>80</b>
<b>9</b>	<b>Conclusion</b>	<b>86</b>
	Références	88
	Annexe 1 - Certifications en lien avec le transport sobre en carbone	95
	Annexe 2 - Calcul des émissions de GES dans les contrats de service : approches possibles	97

## Liste des figures et des tableaux

Figure 1.1 Émissions de GES au Québec par secteurs d'activité entre 1990 et 2018 (MELCC, 2020a)	2
Figure 1.2 Répartition et évolution des émissions de GES des sous-secteurs des transports entre 1990 et 2018 (MELCC, 2020a)	3
Figure 1.3 Répartition et évolution des émissions de GES des différentes catégories de transport routier entre 1990 et 2018 (MELCC, 2020a)	3
Figure 3.1 Évolution de l'utilisation du vélo au Québec depuis 1995 (Vélo Québec, 2020)	10
Figure 3.2 Impacts potentiels en fonction de la distance parcourue par les véhicules durant leur durée de vie (Roy et al., 2016)	13
Figure 3.3 Évolution du nombre de véhicules électriques sur les routes au Québec (Demers et Roy, 2019)	14
Figure 3.4 Ventes de véhicules électriques par type et modèles offerts (Régie de l'Énergie du Canada, 2019)	15
Figure 3.5 Analyse de cycle de vie pour les camions conventionnels et hybrides	17
Figure 3.6 Analyse de cycle de vie pour les camions lourds, selon des données nord-américaines (Sen et al., 2017)	18
Figure 3.7 Camion caténaire (Cousineau, 2013, 13 mars)	19
Figure 3.8 Émissions de CO <sub>2</sub> eq. « Du puits à la roue » selon la source d'énergie des véhicules (Demers et Roy, 2019)	21
Figure 3.9 Véhicules diesel électriques et à hydrogène : analyse de cycle de vie (ADEME et Bodineau, 2020)	22
Figure 3.10 Variation des émissions de GES pour le transport routier des marchandises en fonction de l'efficacité des systèmes considérés (CIRAIG, 2020)	25
Figure 3.11 Émissions de GES pour le transport de marchandises – rapportées au transport de 1 tonne de marchandise sur 1 kilomètre (1 tkm) (CIRAIG, 2020)	27
Figure 3.12 Exemple des objectifs VZE de Rotterdam pour le transport urbain de marchandises en 2025 par segment, sous-segment, véhicule et type de véhicule (Équiterre et al., 2021)	30
Figure 3.13 Exemples d'optimisation de véhicule avec des accessoires pour l'aérodynamisme (ADEME, 2012)	32
Figure 4.1 Exemple de route simple pour la livraison en vrac (van Vliet et al., 1992)	43
Figure 4.2 Effet du carbone sur les scénarios d'expédition (Butner et al., 2008)	44
Figure 4.3 Scénario de consolidation de commande permettant d'optimiser les trajets (Legault-Michaud, 2017)	45
Figure 4.4 Émissions et distance parcourue pour la livraison en dehors des heures de pointe par rapport à la livraison sur les heures régulières (Holguín Veras et al., 2018)	46
Figure 4.5 Minihubs et vélos cargos (Équiterre et al., 2021)	49
Figure 4.6 Exemple d'optimisation des routes de transport (Beaulieu et al. 2014)	50
Figure 6.1 Portée des engagements et plans d'action chez les organisations contractantes	61
Figure 6.2 Portée des stratégies de réduction des émissions de GES chez les fournisseurs	63
Figure 6.3 Appartenance des véhicules chez les fournisseurs (en pourcentage)	64
Figure 6.4 Composition du parc de véhicules des fournisseurs (pourcentage)	65
Figure 6.5 Capacité des fournisseurs d'adopter de véhicules électriques et niveau d'investissement prévu pour l'adoption de mesures de réduction des GES	66

Figure 6.6 Gestes de réduction des émissions de GES chez les fournisseurs (moyenne de la fréquence)	67
Tableau 3.1 Comparaison des émissions de GES des solutions de mobilité active (g CO <sub>2</sub> /km parcouru) (Küster, 2011; Leurent, 2022)	10
Tableau 3.2 Litres équivalent aux cent kilomètres « du puits à la roue » des automobiles électriques selon la source d'électricité (Ménigault, 2014)	11
Tableau 3.3 Modèles de véhicules électriques en vente sur le marché nord-américain en 2021 (MJB & A, 2021)	16
Tableau 3.4 Performance comparée des différents modes de propulsion (Demers et Roy, 2019)	23
Tableau 3.5 Comparaison des indicateurs environnementaux pour le transport routier de marchandises (orange = résultat d'indicateur maximal): résultat normalisé, pour chaque indicateur, selon le résultat maximal (CIRAIG, 2020)	26
Tableau 3.6 Ajustement du parc à son usage pour réduire la consommation des véhicules (ADEME, 2012)	29
Tableau 3.7 Équipement pour réduire la consommation énergétique des véhicules (Adapté de ADEME, 2012)	31
Tableau 3.8 Actions de maintenance pour réduire la consommation énergétique des véhicules (ADEME, 2012)	34
Tableau 3.9 Forces influençant la consommation de carburant d'un véhicule (MERN s. d.b s. d.c; RNCan 2010)	36
Tableau 3.10 Actions d'écoconduite pour réduire la consommation énergétique des véhicules (ADEME, 2012)	37
Tableau 4.1 Émissions de GES liés à différents types de transport (Adapté de Research and Traffic Group, 2013)	41
Tableau 4.2 Outils de création de plans de transport et de géolocalisation (ADEME, 2012)	42
Tableau 4.3 Logistiques optimisées pour la livraison urbaine (ADEME, 2012)	48
Tableau 5.1 Contextualisation des pratiques d'approvisionnement	53
Tableau 5.2 Mesures préparatoires des organisations	54
Tableau 5.3 Critères d'approvisionnement en lien avec le transport sobre en carbone	56
Tableau 6.1 Type de critères ou clauses contractuelles en lien avec s émissions des GES	62
Tableau 6.2 Mesures mises en place en lien avec les défis des changements climatiques	64
Tableau 6.3 Obstacles à l'achat, la location ou la sous-traitance de véhicules 100 % électriques ou hybrides	66
Tableau 6.4 Enjeux et solutions identifiés dans les tables rondes	69
Tableau 8.1 Initiatives et programmes pour soutenir le transport faible en carbone	81

## Liste des acronymes et des sigles

<b>AQPER</b>	Association québécoise de la production d'énergie renouvelable
<b>BDC</b>	Banque de développement du Canada
<b>CILCAD</b>	Centre d'innovation en logistique et chaîne d'approvisionnement durable
<b>CIRAIG</b>	Centre international de référence sur le cycle de vie des produits, procédés et services
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de carbone
<b>CRITUC</b>	Consortium de recherche et d'innovation en transport urbain au Canada
<b>ECCC</b>	Environnement et Changement climatique Canada
<b>ECPAR</b>	Espace de concertation sur les pratiques d'approvisionnement responsable
<b>ER</b>	Ensemble routier
<b>FFOM</b>	Forces-faiblesses-opportunités-menaces
<b>GES</b>	Gaz à effet de serre
<b>GP</b>	Grand porteur
<b>L<sub>e</sub>/100 km</b>	Litres équivalents au cent kilomètres
<b>MELCC</b>	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
<b>MERN</b>	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
<b>MTMDET</b>	Ministère des Transports, Mobilité durable et Électrification des transports
<b>PP</b>	Petit porteur
<b>PTAC</b>	Poids total autorisé en charge
<b>RNCan</b>	Ministère des Ressources naturelles du Canada
<b>RSI</b>	Retour sur investissement
<b>TEQ</b>	Transition énergétique Québec
<b>VEPC</b>	Véhicule à pile à combustible à hydrogène
<b>VTL</b>	Véhicule de transport léger
<b>VUS</b>	Véhicules utilitaires sport

## Introduction

Au Québec, le secteur d'activité qui concentre le plus d'émissions de gaz à effet de serre (GES) est celui des transports. Plus particulièrement, les transports routiers représentent 44,8 % des émissions totales de GES selon les données de *l'Inventaire québécois des émissions de GES en 2018 et leur évolution depuis 1990* (Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques [MELCC], 2020a). La transition vers un transport sobre en carbone est donc intrinsèque à la réduction des GES au Québec. L'importance des émissions de GES sur les chaînes d'approvisionnement, par rapport à celles provenant des opérations directes des organisations, fait de l'approvisionnement responsable un outil stratégique pour contribuer à cette transition.

Dans ce contexte, le projet « Stimuler le transport sobre en carbone par l'achat responsable », initié grâce à la contribution du ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec, de la Ville de Montréal et d'Hydro-Québec, vise à mobiliser le pouvoir d'achat des organisations publiques et privées de façon à valoriser l'offre existante de transport sobre en carbone et encourager le reste des fournisseurs à adopter également des solutions à faibles émissions de GES. Pour y arriver, la première étape consiste à construire un état des connaissances sur le transport sobre en carbone, par le biais d'une revue de littérature, d'une analyse des pratiques d'approvisionnement et de la mise en place des laboratoires d'accélération. L'information ainsi obtenue permet ensuite de formuler des recommandations pour un approvisionnement sobre en carbone qui ciblent les mesures entraînant une plus grande réduction des GES; valorisent les organisations ayant déjà une offre de transport sobre en carbone; et encouragent les autres fournisseurs à adopter de telles solutions pour rester compétitives.

Le présent document constitue le rapport final de recherche du projet. Le premier chapitre est une mise en contexte sur la situation des émissions de GES au Québec. S'ensuit une description des objectifs du projet « Stimuler le transport sobre en carbone par l'achat responsable » et de sa méthodologie, aux chapitres deux et trois. Puis, les chapitres quatre et cinq proposent une première analyse des technologies existantes et émergentes en matière de transport sobre en carbone : le quatrième chapitre est dédié aux parcs de véhicules et le cinquième à la logistique des transports. L'analyse continue au sixième chapitre, qui porte un regard sur le marché québécois afin d'identifier et d'analyser différentes pratiques d'approvisionnement en lien avec le transport sobre en carbone.

Enfin, les chapitres subséquents sont la contribution de l'Espace de concertation sur les pratiques d'approvisionnement responsable (ECPAR), en collaboration avec les partenaires de projet, à l'atteinte coordonnée des objectifs de lutte contre les changements climatiques du Québec et des organisations. En effet, le chapitre sept offre des recommandations pour un approvisionnement en lien avec le transport sobre en carbone; le chapitre huit identifie initiatives et programmes de soutien au transport sobre en carbone; et finalement, le chapitre neuf démontre les retombées possibles en lien avec l'approvisionnement sobre en carbone.

# 1 Mise en contexte

Les changements climatiques constituent une menace environnementale mondiale dont les effets (réchauffement de la planète, hausse du niveau des mers, augmentation des occurrences de phénomènes météorologiques extrêmes, etc.) poussent les gouvernements à élaborer des stratégies et des objectifs de réductions des émissions de gaz à effet de serre (GES). Pour 2020, le Québec s'était engagé à réduire ses émissions de GES de 20 % par rapport à 1990 (MELCC, s. d.). Toutefois, selon l'*Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2018 et leur évolution depuis 1990*, les émissions n'ont diminué que de 6 % en 2018 (MELCC, 2020a).

Comme illustré sur la Figure 1.1, cette baisse est réalisée surtout grâce à la diminution des émissions de GES dans les secteurs de l'industrie, du chauffage résidentiel, commercial et institutionnel ainsi que des déchets. Cependant, les émissions produites par le secteur des transports ont connu une forte hausse pendant la même période, de telle façon qu'il est reconnu comme celui qui produit le plus d'émissions de GES au Québec, pour 44,8 % des émissions totales de la province en 2018 (MELCC, 2020a).

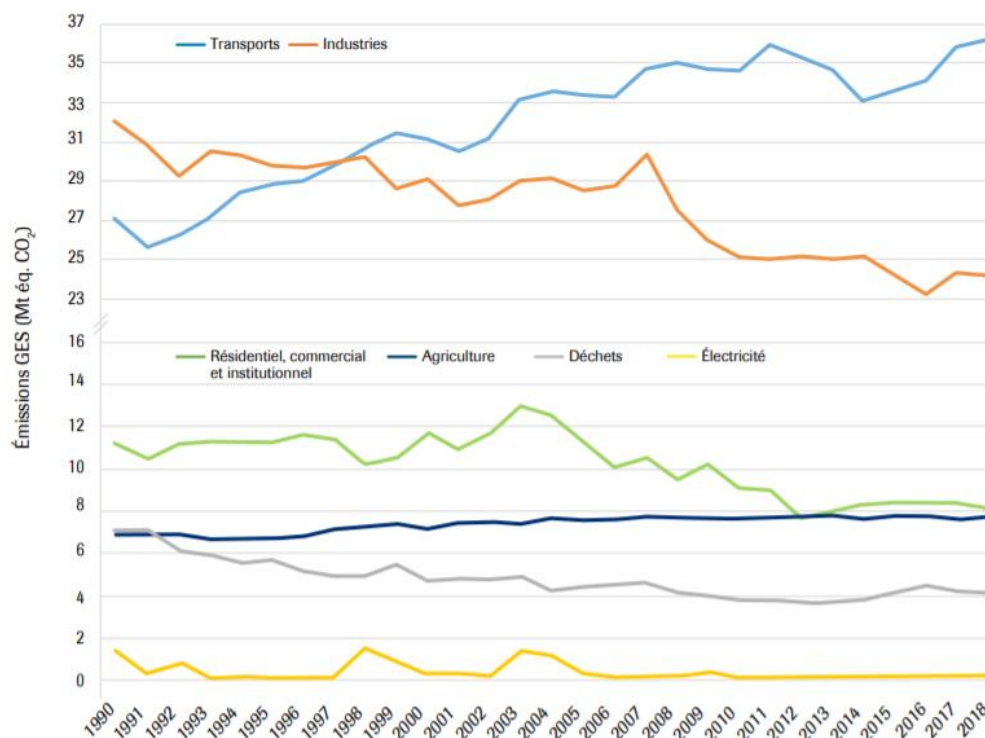
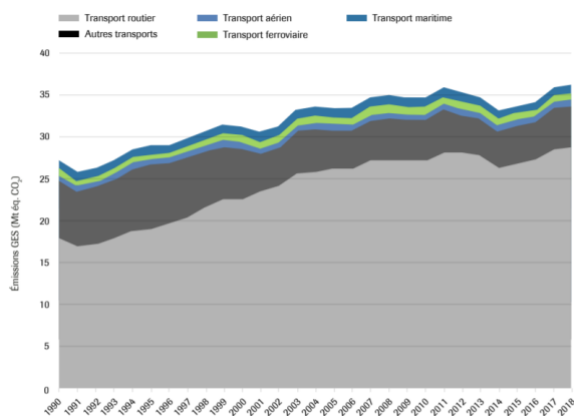


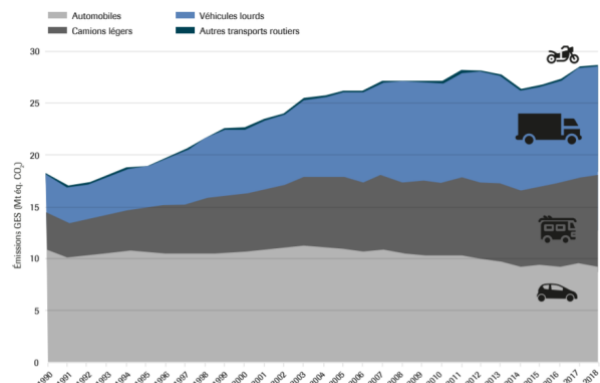
Figure 1.1 Émissions de GES au Québec par secteurs d'activité entre 1990 et 2018 (MELCC, 2020a)

Comme l'illustrent les Figure 1.2 et Figure 1.3, la hausse globale des émissions du secteur des transports est due principalement à celle qu'ont connue les transports routiers depuis 1990<sup>1</sup>. Celles-ci sont réparties entre différents types de véhicules, notamment les automobiles, les camions légers, les véhicules lourds et autres types, comme les motocyclettes et véhicules à gaz (MELCC, 2020a).

La Figure 1.3 illustre plus particulièrement la diminution des émissions de GES pour les « petites » automobiles, qui s'explique par la diminution graduelle de leur nombre mis en circulation, couplée au renouvellement du parc automobile québécois en général. Le scénario est totalement différent pour les camions légers (fourgonnettes, camionnettes et VUS) ainsi que les véhicules lourds (autobus, camions, tracteurs routiers...)<sup>2</sup> : leurs émissions ont pris une tendance à la hausse, ce qui joue un rôle important dans l'augmentation des émissions des transports routiers. Cette augmentation est largement attribuable à l'accroissement du parc automobile, de l'augmentation de la puissance, du poids et des accessoires des véhicules ainsi que celle du kilométrage depuis 1990 (MELCC, 2020a)<sup>3</sup>.



**Figure 1.2 Répartition et évolution des émissions de GES des sous-secteurs des transports entre 1990 et 2018 (MELCC, 2020a)**



**Figure 1.3 Répartition et évolution des émissions de GES des différentes catégories de transport routier entre 1990 et 2018 (MELCC, 2020a)**

<sup>1</sup> Les transports ferroviaires, maritimes et aériens ont aussi augmenté leurs émissions depuis les trois dernières décennies, mais leur rôle reste très peu significatif dans le bilan total : ils représentent moins de 10 % des émissions du secteur des transports, à l'opposé des transports routiers qui représentent près de 80 %. Le reste des émissions des transports sont dues aux « autres transports », qui comprend les véhicules hors route et la combustion liée au transport par pipeline (MELCC, 2020a).

<sup>2</sup> Selon l'inventaire, les camions légers regroupent les fourgonnettes, les camionnettes et les véhicules utilitaires sport (VUS) qui pèsent au plus 3 900 kilogrammes, sont conçus pour le transport de passagers ou de marchandises et qui peuvent être équipés de quatre roues motrices; les véhicules lourds comprennent tous les véhicules dont le poids est supérieur à 3 900 kilogrammes (MELCC, 2020a).

<sup>3</sup> Ce phénomène est parfaitement en cohérence avec la hausse du nombre de salariés dans le transport par camion au Québec, observée entre 2009 et 2018, ainsi que celle du PIB spécifique au transport par camion, observée depuis 1990 (MELCC, 2020a).

C'est au regard de l'importance du secteur du transport routier dans l'empreinte carbone québécoise qu'il apparaît essentiel que des initiatives qui contribuent à la transition vers un transport sobre en carbone soient mises en place par les organisations publiques et privées. Pour ce faire, ces dernières peuvent articuler leurs initiatives autour de deux types d'émissions : les émissions directes et indirectes. Les émissions directes (scope 1 et 2) sont celles que les organisations peuvent contrôler, c'est-à-dire qu'elles sont associées à leurs activités, leurs bâtiments et leur parc de véhicules. Pour leur part, les émissions indirectes (scope 3) sont causées par des activités, des bâtiments et des véhicules sur lesquels elles n'ont pas de contrôle, bien qu'elles aient une certaine influence, puisqu'ils appartiennent à d'autres entités, notamment à leurs fournisseurs. Ceci est particulièrement important, puisque les émissions de GES sur les chaînes d'approvisionnement sont en moyenne 11,4 fois plus élevées que les émissions directes des organisations (CDP, 2021).

Dans cette optique, l'approvisionnement responsable est un outil stratégique de réduction des émissions de GES pour les organisations, puisqu'il permet de mitiger autant leurs émissions directes que leurs émissions indirectes. En effet, cela les incite à repenser leurs besoins et la façon d'y répondre ainsi qu'à introduire des critères sobres en carbone dans leurs acquisitions de biens et services. Toutefois, une revue de littérature a permis d'identifier la problématique suivante : malgré la disponibilité croissante de solutions de transports sobres en carbone et d'incitatifs gouvernementaux pour les adopter (chapitres 4, 5 et 9), le marché semble encore immature et l'inclusion de critères d'approvisionnement en lien avec les transports sobres en carbone se fait encore timide (Doré, 2017; Gélinas et Vallejos, 2022).

## 1.1 Objectifs de l'étude

L'objectif du projet « Stimuler le transport sobre en carbone par l'achat responsable » est de mobiliser le pouvoir d'achat des organisations publiques et privées de façon à valoriser l'offre existante de transport sobre en carbone et encourager l'ensemble des fournisseurs à adopter également des solutions à faibles émissions de GES. Pour y arriver, les objectifs spécifiques sont :

- Identifier les technologies et solutions sobres en carbone pour les parcs de véhicules et la logistique du transport;
- Analyser des pratiques d'approvisionnement sobres en carbone en lien avec le transport, au Québec et à l'international;
- Mettre en place des espaces de dialogue et de coordination entre parties prenantes;
- Faire des recommandations pour un approvisionnement sobre en carbone en lien avec le transport;
- Recenser les initiatives et programmes québécois et canadiens de soutien à l'adoption des technologies et solutions de transport sobre en carbone;
- Démontrer les bénéfices de l'approvisionnement sobre en carbone par le recensement d'exemples concrets.

## 2 Méthodologie

La méthodologie du projet repose sur la construction d'un état des connaissances sur le transport sobre en carbone par le biais d'une revue de littérature, d'une analyse des pratiques d'approvisionnement et la mise en place des laboratoires d'accélération. L'information ainsi obtenue permet ensuite de formuler des recommandations d'approvisionnement responsable qui ciblent les mesures entraînant une plus grande réduction des GES; valorisent les organisations ayant déjà une offre de transport sobre en carbone; et encouragent les autres fournisseurs à adopter de telles solutions pour demeurer compétitives.

### 2.1 Revue de littérature

La revue de littérature constitue la première étape de recherche et permet d'identifier les technologies et les solutions sobres en carbone pour les parcs de véhicules ainsi que la logistique des transports. La recherche est structurée comme suit :

- Identification de la technologie ou de la solution de logistique;
- Établissement de la maturité de la technologie ou de la solution de logistique;
- Analyse de la technologie selon une perspective de cycle de vie;
- Estimation de la maturité du marché québécois à l'adoption de la technologie ou de la solution de logistique.

La revue cible la littérature scientifique (analyses d'impacts, analyses de cycle de vie, etc.) ainsi que la littérature grise (politiques et plans d'action gouvernementaux, rapports de responsabilité sociétale des organisations, études de marché, etc.). La pertinence et la validité des sources reposent d'abord sur des auteurs et des spécialistes reconnus et acceptés par une communauté de scientifiques ou de professionnels. Pour l'ensemble des sources, des critères tels que la provenance, l'actualité et la date de publication ainsi que la crédibilité des sources de l'auteur sont pris en considération. Les articles de blogue, de communications, de presses, de communications personnelles et d'entretiens informels sont utilisés avec parcimonie dans le but de soutenir le texte et de guider la recherche d'information, mais non de donner de la force aux résultats de l'étude.

### 2.2 Analyse des pratiques d'approvisionnement

L'analyse des pratiques d'approvisionnement est la deuxième étape de recherche et permet de comparer les types de critères de transport sobre en carbone utilisés par différents donneurs d'ordres, au Québec et à l'international. Pour ce faire, des cas d'approvisionnement responsable sont choisis au Québec, certains parmi les partenaires du projet, et d'autres sont sélectionnés en Europe par le biais du site web sur l'approvisionnement public écologique de la Commission européenne (European Commission, s. d.) ainsi que du site web du projet *SPP Regions* (s. d.) financé par l'Union Européenne entre 2015-2018. Inspirée de la méthodologie de Delplancke *et al.* (2018), la recherche des cas repose sur la base de critères d'approvisionnement responsable et de transport sobre en carbone qui permettent d'identifier des pratiques qui :

- Aident à réduire les émissions de GES liés au transport;
- Proposent des processus d'approvisionnement sobre en carbone, avec une réflexion allant de l'amont à l'aval (mesures préparatoires, critères d'achat, mesures des retombées et apprentissages);
- Développent une filière, en partie ou en totalité;
- Sont à l'origine de nouveaux contrats de biens et services sobres en carbone.

Afin de permettre l'identification d'une variété de critères, d'éléments de temporalité et de freins et leviers relatifs au transport sobre en carbone sur les chaînes d'approvisionnement, la sélection des cas se poursuit ensuite avec des objectifs de :

- Diversité des cas : chaque cas se base sur des solutions, technologies, processus et infrastructures différents;
- Diversité des contextes : chaque cas concerne un secteur d'activité ou un territoire desservi différent;
- Diversité des phases d'avancement : chaque cas reflète un stade d'avancement de leurs pratiques différent.

Pour certains des cas québécois offrant la possibilité d'effectuer une analyse approfondie des appels d'offres ainsi qu'une communication continue avec les donneurs d'ordres concernés, ces méthodes sont privilégiées. Pour les autres cas (québécois et européen), l'information rendue publique par le biais d'une reddition de compte ou d'études de cas déjà publiées est sélectionnée. Dans tous les cas, les éléments d'analyse sont le contexte dans lequel s'inscrivent les pratiques d'approvisionnement responsables, leurs mesures préparatoires, les critères d'approvisionnement en lien avec le transport sobre en carbone, les mesures de suivi et de calcul des retombées ainsi que les apprentissages significatifs.

En complément de ce rapport, des fiches d'étude de cas sont produites pour certains des cas québécois, afin de faciliter le transfert de connaissances.

## 2.3 Laboratoires d'accélération

La mise en place d'espaces de dialogue et de coordination entre les parties prenantes (les laboratoires d'accélération) représente la troisième et dernière étape de recherche. Cette étape vise à explorer certains critères et solutions identifiés aux deux précédentes étapes afin de comprendre les enjeux et difficultés rencontrés par les fournisseurs et les organisations contractantes. Les objectifs spécifiques de ces laboratoires sont :

- D'engager la discussion sur les types de critères d'approvisionnement qui pourraient être intégrés dans les contrats de service afin de réduire les émissions de GES liés au transport;
- De connaître la maturité du marché, sa capacité de répondre aux nouvelles exigences des organisations contractantes en matière de réduction des émissions de GES ainsi que les défis et besoins rencontrés pour accélérer l'adoption des solutions sobres en carbone;
- D'élaborer des stratégies et des critères d'approvisionnement permettant de valoriser l'offre existante de différents types de services sobres en carbone et de stimuler l'adoption de nouvelles solutions de réduction des GES dans les contrats.

Au nombre de quatre et d'une durée de deux heures et demie chacun, les laboratoires sont structurés comme suit :

- La présentation des résultats anonymes d'un sondage administré avant l'événement afin d'orienter la discussion sur les sujets les plus pertinents pour les organisations participantes.
- La participation à deux tables rondes sur les types de critères d'approvisionnement qui favorisent la réduction des GES liés au transport dans les contrats de service, les principaux enjeux des organisations contractantes et des fournisseurs ainsi que les solutions possibles pour les minimiser.
- La présentation d'initiatives, d'exemples ou de solutions existantes dans le secteur concerné afin de mieux valoriser et faire connaître les options disponibles.

En sus des résultats présentés dans ce rapport, un compte-rendu est disponible pour chacun des laboratoires sectoriels afin d'offrir une description aussi fidèle que possible des objectifs du laboratoire; de son déroulement; des organisations participantes; des résultats du sondage prélaboratoire; et de la synthèse des dialogues entre les participants.es.

## 3 Parc de véhicules : technologies et solutions

Les activités pour réduire les émissions de GES dans le secteur du transport peuvent être réparties en deux volets : les actions axées vers les parcs de véhicules et les actions axées vers la logistique des transports. Le premier volet concerne les modes de déplacement des personnes et des marchandises. Il englobe le choix des moyens de transport ainsi que des types de véhicules et comprend des leviers généralement liés à la transition énergétique : amélioration continue de l'efficacité énergétique par l'utilisation d'accessoires adéquats, augmentation des énergies renouvelables, modification des habitudes de conduite, amélioration de l'entretien des véhicules, transition dans les modes de déplacement, etc. (Environnement et Changement climatique Canada [ECCC], 2016; Transition énergétique Québec [TEQ], 2018). Ce chapitre présente les technologies et solutions concernant les parcs de véhicules, afin de déterminer où se situent les meilleurs gains possibles. Le deuxième volet est présenté au chapitre cinq du rapport.

### 3.1 Types de propulsion alternatifs

La technologie dominante dans le secteur du transport repose sur le moteur à combustion interne dont l'alimentation, presque qu'exclusive aux produits pétroliers raffinés, a démontré ses effets négatifs sur l'environnement (Meadowcroft et al., 2021). Or, la réduction des émissions de GES du transport routier implique une conversion à des sources d'énergie sobre en carbone, voire zéro émission (ECCC, s. d.; Meadowcroft et al., 2021). Hormis les solutions de mobilité active davantage mises de l'avant depuis quelques années (Küster, 2011), plusieurs technologies permettant d'améliorer le rendement énergétique des véhicules ont également vu le jour. Les prochaines lignes présentent donc les types de propulsion sobres en carbone identifiés dans la littérature : la mobilité active (marche et vélo) ainsi que la propulsion électrique dans les véhicules 100 % électriques, les véhicules hybrides, les camions à caténares ainsi que les véhicules à pile à combustible à hydrogène.

#### 3.1.1 Mobilité durable

Le concept de mobilité durable est défini comme « la réalisation d'un volume global de mobilité physique, de répartition modale et de technologies de transport qui répondent efficacement aux besoins de mobilité de base, tout en soutenant l'intégrité des écosystèmes et en limitant les émissions de GES » (Griffiths et al., 2021). La réduction des émissions de GES par la mobilité durable repose notamment sur le changement de la structure modale par des moyens de transport qui englobent autant la mobilité active que les transports collectifs et partagés.

La mobilité active (principalement le vélo et la marche) est un mode de transport qui se prête bien aux déplacements sur de courtes distances. Étant le mode de transport qui rejoint le plus les préoccupations économiques et sociales (par sa nature abordable et ses bénéfices sur la santé humaine), il est aussi considéré dans l'ensemble comme un mode de transport carboneutre (Ministère des Transports, Mobilité durable et Électrification des Transports [MTMDET], 2018). Bien que cela soit vrai dans une certaine

mesure (aucune émission directe de polluants liée à l'utilisation d'énergie fossile), la prise en compte du cycle de vie des vélos et de la marche démontre qu'ils ne le sont pas tout à fait (Küster, 2011; Leurent, 2022). Or, pour que la mobilité active soit reconnue au même titre que les autres types de transports sobres en carbone, il convient de quantifier leur réelle contribution à la réduction des émissions de GES (Küster, 2011). Il convient de préciser que la littérature à ce sujet prend généralement en compte seulement les phases de production, d'utilisation et de production d'énergie (Küster, 2011; Leurent, 2022), ce qui constitue une limite importante à l'interprétation des données.

Pour les vélos et la marche, la phase de production correspond à l'extraction des matériaux et la production de l'équipement (un vélo dans le premier cas et des souliers dans le deuxième). L'étude de Küster (2011) démontre que pour un vélo d'environ 20 kilogrammes parcourant 2 400 kilomètres sur huit ans, la phase de production est responsable d'environ cinq grammes de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) équivalent par kilomètre parcouru (vélo conventionnel) à sept grammes de CO<sub>2</sub> équivalent par kilomètre parcouru (modèle équivalent à assistance électrique). Dans le même ordre d'idée, pour la marche, l'étude de Leurent (2022) considère une empreinte carbone moyenne de huit grammes de CO<sub>2</sub> équivalent pour une paire de souliers standard (estimé sur une durée de vie de 1 000 kilomètres).

La phase d'utilisation et de production d'énergie pour les vélos conventionnels et la marche concernent la consommation du carburant alimentaire nécessaire au corps humain (Küster, 2011; Leurent, 2022), ce qui implique de porter une attention particulière à la diète alimentaire de l'utilisateur. Par exemple, l'analyse de Küster (2011) part du principe que l'alimentation quotidienne des Européens est équivalente à 3 466 kilocalories, avec un impact de 1,83 tonne de CO<sub>2</sub> équivalent par année par personne (environ 1,44 CO<sub>2</sub> équivalent par kilocalories). À la lumière de cette information, l'impact du carburant alimentaire est estimé entre 16 et 18 grammes de CO<sub>2</sub> par kilomètre parcouru avec un vélo conventionnel (Küster, 2011; Leurent, 2022), à 10 grammes de CO<sub>2</sub> par kilomètre parcouru avec un vélo à assistance électrique (Küster, 2011) et entre 35 et 76 grammes de CO<sub>2</sub> par kilomètre parcouru lors d'une marche à différentes intensités (Leurent, 2022). Pour toutes les solutions de mobilité active, l'étude de Leurent (2022) prend toutefois en compte une part de l'empreinte carbone des infrastructures routières, qu'il estime entre un et deux grammes de CO<sub>2</sub> équivalent par kilomètre parcouru.

Spécifiquement pour les vélos à assistance électrique, la phase de production d'électricité comprend aussi la consommation d'environ 23 wattheures d'électricité par kilomètre parcouru, qui est responsable d'environ neuf grammes de CO<sub>2</sub> par kilomètre parcouru (Küster, 2011). En revanche cette étude prend en compte une électricité produite en Europe. En raison de l'hydroélectricité québécoise, les vélos à assistance électrique utilisés au Québec auront un impact moindre pour cette phase de cycle de vie.

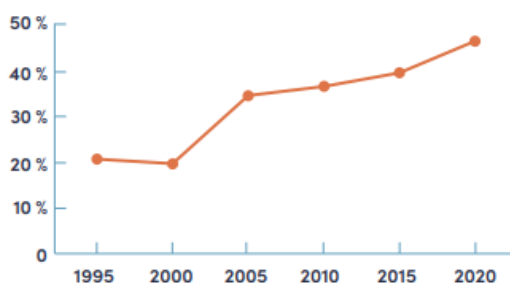
Pour faciliter la comparaison des émissions de GES de ces différentes solutions de mobilité active, le Tableau 3.1 présente une synthèse de l'information susmentionnée.

**Tableau 3.1 Comparaison des émissions de GES des solutions de mobilité active (g CO<sub>2</sub>/km parcouru) (Küster, 2011; Leurent, 2022)**

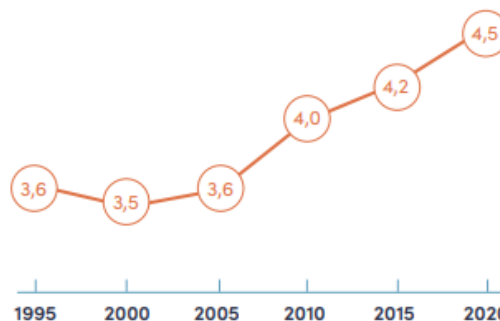
	Vélos conventionnels	Vélos électriques	Marche
Production	5	7	8
Utilisation et production d'énergie (alimentation et infrastructures)	16 + 2	10 + 2	35 à 76 + 2
Production d'énergie	0	9	0

Depuis quelques années, les municipalités québécoises mettent en place des plans de mobilité durable ou active qui mettent l'accent sur le vélo (Vélo Québec, 2020). Parallèlement, le déploiement du réseau cyclable (plus de 12 000 kilomètres de voies cyclables en 2015 (MTMDET, 2018) et la mise en œuvre de mesures de modération de la circulation automobile font en sorte qu'il est possible d'observer une hausse de l'utilisation du vélo comme mode principal de déplacement ainsi qu'une augmentation du nombre de cyclistes en général (Figure 3.1). Pour la marche, « le portrait est plus difficile à établir, étant donné le grand nombre de rues disposant déjà de trottoirs » (MTMDET, 2018).

**TAUX DE CYCLISTES ADULTES UTILISANT LE VÉLO À DES FINS DE TRANSPORT**



**ÉVOLUTION DU NOMBRE DE CYCLISTES (en million)**



**Figure 3.1 Évolution de l'utilisation du vélo au Québec depuis 1995 (Vélo Québec, 2020)**

De plus, bien qu'ayant l'empreinte carbone la plus basse, en comparaison d'autres modes de transport, les solutions de mobilité active dont il est question dans la présente section ne peuvent à elles seules offrir une solution complète à la réduction des émissions de GES du Québec. En effet, elles sont plutôt pertinentes sur de courtes distances, telles que les déplacements intraquartiers et les trajets du dernier kilomètre (Zahraei *et al.*, 2019), mais dans plusieurs cas, elles sont combinées avec un mode de transport collectif (autobus, métro, train) ou partagé (covoiturage et vélopartage) (Autorité régionale de transport métropolitain, 2021; Griffiths *et al.*, 2021). Cette stratégie est vue plus en détail à la section 0.

### 3.1.2 Automobiles électriques

Le concept de véhicule électrique à batterie comprend les véhicules : entièrement électriques ou hybrides, conventionnels et rechargeables. Dans le premier cas, il est question d'une propulsion assurée à cent pour cent par un moteur électrique alimenté par une batterie véhiculaire. Les véhicules hybrides conventionnels et rechargeables combinent pour leur part un moteur thermique conventionnel avec un moteur électrique. La distinction entre ces deux types de véhicules réside dans la capacité de la batterie et la méthode de recharge. Effectivement, les véhicules hybrides conventionnels ont une batterie à capacité réduite et se recharge lors des accélérations, tandis que les véhicules hybrides rechargeables ont une batterie à plus grande capacité qui peut être rechargée sur le réseau électrique, ce qui leur confère une autonomie électrique finale plus élevée (Meadowcroft et al., 2021). En tant que technologies intermédiaires, les automobiles hybrides et hybrides rechargeables partagent les impacts environnementaux des véhicules des véhicules à moteur thermique avec ceux des véhicules électriques (Ménigault, 2014). Pour cette raison, la présente section vise à présenter le mode de propulsion électrique et en comparer les impacts avec ceux d'un véhicule à essence.

À l'instar des solutions de mobilité active, les automobiles complètement électriques sont généralement considérées comme carboneutres en raison de l'inexistence d'émissions directes de GES à l'utilisation. Toutefois, la production d'électricité génère elle aussi des émissions en fonction de la source énergétique utilisée à sa production (Ménigault, 2014). La comparaison de la performance des automobiles électriques avec celles à essence nécessite donc de considérer les émissions du puits à la roue, c'est-à-dire de la production de l'énergie à l'utilisation du véhicule. Pour illustrer ce propos, le Tableau 3.2 présente cette information en litres équivalents aux cent kilomètres ( $L_e/100$  km) d'une automobile électrique de taille moyenne, en fonction de sa source d'électricité.

**Tableau 3.2 Litres équivalent aux cent kilomètres « du puits à la roue » des automobiles électriques selon la source d'électricité (Ménigault, 2014)**

Source électrique	$L_e/100$ km
Charbon	7,84
Pétrole	7,35
Gaz naturel	4,36
Solaire	0,47
Nucléaire	0,12
Éolien	0,06
Hydro	0,04
Géothermique	0,03

Ainsi, pour qu'une automobile à essence soit aussi performante en matière d'émissions de GES qu'une automobile électrique utilisée au Québec (c.-à-d. alimentée en hydroélectricité), elle devrait consommer en moyenne 0,04 L/100 km. Même avec la source d'électricité la moins performante (c.-à-d. l'électricité produite avec du charbon), l'automobile électrique présente une performance égale ou supérieure à celle d'une automobile à essence (Figure 3.1).

Afin d'estimer pleinement la valeur de cette technologie, il convient cependant de faire une comparaison sur la base de l'ensemble des impacts environnementaux pendant tout le cycle de vie. C'est ce que proposent les études comparatives en contexte québécois de Carrier *et al.* (2015) et du Centre international de référence sur le cycle de vie des produits, procédés et services (CIRAIG) (Roy *et al.*, 2016). Selon Carrier *et al.* (2015), les automobiles électriques ont un avantage concernant les émissions de GES, l'épuisement des ressources fossiles, la transformation des terres naturelles ainsi que l'oxydant photochimique. D'un autre côté, elles sont désavantagées en ce qui concerne l'eutrophisation et l'écotoxicité de l'eau douce, la toxicité humaine, l'épuisement des métaux, la transformation des terres agricoles ainsi que les radiations ionisantes.

Pour le CIRAIG (Roy *et al.*, 2016), les impacts potentiels de l'automobile électrique sont de 29 % à 65 % inférieurs à ceux de l'automobile à essence après 150 000 km et de 55 à 80 % inférieurs après 300 000 km, selon les catégories d'impacts considérées, à l'exception de la catégorie « Épuisement des ressources minérales » (Figure 3.2). De plus, l'étape de production est un contributeur important aux impacts environnementaux, autant pour les automobiles électriques que celles à essence. Au Québec, la phase d'utilisation s'avère un contributeur peu important en raison de l'utilisation de l'hydroélectricité. Puis, les étapes de transport de l'automobile entre le lieu de production et l'utilisation ainsi que la fin de vie sont également des contributeurs peu importants pour les automobiles électriques et à essence.

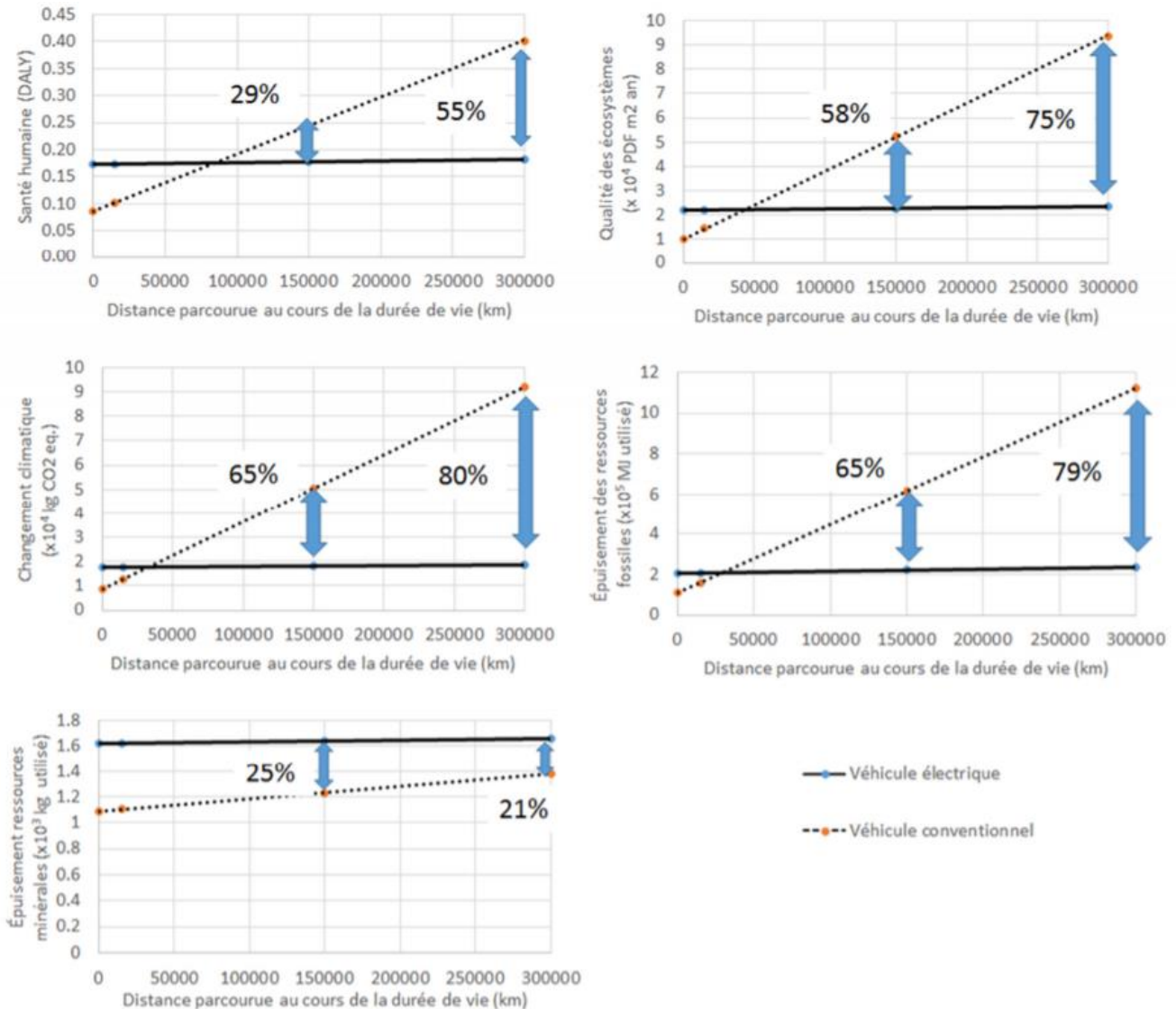


Figure 3.2 Impacts potentiels en fonction de la distance parcourue par les véhicules durant leur durée de vie (Roy et al., 2016)

En résumé, les études de Carrier *et al.* (2015) et du CIRAIG (Roy *et al.*, 2016) concluent que l'automobile électrique est un choix dont les bénéfices sur l'environnement sont globalement plus nombreux, lorsque celle-ci est utilisée en contexte québécois. Il est pertinent de rappeler qu'en tant que technologie intermédiaire, les véhicules hybrides génèrent des impacts et des émissions de GES « entre les deux », en fonction de leur autonomie électrique.

L'électrification du parc automobile provincial est l'une des voies de réduction des émissions de GES qu'a choisi le Québec (Martinek, 2021). Le gouvernement a d'ailleurs déjà envoyé un signal clair par l'adoption de la norme sur les véhicules zéro émission en janvier 2018, « qui impose aux constructeurs de véhicules automobiles de vendre une certaine proportion de véhicules légers à zéro émission. » (TEQ, 2018). Comme le traduit la Figure 3.3, ceci a entraîné une augmentation significative du nombre de véhicules électriques sur les routes depuis 2013.

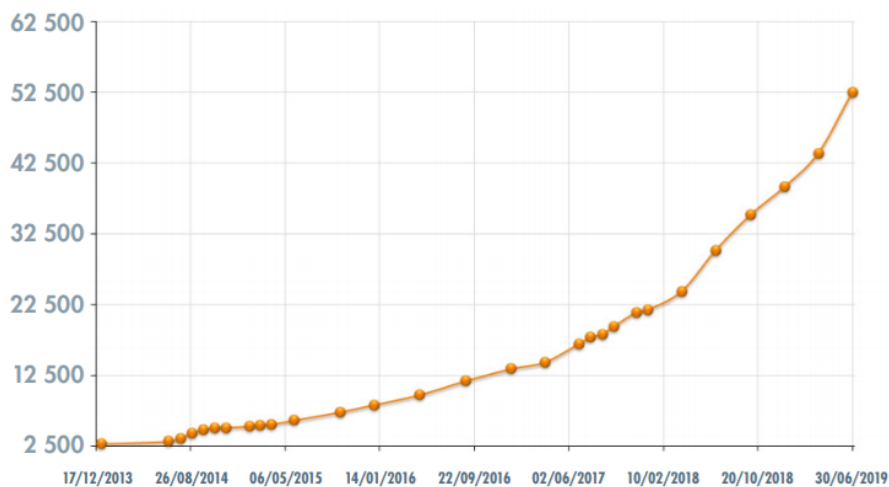


Figure 3.3 Évolution du nombre de véhicules électriques sur les routes au Québec (Demers et Roy, 2019)

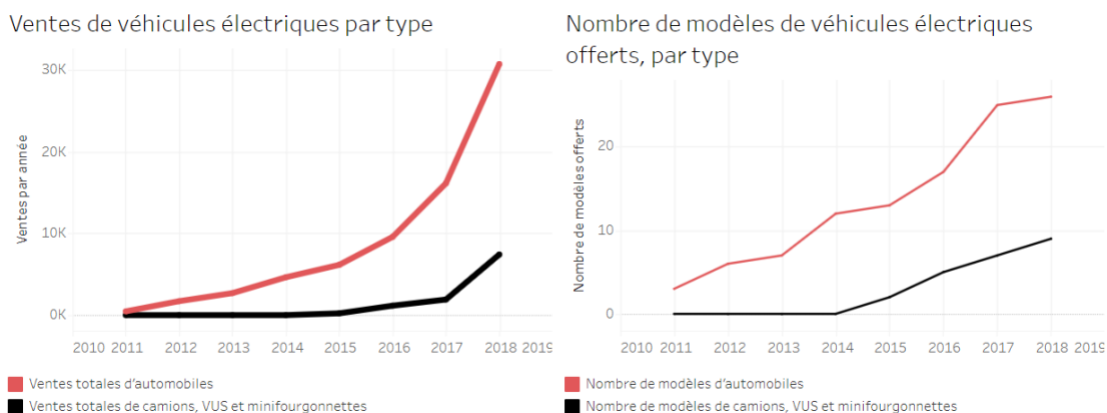
Avec plus de 90 000 véhicules électriques en 2020 (incluant les automobiles électriques et hybrides), le Québec est la province canadienne qui en compte le plus. Ceci s'explique en grande partie par les incitatifs gouvernementaux qui ont été mis en place depuis quelques années (Demers et Roy, 2019). Bien qu'en 2020 la quantité de véhicules électriques immatriculés ne représente que 1,5 % du parc automobile total de la province, force est de constater que la demande dépasse de plus en plus l'offre, ce qui contribue à alourdir les délais de livraison (Carrier et al., 2015; Martinek, 2021; Meadowcroft et al., 2021).

### 3.1.3 Camions légers électriques (camionnettes, fourgonnettes et VUS)

La propulsion électrique est une technologie qui convient également aux camions légers (camionnettes, fourgonnettes et véhicules utilitaires sport [VUS]) dont l'utilisation est orientée vers la livraison urbaine, les services professionnels municipaux, etc. Dans une perspective de cycle de vie, l'étude du CIRAIG (Roy et al., 2016) présentée à la Figure 3.2

s'applique également aux camions légers, ce qui en fait une solution de premier plan à la décarbonisation des chaînes d'approvisionnement (Hydrogen Council, 2017; TEQ, 2020).

Plusieurs organisations qui opèrent de grands parcs de véhicules ont d'ailleurs déjà emboité le pas : Amazon, Fedex et UPS ont commandé respectivement 100 000, 500 et 950 véhicules légers électriques pour leurs services de livraison (MJB & A, 2021). Toutefois, si les ventes de véhicules électriques sont à la hausse, le marché québécois offre encore un nombre limité de modèles de camions légers électriques et la plupart des modèles offerts sont hybrides. Par conséquent, la vente d'automobiles électriques est beaucoup plus importante que celle de camions légers électriques (Figure 3.4), et ce, malgré le fait que sur le marché en général, les ventes de camions légers soient supérieures à celles des automobiles (Régie de l'Énergie du Canada, 2019).



**Figure 3.4 Ventes de véhicules électriques par type et modèles offerts (Régie de l'Énergie du Canada, 2019)**

Pour l'ensemble des véhicules légers électriques (automobiles, camionnettes, fourgonnettes, VUS, etc.), les freins à leur déploiement se résument aux trois éléments suivants :

- Le coût de la batterie est élevé et son autonomie est plus limitée, en comparaison à un véhicule conventionnel à essence, et ce, surtout par temps très froid ou très chaud (Carrier et al., 2015; Meadowcroft et al., 2021; Ménigault, 2014)
- Le manque d'infrastructures de recharge freine l'électrification des transports (Meadowcroft et al., 2021). D'un côté, le Québec démontre un certain leadership quant à la disponibilité des infrastructures mises sur pied à ce jour, mais de l'autre, elles s'avèrent inadéquates aux besoins de certaines organisations. De plus, le réseau en lui-même est encore méconnu et considéré comme insuffisant dans plusieurs régions (MELCC, 2020a).
- À grande échelle, les chargeurs rapides et de niveau 2 peuvent entraîner une surcharge du réseau en causant des pics de demande énergétique. Avec son immense potentiel hydroélectrique, le Québec possède certes un grand avantage à ce sujet. Cependant, « le défi réside dans la gestion de la puissance de pointe [plutôt] que dans la quantité d'énergie requise » (Carrier et al., 2015).

### 3.1.4 Camions lourds et autobus électriques

Pour certains, l'épanouissement de la filière électrique passe également par l'électrification des camions lourds ainsi que des autobus urbains et scolaires (Carrier et al., 2015; MELCC, 2020a). Concernant les impacts de cette technologie, l'étude de Mussard (2020) démontre que sur une durée de vie d'environ 500 000 km, les émissions fixes (liées à la production, l'entretien et la fin de vie) sont vite compensées par les émissions variables selon la distance parcourue (phase d'utilisation). C'est-à-dire que plus la distance est élevée, plus les émissions fixes sont négligeables par rapport aux émissions variables. Dans cette optique, la propulsion électrique apparaît comme une option pertinente : la phase d'utilisation étant la plus émettrice pour les camions conventionnels, les émissions variables deviennent rapidement plus importantes que les émissions fixes. Ainsi, Mussard (2020) conclut que, sur la base du cycle de vie, il est possible d'atteindre une réduction de 15 % pour l'utilisation d'une technologie hybride et de 97 % pour l'électricité, par rapport au diesel.

À titre indicatif, le Tableau 3.3 présente la quantité de modèles en vente, ou à venir à très court terme, sur le marché nord-américain ainsi que leur autonomie estimée par les fabricants. Pour plus de détails, il est possible de consulter l'étude de (MJB & A, 2021) [ici](#).

Tableau 3.3 Modèles de véhicules électriques en vente sur le marché nord-américain en 2021 (MJB & A, 2021)		
Type de véhicule	N. de modèles	Autonomie (km)
<b>Véhicule hybride rechargeable</b>		
Automobiles	13	
VUS	17	30-70
Camionnettes/Fourgonnettes	1	
<b>Véhicule entièrement électrique</b>		
Automobiles	16	
VUS	29	200-500
Camionnettes/Fourgonnettes	8	
<b>Camions légers entièrement électriques</b>		
Classe 1	1	240
Classe 2b-3	14	160-400
Classe 4	10	120-250
Classe 5-6	23	140-400
<b>Camions lourds entièrement électriques</b>		
7-8 Rigide	15	110-370
7-8 Tracteur	9	170-500
<b>Autobus entièrement électrique</b>		
Scolaire	11	120-300
Navette	12	
Transit	13	120-500
Coach	4	200-500

Par ailleurs, en vertu de l'article 5 de la Loi visant l'augmentation du nombre de véhicules automobiles zéro émission au Québec afin de réduire les émissions de GES et autres polluants (chapitre A-33.02), le MELCC est tenu de dresser annuellement une liste des modèles neufs ou remis en état, dont la vente ou la location permet d'accumuler des crédits. La liste complète de ces modèles peut être consultée [ici](#).

Comme pour les véhicules légers électriques, le coût de la batterie, l'autonomie limitée, le manque d'infrastructure de recharge et la possible surcharge du réseau électrique (avec l'utilisation des chargeurs rapides et de niveau 2) sont autant de freins à l'électrification des véhicules lourds (Carrier *et al.*, 2015; Meadowcroft *et al.*, 2021; MELCC, 2020a; Ménigault, 2014). En outre, le temps de charge peut poser un problème d'immobilisation prolongée des camions et des autobus, dont l'horaire doit être régulier et soutenu (Carrier *et al.*, 2015; Meadowcroft *et al.*, 2021; TEQ, 2020).

### 3.1.5 Camions hybrides

Si le poids des batteries et le temps de recharge d'une propulsion électrique constituent des défis pour les autobus et les camions sur de longues distances, la technologie hybride, en contrepartie, se prête particulièrement bien à ceux-ci. L'option la plus connue est sans doute celle du camion hybride au diesel, qui permet de bénéficier à la fois des avantages du moteur électrique et du moteur de thermique (Carrier *et al.*, 2015).

L'étude de Bachmann *et al.* (2015) portant sur l'analyse de cycle de vie des camions hybrides de Purolator, utilisés au Canada, estime que les camions diesel hybrides réduisent les émissions générales de GES de 23 % pour la conduite en ville et de 8 % pour la conduite sur route. (Figure 3.5). Par ailleurs, bien que les coûts de cycle de vie de ce type de camions ne rendent pas leur achat particulièrement avantageux, ils ont une certaine compétitivité financière en prenant en compte leur durée de vie et l'augmentation du prix du carburant diesel.

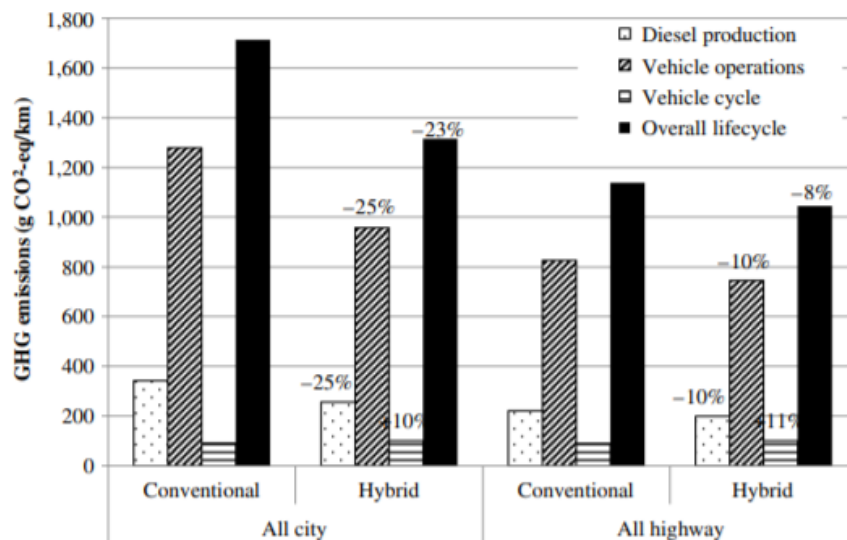


Figure 3.5 Analyse de cycle de vie pour les camions conventionnels et hybrides

Pour les camions lourds de types classe 8, l'étude de Sen *et al.* (2017) abonde dans le même sens que Mussard (2020) et Bachmann *et al.* (2015), c'est-à-dire que la consommation de carburant et les émissions d'échappement (liés à la phase d'utilisation) sont les principaux contributeurs aux émissions totales de GES du point de vue du cycle de vie. Tellement, que les autres facteurs sont pratiquement négligeables (Figure 3.6).

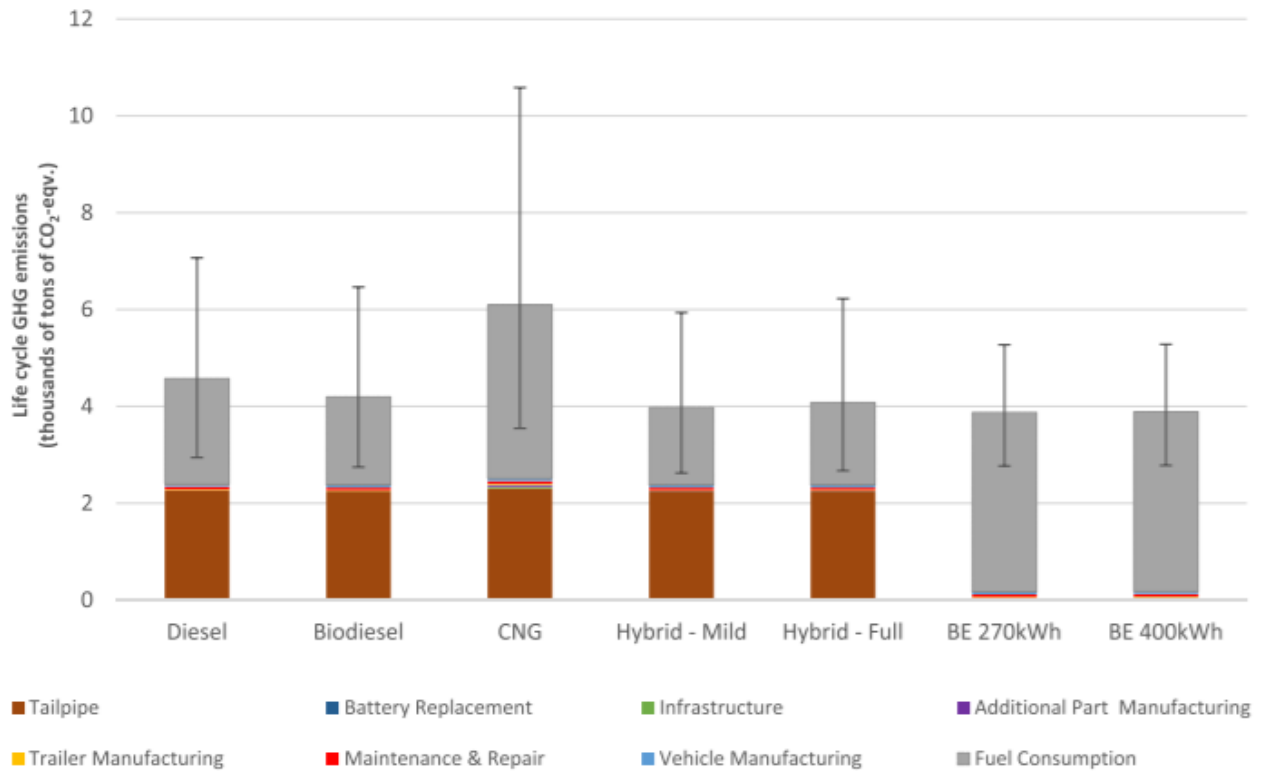


Figure 3.6 Analyse de cycle de vie pour les camions lourds, selon des données nord-américaines (Sen *et al.*, 2017)

Plus précisément, l'étude de Sen *et al.* (2017) estime que les camions hybrides conventionnels (c.-à-d. non rechargeables) ont un impact moindre que les camions hybrides rechargeables, au biodiesel ou au diesel. Il faut toutefois considérer que leur analyse exploite des données nord-américaines et donc, qu'une quantité des émissions de GES provenant de la production d'électricité de source non renouvelable pour alimenter les camions hybrides et électriques (BE dans la Figure 3.6) est venue annuler en partie l'avantage des émissions d'échappement des véhicules. Malgré cela, les propulsions électrique et hybride restent des technologies plus avantageuses et le seraient davantage en contexte québécois qui possède un mix énergétique plus sobre en carbone.

### 3.1.6 Camions caténares

Parmi les types de camions hybrides, les camions caténares sont une option actuellement émergente. Cette technologie consiste à « installer une caténaire au-dessus de la voie de droite d'une autoroute, à laquelle peuvent se connecter les camions par le biais d'un pantographe intelligent » (Cousineau, 2013, 13 mars) (Figure 3.7). Tout comme les tramways, les camions caténares viennent résoudre « le problème du poids en tirant leur énergie de câbles aériens, avec une batterie véhiculaire plus petite pour fonctionner sur des routes sans fils » (Meadowcroft et al., 2021). Ainsi, les camions sont fonctionnels pour circuler sur tous les types de routes, sans pour autant empêcher les autres véhicules de partager la même voie de circulation.



Figure 3.7 Camion caténaire (Cousineau, 2013, 13 mars)

Avec cette technologie hybride, les camions roulent entièrement en mode électrique, lorsque branchés sur le réseau de fils, et passent au diesel une fois en ville, ce qui permet de faire des économies intéressantes sur le carburant (Cousineau, 2013, 13 mars). Outre les bénéfices liés à l'utilisation d'une électricité propre et abordable, la technologie caténaire présente plusieurs autres avantages :

- Utilisation des infrastructures existantes;
- Flexibilité (transformation possible du système hybride vers 100 % électrique);
- Testé en climat froid (notamment en Suisse);

- Pas de temps d'arrêt pour recharger les batteries (pour les camions 100 % électriques);
- Peu d'entretien et de coût de réparation (durée de vie semblable au système de tramway);
- Prise en compte les modèles de camion hybrides déjà existants;
- Surcoût des camions caténares (plus de 25 000 \$) pouvant être récupéré rapidement par les économies générées sur la réduction de l'utilisation des carburants fossiles (Whitmore et Kayser-Bril, 2021, 15 juin).

D'un autre côté, la première difficulté de cette technologie réside dans le prix élevé de l'installation du réseau aérien, surtout pour un vaste pays comme le Canada. Ensuite, il faut aussi considérer l'entretien des caténares qui, sous la responsabilité des propriétaires des camions, verrait sa qualité influencée par différents contrôles qualité (Cousineau, 2013, 13 mars; Meadowcroft et al., 2021). Finalement, certaines questions restent encore à répondre. Par exemple, bien que testé en climat froid, le climat du Québec est particulier et requiert qu'une attention singulière soit portée à l'évaluation de la durabilité des infrastructures à caténares dans des situations spécifiques telles que les épisodes de verglas. Cela requière également de s'attarder à des enjeux tels le dégagement des voies (croisement avec des viaducs, ponts, etc.), de façon à assurer la fluidité de la circulation des camions (Whitmore et Kayser-Bril, 2021, 15 juin).

### 3.1.7 Véhicules à pile à combustible à hydrogène

Les véhicules à pile à combustible à hydrogène (VEPC) sont des véhicules électriques dont la recharge de la batterie est assurée par une pile à combustible qui génère de l'électricité grâce à la réaction chimique de l'hydrogène entrant en contact avec l'oxygène. Ce processus n'émet que de la vapeur d'eau, ce qui en fait des véhicules à zéro émission directe.

Selon une étude de l'ADEME et Bodineau (2020), le processus de fabrication de l'hydrogène, à partir du reformage du gaz naturel ou de l'électrolyse de l'eau avec l'électricité, est le principal contributeur à l'impact environnemental de cette technologie (Figure 3.8). Au Québec, la production d'hydrogène à partir des ressources hydroélectriques renouvelables et propres peut donc entraîner des bénéfices en matière de réduction des émissions de GES. En contrepartie, le transport de l'hydrogène par camion au diesel, la distance d'acheminement et la pression du gaz transporté peuvent nuire considérablement au bilan carbone de cette technologie (Demers et Roy, 2019).

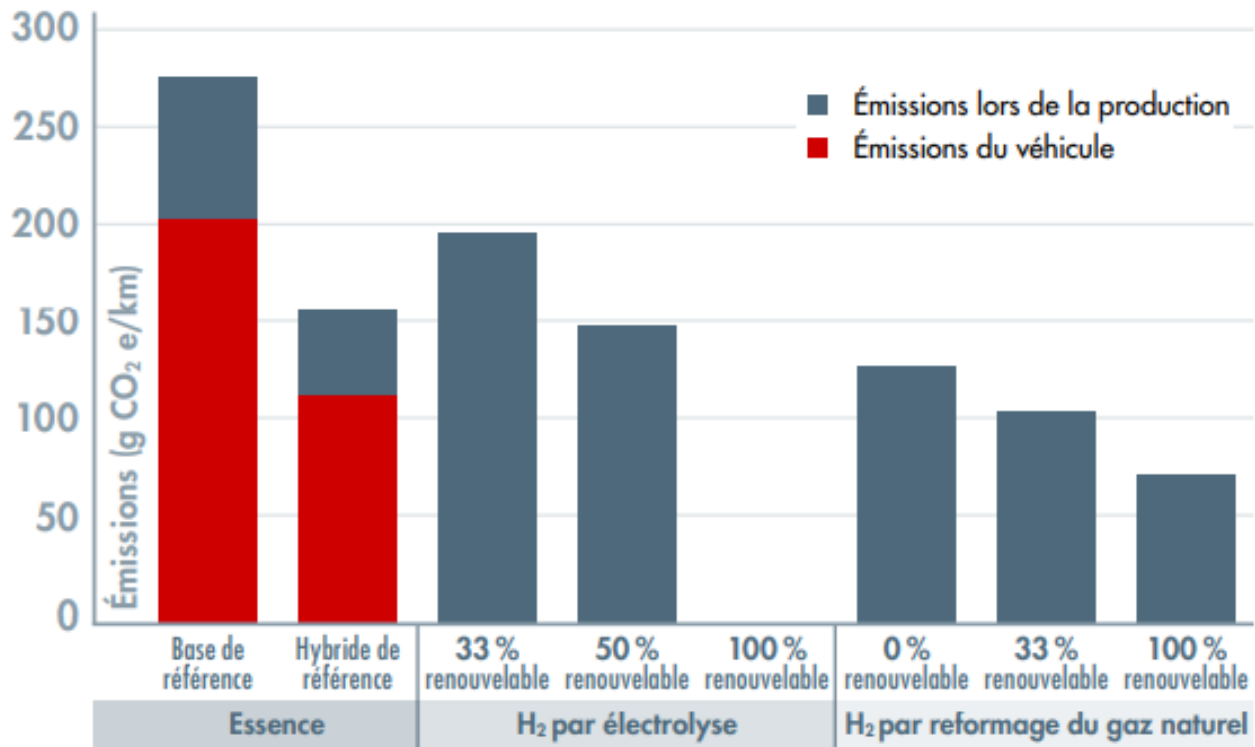
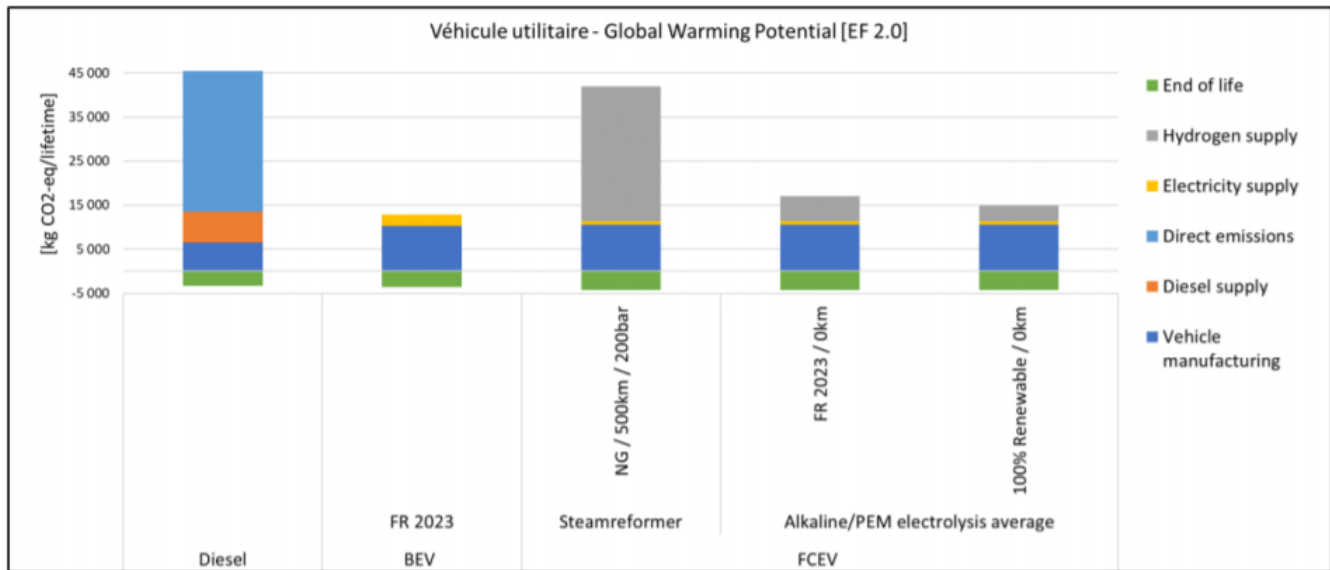


Figure 3.8 Émissions de CO<sub>2</sub>eq. « Du puits à la roue » selon la source d'énergie des véhicules (Demers et Roy, 2019)

Du point de vue du cycle de vie, comme le démontre la Figure 3.9, le VEPC a un impact environnemental général moins élevé que son homologue à essence, quoiqu'il soit légèrement au-dessus de celui du véhicule électrique, lorsque le ravitaillement est effectué au lieu de production de l'hydrogène.



BEV (FR2023): Battery Electric Vehicle, ou véhicule électrique à batterie alimenté en électricité du mix français 2023.  
 FCEV: Fuel Cell Electric Vehicle, ou véhicule électrique hydrogène.  
 Steamreformer: vaporeformage, avec 100% de gaz naturel

**Figure 3.9 Véhicules diesel électriques et à hydrogène : analyse de cycle de vie (ADEME et Bodineau, 2020)**

Cela étant dit, cette technologie est reconnue pour sa grande autonomie, d'environ 500 kilomètres avec un plein, même par temps froid; son temps de recharge similaire à celui du carburant, ce qui réduit le temps d'immobilisation; son faible poids, qui permet préservée d'autant la charge utile du véhicule; et son coût à l'achat, qui est près de 55 % moins cher au-delà d'une capacité de 55 kWh (Diot, 2021, 15 avril; Diotte, 2021, 21 juin; Hydrogen Council, 2017) (Tableau 3.4). Pour ces raisons, les VEPC sont plus avantageux pour les types de véhicules qui parcourent de longues distances que les véhicules électriques.

**Tableau 3.4 Performance comparée des différents modes de propulsion (Demers et Roy, 2019)**

	Moteur à combustion interne	Pile à combustible	Batterie électrique
Coût d'investissement	\$	\$\$\$	\$\$
Coût du carburant	\$\$	\$\$\$	\$
Coût d'entretien	\$\$\$	\$	\$
Besoins en infrastructures	\$	\$\$\$	\$\$
Émissions polluantes	●●●	●	●
Efficience	+	+++	+++
Autonomie	+++	+++	+
Vitesse de recharge	+++	+++	+
Durée de vie	+++	+++	++
Accélération	++	+++	+++
Légende	Faible \$/+/●	Moyen \$\$/++/●●	Élevé \$\$\$/+++/●●●

D'un autre côté, certains chercheurs ont également identifié quelques défis à son déploiement, tels que :

- La production réduite de l'hydrogène au Québec. Par exemple, pour décarboner 10 % des transports lourds au Québec, soit environ 8 600 camions, cela demande une production d'environ 90 kilotonnes par année d'hydrogène, c'est-à-dire 30 fois la production actuelle d'hydrogène de l'entreprise Air Liquide à Bécancour (TEQ, 2020).
- Le manque de poste de ravitaillement au Québec. Alors qu'environ 381 stations de recharge sont disponibles dans le monde, une seule est ouverte au public dans la province et un consortium a été retenu pour voir à la construction, d'ici mars 2022, de seulement deux nouvelles stations (Diotte, 2021, 21 juin; TEQ, s. d.). Cela dit, contrairement aux déplacements personnels, les transports de marchandises et de personnes sont généralement régulés par des trajets et des horaires prévus, ce qui en soi devrait faciliter l'installation des stations sur les parcours et aux points d'arrivée, pour le secteur des véhicules lourds et des transports publics (Diot, 2021, 15 avril).
- Le débat sur la meilleure utilisation de l'hydrogène produit. Selon Ueckerdt *et al.* (2021) certains secteurs d'activités sont sans regret, car ils ne peuvent pas être électrifiés (l'acier primaire, l'ammoniac, l'aviation, le transport maritime, les oléfines); d'autres sont dans une zone grise (incluant le transport de marchandises sur des longues distances); et d'autres semblent moins efficaces que la version électrique, autant en matière de climat que d'économies (comme les automobiles et camions légers).

Par conséquent, la propulsion électrique à hydrogène est une technologie émergente qui peut encore nécessiter plus d'une décennie à se déployer adéquatement. Cependant, son déploiement à long terme « s'inscrit en synergie avec celui des véhicules électriques, car les deux possèdent des avantages et des inconvénients différents et peuvent s'avérer complémentaires » (Demers et Roy, 2019).

Au regard des avantages des piles à combustible et du déploiement de la filière de l'hydrogène, le TEQ a mis en place deux bancs d'essai visant à « fournir au gouvernement un portrait réaliste, objectif et actuel du paysage technico-économique et des enjeux liés à la filière de l'hydrogène »; ainsi que de proposer des pistes d'actions pour en soutenir le développement (TEQ, 2020). Selon leurs résultats, les chaînes de valeur de l'hydrogène semblent encore immatures et complexes, en raison du caractère multisectoriel de la filière, et très exigeantes en capitaux. Le Québec a donc encore beaucoup de travail à faire pour créer une main-d'œuvre québécoise qualifiée, créer des chaires d'enseignement et de recherche, financer une grappe québécoise de l'hydrogène et lancer des projets pilotes (TEQ, 2020). Ceci étant dit, la province possède une position avantageuse avec la possibilité d'une production d'hydrogène par électrolyse à partir des excédents d'hydroélectricité observés en période de faible consommation (Ministère des Ressources naturelles du Canada [RNCan], Demers et Roy, 2019; 2020).

## 3.2 Carburants alternatifs

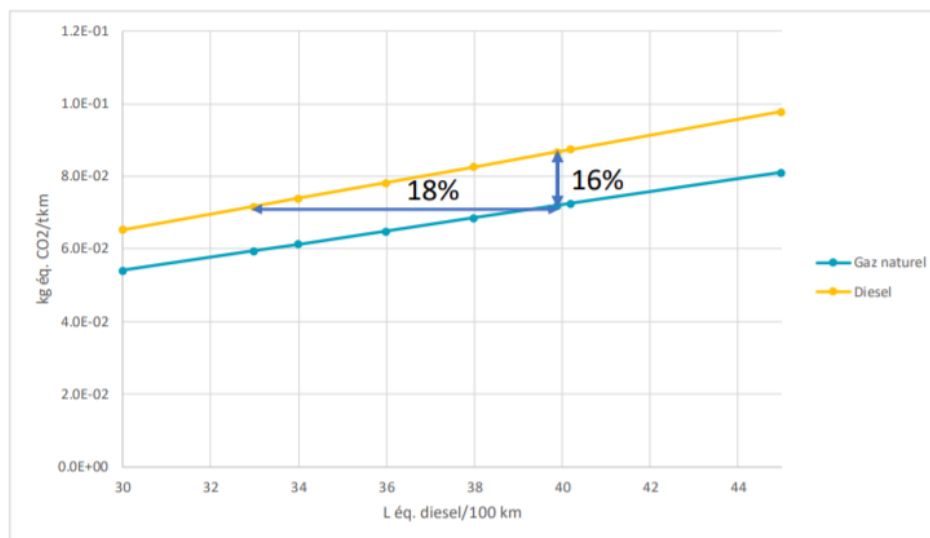
Selon l'Association québécoise de la production d'énergie renouvelable (AQPER) (2018), les efforts soutenus des dernières années en électrification des transports ne permettront pas d'atteindre la cible de réduction de 2030. En effet, beaucoup de technologies sont encore émergentes et si le Québec compte près de 635 000 véhicules électriques et hybrides sur les routes d'ici 2030, il devrait en rester encore des millions conventionnels à essence. C'est pourquoi les mesures de réduction des émissions de GES des transports routiers doivent aussi miser sur la complémentarité de l'électricité et des carburants renouvelables (AQPER, 2018; ECCC, 2016; Samray, 2020, 2 janvier). Dans leur rapport *Pathways to net zero*, Meadowcroft et al. (2021) identifient le gaz naturel, le biodiesel et le bioéthanol comme les carburants les plus prometteurs et les mieux adaptés à une transition vers des transports sobres en carbone.

### 3.2.1 Gaz naturel

L'utilisation du gaz naturel comme combustible alternatif au diesel et à l'essence est une technologie considérée comme mature et abordable, si le prix de la compression et de la distribution n'est pas pris en compte (RNCan, 2019a). Elle permet également d'utiliser les infrastructures de pipeline ainsi que les conceptions de moteurs existants (Meadowcroft et al., 2021) Il est estimé qu'elle peut réduire jusqu'à 25 % des émissions de GES, selon le véhicule et le système de ravitaillement utilisés (RNCan, 2019a).

En revanche, les avis sur cette technologie sont mitigés : certains le considèrent comme une énergie de transition vers les énergies renouvelables en raison de ses émissions de GES (et autres polluants) plus faibles que le diesel, alors que d'autres mettent plutôt de l'avant les problématiques d'émissions fugitives de méthane et autres impacts environnementaux associés à son cycle de vie (CIRAIG, 2020). Effectivement, le principal problème du gaz naturel, dans une optique de cycle de vie, est le méthane, dont le potentiel de réchauffement planétaire est 86 fois plus élevé que celui du CO<sub>2</sub>, sur une période de 20 ans. De ce fait, 0,93 % de fuites de méthane, qui peut survenir dans les champs en exploitation, dans le réseau de distribution et au moment de l'utilisation (Langlois, 2015, 21 avril), représente 29 % des GES générés par la combustion du 99,07 % de gaz naturel n'ayant pas fui (CIRAIG, 2020). Par exemple, en reprenant les données de RNCan (2019a), si les émissions d'un camion au gaz naturel sont 25 % moins élevées que celles d'un camion au diesel, on obtient sur le cycle de vie 96,75 % d'émissions de GES, soit : 75 % + (29 % de 75) (CIRAIG, 2020; Langlois, 2015, 21 avril).

Il faut aussi prendre en compte le rôle que joue l'efficacité énergétique du moteur dans le bilan des émissions de GES. La différence entre l'efficacité d'un moteur à gaz naturel par rapport à celle d'un moteur thermique au diesel se doit d'être de l'ordre de 18 % afin que les gains sur les émissions de GES demeurent avantageux. (Figure 3.10) Pour illustrer ce propos, le CIRAIG (2020) explique que si la consommation de gaz naturel d'un camion est de 40 litres de diesel équivalents aux 100 kilomètres, cela reste avantageux tant que la consommation de diesel sur un modèle de camion équivalent demeure au-dessus de 33 litres aux 100 kilomètres.



**Figure 3.10** Variation des émissions de GES pour le transport routier des marchandises en fonction de l'efficacité des systèmes considérés (CIRAIG, 2020)

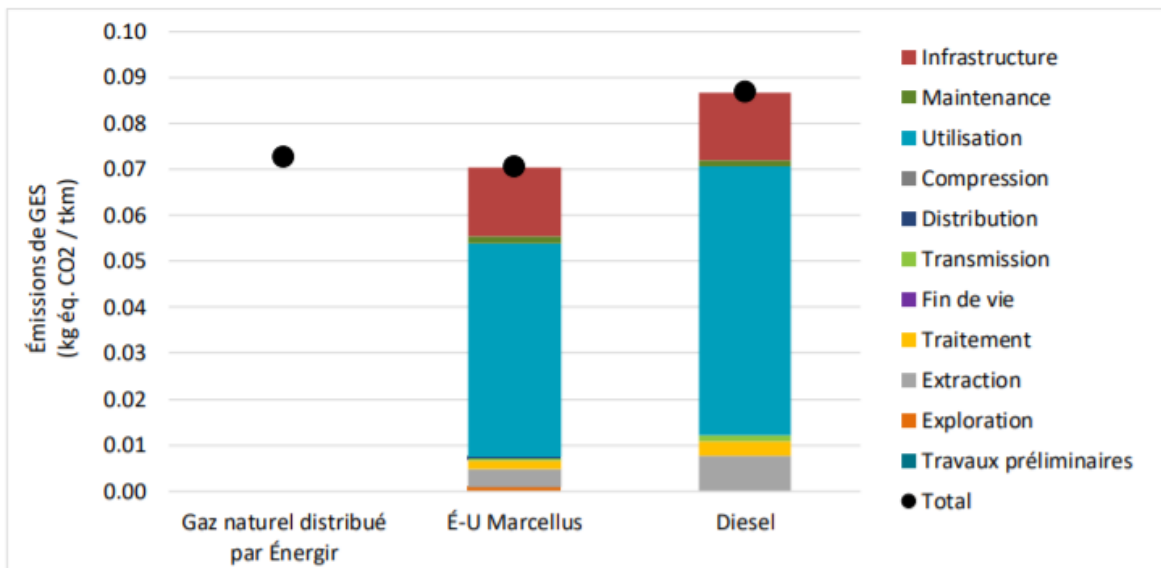
Toujours dans une optique de cycle de vie, le Tableau 3.5 présente la comparaison de tous les indicateurs environnementaux inclus dans l'étude du CIRAIG (2020). Il est possible d'observer que le gaz naturel est légèrement meilleur que le diesel au moment de considérer l'ensemble des impacts environnementaux liés à leur cycle de vie, à l'exception des externalités négatives sur six catégories d'impact.

**Tableau 3.5 Comparaison des indicateurs environnementaux pour le transport routier de marchandises (orange = résultat d'indicateur maximal) : résultat normalisé, pour chaque indicateur, selon le résultat maximal (CIRAIG, 2020)**

	Gaz naturel distribué au Québec	Diesel
Changement climatique (court terme)	84 %	100 %
Changement climatique (long terme)	81 %	100 %
Occupation des terres	100 %	97 %
Transformation des terres	96 %	100 %
Utilisation d'énergie fossile	80 %	100 %
Utilisation des ressources minérales	100 %	77 %
Rareté de l'eau	100 %	54 %
Acidification de l'eau douce	92 %	100 %
Acidification terrestre	91 %	100 %
Eutrophisation de l'eau douce	100 %	79 %
Eutrophisation marine	80 %	100 %
Écotoxicité de l'eau douce	100 %	92 %
Formation de particules	39 %	100 %
Formation d'oxydant photochimique	90 %	100 %
Toxicité humaine, substances cancérigènes	100 %	70 %
Toxicité humaine, substances non cancérigènes	63 %	100 %
Radiations ionisantes	83 %	100 %
Appauvrissement de la couche d'ozone	19 %	100 %

Note : Le code de couleur identifie le résultat relatif (uniquement en fonction des alternatives évaluées) maximal.

Au Québec, le gaz naturel joue un rôle marginal dans le secteur des transports et c'est Énergir qui en est le distributeur principal. Bien qu'il soit connu que l'entreprise s'approvisionne principalement de gaz naturel provenant des États-Unis et de l'Ouest canadien (et en une toute petite fraction de biogaz produits à partir de la décomposition de matière organique résiduelle), les impacts environnementaux de sa chaîne d'approvisionnement restent incertains du fait qu'une fois dans le réseau, le gaz naturel se mélange et devient impossible à en retracer les origines. Pour cette raison, la Figure 3.11 ne présente pas le détail des émissions de GES dans chacune des étapes du cycle de vie du gaz naturel distribué par Énergir.



**Figure 3.11 Émissions de GES pour le transport de marchandises – rapportées au transport de 1 tonne de marchandise sur 1 kilomètre (1 tkm) (CIRAIG, 2020)**

Selon l'étude du CIRAIG (2020), le bilan total des émissions de GES du gaz naturel distribué au Québec serait donc 16 % plus faible que celui du diesel pour le transport lourd et 23 % moins élevé que le mazout lourd pour le transport maritime. L'étude suggère cependant que ce gain peut être diminué par une augmentation des émissions fugitives de méthane lors de la phase d'approvisionnement.

### 3.2.2 Biocarburants

Les biocarburants peuvent être définis, au sens large, comme des ressources renouvelables, en raison des matières utilisées qui ne proviennent pas de matières fossiles, mais plutôt de biomasses. Ce terme désigne donc « autant les matières biocombustibles solides que les biocarburants liquides ainsi que les biogaz » (Hébert, 2013). La revue de littérature a permis d'identifier le bioéthanol et le biodiesel comme principales sources de biocarburants utilisés sur le marché et mélangés à différentes teneurs dans l'essence et le diesel (Connaissances des énergies, s. d.; Innovation et développement Montréal, 2017, 15 février). Ces biocarburants ont plusieurs avantages environnementaux, notamment : leur plus faible intensité de carbone « du puits à la roue » par rapport aux carburants conventionnels d'origine fossile; la possibilité de réutiliser les infrastructures existantes; les mesures de manipulation et de transport plus sécuritaire du diesel (Connaissances des énergies, s. d.; Innovation et développement Montréal, 2017, 15 février; Meadowcroft et al., 2021).

La principale critique faite à l'égard des biocarburants de première génération concerne la provenance de la biomasse (p. ex. les céréales, la canne à sucre, la betterave sucrière et les plantes oléagineuses comme le colza, le palme, etc.) qui entre en concurrence directe avec la chaîne alimentaire et contribue aux impacts associés à l'agriculture intensive (ADEME, 2010). En 2010, l'ADEME a réalisé une étude se focalisant

sur les enjeux de la déplétion des ressources, du changement climatique ainsi que du potentiel de toxicité humaine, d'oxydation photochimique et d'eutrophisation des biocarburants. Les résultats démontrent que sans tenir compte des effets du changement d'affectation des sols, les biocarburants de première génération affichent néanmoins des bilans carbone plus favorables que ceux des carburants fossiles de référence (diesel et essence): au minimum de 30 à 40 % en incorporation directe. Seulement, leur potentiel d'eutrophisation est similaire à celui des cultures alimentaires, l'oxydation photochimique est équivalente aux carburants fossiles et le potentiel de toxicité offre un bilan plus défavorable que l'essence (ADEME, 2010).

Pour leur part, les biocarburants de deuxième génération proviennent de résidus organiques qui n'entrent pas en compétition directe avec l'agriculture (biomasse non comestible et de résidus organiques de différentes sources), évitant ainsi d'augmenter le fardeau déjà important de l'agriculture sur les changements d'affectation et de la pollution des sols, l'eau, la biodiversité, etc. Selon la même étude de l'ADEME (2010), le biodiesel fabriqué à partir d'huiles alimentaires usagées et de graisses animales peut réduire de près de 90 % les émissions de GES par rapport au diesel. En contrepartie, c'est une technologie qui s'avère plus coûteuse en raison de la nature distribuée des ressources et des coûts associés à la manutention, au transport et à la transformation. Ainsi, si le potentiel de remplacement des combustibles fossiles par la biomasse est bien réel au Québec, sa concrétisation passe avant tout par une stabilité des approvisionnements et des prix à long terme.

À l'international, la demande pour le biocarburant tend à augmenter et pour s'y ajuster, les gouvernements élaborent et mettent en place des règlements qui assurent une présence minimale de carburant renouvelable dans l'essence et le diesel. Le Québec n'y fait pas exception et sa stratégie énergétique prévoit l'adoption d'exigences concernant l'utilisation de contenus renouvelables dans l'essence et le diesel, puis de les hausser progressivement, en fonction de la capacité de la production locale (AQPER, s. d.; MERN, 2016). En effet, le Québec produit près de 175 millions de litres d'éthanol de première génération par année, mais doit en importer environ 275 millions afin de répondre à la demande intérieure actuelle. Il produit aussi 60 millions de litres de biodiesel alors que le marché est estimé à 90 millions par année (MERN, s. d.a).

### 3.3 Ajustement du parc à son usage

Indépendamment du type de propulsion et de carburant choisis, les émissions de GES dépendent également de la puissance du moteur et du rapport de pont<sup>4</sup>, ceux-ci étant influencés par différentes variables comme les conditions climatiques, les habitudes d'accélération et de décélération, la fréquence des arrêts, etc. (ADEME, 2012). Pour cette raison, il importe avant tout de limiter les émissions de GES au minimum nécessaire en choisissant un mode de transport adapté aux besoins de l'organisation (Équiterre et al., 2021).

Pour ce faire, les performances du véhicule doivent être choisies en fonction des besoins habituels plutôt que ceux occasionnels. Selon une étude de l'ADEME (2012), le choix d'une puissance raisonnable, adaptée aux besoins, peut entraîner des gains sur les émissions de GES d'environ 3 % pour les camions légers et 5 % pour les véhicules lourds. De plus, pour les camions en général, le choix d'un rapport de pont adapté assure des gains en moyenne de 2,5 % (ADEME, 2012). Le Tableau 3.6 présente de façon synthèse les actions en lien avec l'ajustement du parc à son usage, en mettant l'accent sur le type de véhicule auquel cela s'applique (avec le PTAC), les gains estimés en matière d'émissions de GES (exprimés en CO<sub>2</sub>), le RSI ainsi que leur faisabilité selon l'outil d'aide à la décision de l'ADEME (2012).

**Tableau 3.6 Ajustement du parc à son usage pour réduire la consommation des véhicules (ADEME, 2012)**

Action	Solutions	Domaines de pertinence *	Gains CO <sub>2</sub>	RSI	Faisabilité
Ajustement du parc à son usage	Optimisation de la puissance	VTL PP GP ER	3 à 5 %	< 1 an	Facile
	Optimisation du pont	VTL PP GP ER	2,5 %	< 1 an	Facile

\* Domaine de pertinence :

**VTL** : véhicule de transport léger à usage urbain principalement et avec un poids total autorisé en charge (PTAC) < 3,5 t

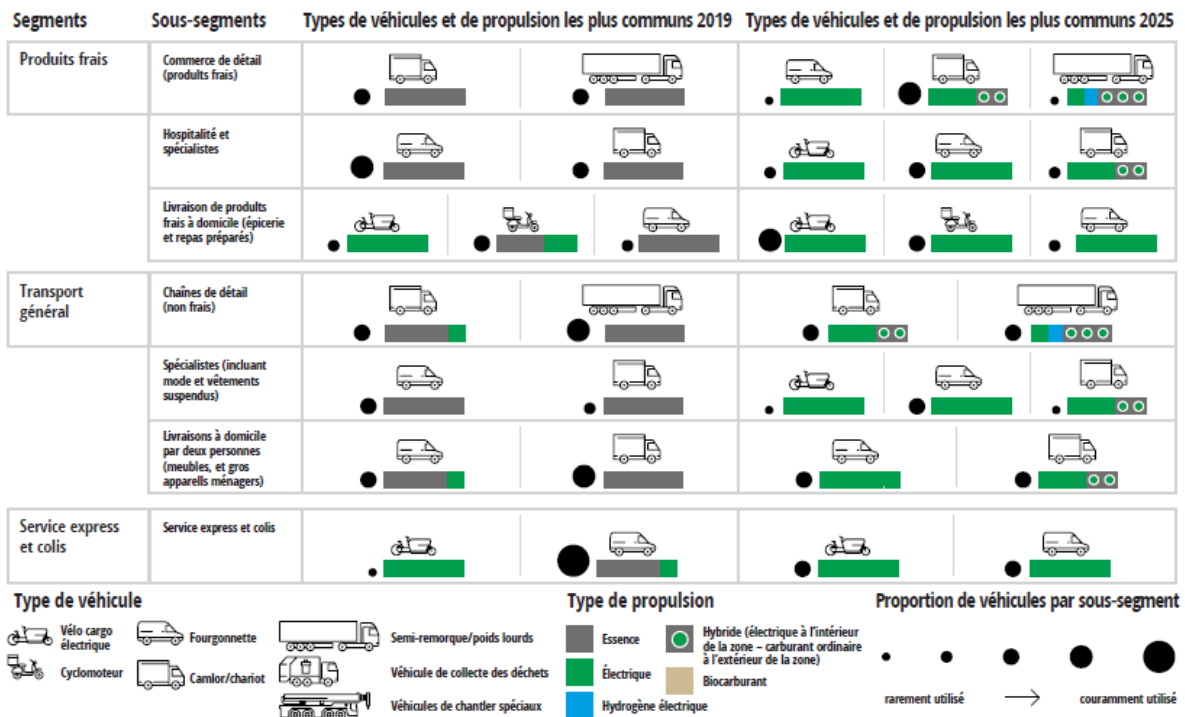
**PP** : petit porteur à usage urbain principalement et avec une PTAC entre 3,6 et 12 t

**GP** : grand porteur à usage régional principalement et avec un PTAC > 12 t

**ER** : ensemble routier utilisé pour les longues distances et avec un PTAC de 40 t

Cet exercice peut apparaître complexe et la planification d'objectifs clairs en matière de conversion du parc de véhicules est essentielle. Pour illustrer ce propos, la Figure 3.12 est un exemple des objectifs que s'est donné Rotterdam en matière de véhicules zéro émission pour le transport urbain de marchandises, en 2025.

<sup>4</sup> Puissance mécanique nécessaire à son déplacement à différentes vitesses (ADEME, 2012).



**Figure 3.12 Exemple des objectifs VZE de Rotterdam pour le transport urbain de marchandises en 2025 par segment, sous-segment, véhicule et type de véhicule (Équiterre et al., 2021)**

Bien que l'exemple à la Figure 3.12 soit orienté sur le secteur de la livraison, l'élaboration de tels objectifs est possible dans n'importe quel autre secteur d'activités. En effet, il faut retenir l'importance de prendre connaissance, d'abord, des types de véhicules que possède l'organisation et leur utilisation principale. Par la suite, il s'agit d'établir des objectifs clairs de conversion du parc de véhicules en adéquation au type de propulsion, de carburant et de puissance disponibles sur le marché et nécessaires pour combler les réels besoins de l'organisation.

### 3.4 Équipements auxiliaires

Hormis le changement du type de propulsion ou du carburant utilisé, il est possible d'améliorer l'efficacité énergétique des véhicules par l'ajout sur ceux-ci de divers équipements ou par l'utilisation de certaines technologies (ADEME, 2012). Le Tableau 3.7 présente ces solutions de façon synthétique, en mettant l'accent sur le type de véhicule auquel cela s'applique (avec le poids total autorisé en charge [PTAC]), les gains estimés en matière d'émissions de GES (exprimés en CO<sub>2</sub>), le temps de retour sur l'investissement (RSI) ainsi que leur faisabilité selon l'outil d'aide à la décision de l'ADEME (2012).

**Tableau 3.7 Équipement pour réduire la consommation énergétique des véhicules (Adapté de ADEME, 2012)**

Actions	Solutions	Domaines de pertinence *	Gains CO <sub>2</sub>	RSI	Faisabilité
Modernisation du parc	Boîte de vitesse robotisée	VTL PP GP ER	3 à 7 %	1-3 ans	Facile
Solutions de coupure automatique du moteur et de bridage de la vitesse	Stop & Start	VTL PP	1 à 5 %	< 1 an	Moyen
	Diminution de la marche au ralenti	PP GP ER	1 à 6 %	< 1 an	Facile
	Bridage de la vitesse maximale des véhicules	VTL GP ER	1,2 à 5 %	< 1 an	Facile
Amélioration de la maintenance des véhicules	Système d'alerte de la pression des pneus	VTL PP GP ER	Indirecte 1 à 2,5 %	-	-
Utilisation d'accessoires pour diminuer la résistance aérodynamique	Accessoires tracteur et cabine	VTL PP GP ER	0,5 à 10 %	1-3 ans	Facile
	Accessoires remorque ou caisse	PP GP ER	0,5 à 4 %	1-3 ans	Moyen
Suivi automatique des consommations	Télématique véhiculaire (consommation)	VTL PP GP ER	5 %	< 1 an	Moyen

\* **Domaine de pertinence :**

**VTL** : véhicule de transport léger à usage urbain principalement et avec un poids total autorisé en charge (PTAC) < 3,5 t

**PP** : petit porteur à usage urbain principalement et avec une PTAC entre 3,6 et 12 t

**GP** : grand porteur à usage régional principalement et avec un PTAC > 12 t

**ER** : ensemble routier utilisé pour les longues distances et avec un PTAC de 40 t

D'abord, il est possible de moderniser le parc de véhicule par l'ajout d'une boîte de vitesse robotisée, ou automatique. En optimisant la traction, elle diminue les émissions de GES d'environ 7 % pour les camions légers et entre 3 % et 4 % pour les véhicules lourds (ADEME, 2012).

Ensuite, il y a la technologie Stop & Start, qui consiste en un système d'arrêt automatique du moteur dès l'immobilisation du véhicule. Par la suite, au moment de relâcher la pédale de frein, le système redémarre le moteur. Cette solution diminue les émissions de GES 1 % à 2,5 % pour cinq arrêts de 10 à 60 s/h et de 2 % à 5 % pour dix arrêts de 10 à 60 s/h (ADEME, 2012).

Troisièmement, il existe des technologies de diminution de la marche au ralenti, qui visent à réduire le temps d'utilisation du moteur à combustion interne pour alimenter les systèmes auxiliaires. Ces technologies se déclinent en différents types : dispositifs de démarrage et d'arrêt automatique du moteur, alimentation à batterie, etc. Selon l'ADEME (2012), les systèmes de coupure automatique du moteur (surtout pertinent pour les parcours dont les arrêts seront fréquents et d'une certaine durée) diminuent les émissions de GES entre 1 % et 6 %, tout type de véhicule confondu. Selon une étude du Conseil National de la Recherche des États-Unis, la diminution des émissions de GES se situe plus spécifiquement entre 1 % pour les appareils de chauffage fonctionnant au carburant et 9 % pour les appareils à alimentation à batterie électrique (Ewing, 2020)<sup>5</sup>.

Quatrièmement, il est possible de limiter la vitesse maximale des véhicules ou encore leur vitesse d'accélération par des technologies de bridage. Pour les camions légers, le bridage à 110 km/h en parcours longue distance permet de diminuer les émissions de GES de 5 %. Pour les véhicules lourds, le bridage de 90 à 80 km/h permet de diminuer les émissions de GES entre 1,2 % à 5 %, selon le type de véhicule et son usage principal (urbain ou longue distance) (ADEME, 2012).

En cinquième lieu, un gonflage optimal des pneus permet de réaliser des gains sur les émissions de GES de 2,5 % pour les automobiles et camions légers et de 1 % pour les véhicules lourds (ADEME, 2012). Pour aider à maintenir le gonflage adéquat, de plus en plus de véhicules sont équipés de systèmes automatiques de contrôle de la pression des pneus, qui alertent au moment où la pression des pneus se trouve en deçà de celle requise. Cette solution s'insère également dans les stratégies d'entretien des véhicules, et pour cela, elle sera abordée plus en détail à la section 3.5.

La sixième solution concerne les accessoires permettant d'alléger la résistance aérodynamique des véhicules. Sur les véhicules lourds, ces équipements sont principalement installés à l'avant du tracteur, dans l'espace entre le tracteur et sa remorque, sur les côtés et en dessous de la remorque, puis à l'arrière de la remorque (Figure 3.13) (ADEME, 2012; Coelho et Trépanier, 2017).

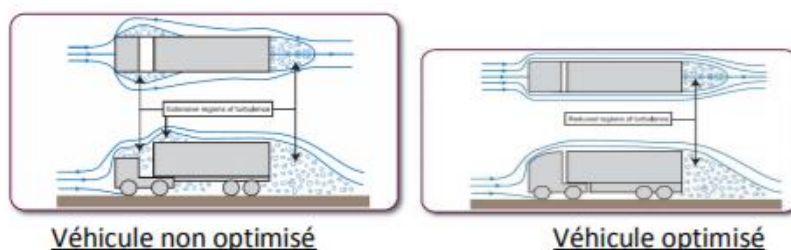


Figure 3.13 Exemples d'optimisation de véhicule avec des accessoires pour l'aérodynamisme (ADEME, 2012)

<sup>5</sup> Pour plus de détails à ce sujet, il est possible de consulter la liste des technologies de réduction de la marche au ralenti pour les [camions et les autobus scolaires](#) ainsi que pour les [locomotives](#), vérifiée par le programme [SmartWay des États-Unis](#). Le programme est distinct de celui au Canada, et certaines de ces technologies peuvent ne pas être conformes à la réglementation canadienne et il faut vérifier auprès des autorités provinciales et territoriales avant d'acheter.

De façon non exhaustive, voici quelques exemples d'équipement dont les véhicules lourds peuvent s'équiper :

- Accessoires pour tracteur et cabine : déflecteur et carénage de toit de cabine, extensions latérales de cabine, carénages recouvrant les réservoirs et châssis du véhicule, rétroviseurs, pare-chocs et pare-soleil aérodynamiques;
- Accessoires pour remorque : jupes latérales pour semi-remorque, toile étanche rétractable pour semi-remorque ou camion à benne, déflecteur pour essieux de semi-remorque (Coelho et Trépanier, 2017)<sup>6</sup>.

Dans l'ensemble, les accessoires de tracteur et cabine ont la possibilité de réduire de 0,5 % à 10 % les émissions de GES, alors que pour les accessoires de remorque, la réduction est plutôt de 0,4 % à 4 % (ADEME, 2012). Toutefois, le Conseil national de recherches du Canada a effectué une étude pour tester 20 changements à apporter aux camions lourds et il a conclu que la combinaison de l'ensemble de ceux-ci permet de réduire la consommation de carburant jusqu'à 25 % et de réduire conséquemment les émissions de GES (Coelho et Trépanier, 2017).

Finalement, en plus de servir au conducteur (retour sur la conduite), à l'exploitant (aide à l'organisation) et au chef du parc de véhicule (optimisation de l'entretien), les appareils de télématique véhiculaire offrent également un suivi des consommations de carburant. Ceci est utile dans la mesure où la prise et le suivi des données de consommation permettent de fixer des objectifs de réduction chiffrés et réalistes. En couplant cette stratégie à la mise en place d'un programme d'écoconduite (section 0), la réduction des émissions de GES peut atteindre 5 %. Sharpe et Schaller (2019) estiment que près de la moitié des flottes canadiennes de camionnage utilisent déjà des systèmes de télémétrie véhiculaire. Aux États-Unis, le taux d'adoption estimé de ces systèmes par les flottes de camionnage est passé d'environ 35 % à 90 % depuis 2015, en raison de la réglementation de l'enregistrement électronique. Avec des exigences de consignation électronique très similaires au Canada qui seront appliquées entre 2021 et 2022, il est possible d'envisager un déploiement similaire de systèmes télématiques au Canada au cours des prochaines années (Sharpe et Schaller, 2019).

---

<sup>6</sup> Pour plus de détails à ce sujet, il est possible de consulter la liste de [dispositifs aérodynamiques](#), vérifiée par le programme [SmartWay des États-Unis](#).

### 3.5 Entretien des véhicules

Les avantages d'un véhicule entretenu sont indéniables : la défektivité et un ajustement inadéquat de certaines composantes peuvent provoquer une surconsommation de carburant. Il faut donc considérer un entretien régulier de l'état des équipements tels que les plaquettes et disques de freins, les amortisseurs, les filtres à air, les niveaux des liquides divers, etc. La révision périodique du véhicule par un professionnel n'est pas une perte d'argent, mais une dépense essentielle pour maintenir une consommation optimale du véhicule (ADEME, 2020, 5 octobre). Dans leur étude, Coelho et Trépanier (2017) constatent également que « plus de 60 % des véhicules auraient une moyenne de 5 % d'amélioration de l'économie de carburant après l'entretien ». Cette section présente les principales solutions reliées à l'entretien des véhicules, mais d'abord, le tableau le Tableau 3.8 les présente de façon synthèse, en mettant l'accent sur le type de véhicule auquel cela s'applique (avec le PTAC), les gains estimés en matière d'émissions de GES (exprimés en CO<sub>2</sub>), le RSI ainsi que leur faisabilité selon l'outil d'aide à la décision de l'ADEME (2012).

**Tableau 3.8 Actions de maintenance pour réduire la consommation énergétique des véhicules (ADEME, 2012)**

Actions	Solutions	Domaines de pertinence *	Gains CO <sub>2</sub>	RSI	Faisabilité
Amélioration de l'entretien des véhicules	Outil de suivi d'entretien	VTL PP GP ER	2 %	< 1 an	Facile
	Carnet de bord destiné aux conducteurs	VTL PP GP ER	Indirecte	-	Moyen
Gestion du parc de pneumatiques	Pneumatiques basse résistance	VTL PP GP ER	0,8 à 4 %	< 1 an	Facile
	Recreusage et rechapage des pneumatiques	PP GP ER	1 %	< 1 an	Facile
	Gonflage des pneumatiques	VTL PP GP ER	1 à 2,5 %	< 1 an	Facile
	Optimisation de la géométrie	VTL PP GP ER	1,5 %	< 1 an	Facile
Utilisation de lubrifiants à économie d'énergie	Utilisation de lubrifiants moteurs à économie d'énergie	VTL PP GP ER	1,25 %	< 1 an	Facile
Maintien de la propreté des circuits d'alimentation et d'injection	Maintien de la propreté des circuits d'alimentation et d'injection des moteurs diesel	VTL PP GP ER	4,4 %	< 1 an	Facile

\* Domaine de pertinence :

**VTL** : véhicule de transport léger à usage urbain principalement et avec un poids total autorisé en charge (PTAC) ≤ 3,5 t

**PP** : petit porteur à usage urbain principalement et avec une PTAC entre 3,6 et 12 t

**GP** : grand porteur à usage régional principalement et avec un PTAC > 12 t

**ER** : ensemble routier utilisé pour les longues distances et avec un PTAC de 40 t

La première action à entreprendre consiste à améliorer l'entretien des véhicules en général. Il est suggéré de mettre en place un plan de suivi qui prend en compte l'ensemble des véhicules afin d'améliorer la fréquence de l'entretien et son suivi. Cette action seule a le potentiel de réduire de 2 % les émissions de GES. L'entreprise peut aussi proposer à ses conducteurs un carnet de bord leur permettant de recenser

leurs observations en cours de route. Cette dernière action n'assure pas de réduction directe puisqu'elle est complémentaire au plan de suivi (ADEME, 2012).

Deuxièmement, les pneus jouent un rôle important dans les émissions de GES puisqu'ils représentent 20 % à 30 % de la consommation de carburant des véhicules. Une sélection adéquate des pneus au type de véhicule et à son utilisation (p. ex. des pneus saisonniers) ainsi qu'un gonflage suffisant de ceux-ci permet non seulement de limiter l'usure dans le temps, mais également de réduire jusqu'à 10 % de la consommation d'essence (ADEME, 2020, 5 octobre; Coelho et Trépanier, 2017). Plus précisément, l'ADEME (2012) recommande :

- D'équiper les véhicules de pneus à basse résistance, soit de pneus simples à bandes larges ou de pneus jumelés écoénergétiques. En diminuant la résistance de roulement, ce type de pneu diminue les émissions de GES de 0,8 % pour les camions légers à 4 % pour les véhicules lourds<sup>7</sup>.
- D'équiper les véhicules de pneus pouvant être recreusés : le fait de redessiner les rainures principales de la bande de roulement, au moment où leur profondeur atteint 2 à 3 mm, permet de prolonger leur durée de vie utile, de lui redonner de l'adhérence, d'augmenter le rendement kilométrique et de réduire 1 % de la consommation de carburant chez les véhicules lourds.
- De mettre en place un système de gestion des pneumatiques : un gonflage optimal des pneus permet de réduire les émissions de GES de 2,5 % pour les camions légers et de 1 % pour les véhicules lourds. Dans le cas d'une gestion externe du gonflage des pneus, le suivi de la pression se fait aux deux mois. Pour une gestion interne, cela peut se faire par une vérification systématique de la pression en atelier, une vérification ponctuelle faite avec des manomètres ou en équipant les véhicules d'un système d'alerte automatique (ADEME, 2012). Il existe aussi des systèmes automatiques de gonflage des pneus. Il faut toutefois prendre en compte que ces systèmes peuvent être moins fiables par temps froid (Ewing, 2020).
- De suivre et maintenir la géométrie du véhicule : en ayant les angles du carrossage, du pivot, de la chasse et du parallélisme en parfaite harmonie, il est possible de réduire de 1,5 % les émissions de GES. Pour ce faire, le contrôle de la géométrie doit être effectué par un professionnel au moins une fois par année.

Troisièmement, il est possible de minimiser les pertes énergétiques dues au frottement entre elles des pièces en mouvement par l'utilisation de lubrifiants dédiés à cet effet. Les lubrifiants de moteur à faible viscosité (5/10W-30 pour les huiles CJ-4/CK-4 ou les huiles FA-4) (North American Council for Freight Efficiency, s. d.) assurent la protection des composants du moteur tout en contribuant à réduire les émissions de GES de 1,25 % (ADEME, 2012).

Enfin, la combustion interne des moteurs au diesel n'est pas parfaite et produit des résidus et gaz polluants. Les véhicules disposent de systèmes pour diminuer ces polluants, mais ils ne les éliminent pas complètement. Avec le temps, si les moteurs sont mal entretenus, leur efficacité diminue. Sur le marché, il existe des additifs qui, sans changer les caractéristiques du carburant, contribuent à la destruction des dépôts dans le moteur et ses composantes (lignes de transfert, d'injection, etc.), ce qui contribue à réduire les émissions de GES d'au moins 4 % (ADEME, 2012).

---

<sup>7</sup> Pour plus de détails à ce sujet, il est possible de consulter la liste des [technologies de pneus neufs et rechapés à faible résistance au roulement](#), vérifiée par [SmartWay](#).

### 3.6 Écoconduite

Si la consommation de carburant des véhicules dépend de différentes variables comme leur mode de propulsion, leur taille, leur poids, l'ajout d'accessoires, etc., les conditions d'utilisation et de conduite influencent elles aussi leur performance énergétique. Par exemple, sur la route, les principales forces qui influencent la consommation de carburant sont l'accélération, l'aérodynamisme, la force motrice et la force de roulement. Le Tableau 3.9 décrit plus en détail les causes et leur influence négative sur la consommation de carburant.

**Tableau 3.9 Forces influençant la consommation de carburant d'un véhicule (MERN s. d.b s. d.c; RNCAN 2010)**

	Description	Causes	Consommation de carburant
Accélération, décélération	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Force qui s'oppose au changement de vitesse du véhicule :</li> <li>– Retiens un véhicule qui tente d'accélérer;</li> <li>– Pousse celui qui veut ralentir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Force proportionnelle au poids du véhicule.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Accélération brusque = + 15 %</li> </ul>
Force motrice	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Quantité de carburant injectée pour mobiliser le véhicule</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rapport régime/couple : pour une puissance requise, le moteur est plus économique à bas régime à couple élevé;</li> <li>– Température de l'opération : efficacité optimale à température de moteur suffisamment élevé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 3<sup>e</sup> vitesse consomme moins que 1<sup>re</sup>;</li> <li>– 5<sup>e</sup> vitesse consomme moins que 4<sup>e</sup>;</li> <li>– Moteur froid = augmente la consommation</li> </ul>
Aérodynamisme	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Résistance que l'air exerce sur le véhicule.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vitesse du véhicule</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Accessoires de toit = + 10 à 20 %</li> <li>– À 100 km/h, chaque km/h supplémentaire augmente la consommation de 1 %.</li> </ul>
Force de roulement	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Force qui s'oppose au roulement libre du véhicule.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Déformation des pneus;</li> <li>– Surface de contact.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sous-gonflage des pneus : <ul style="list-style-type: none"> <li>– 0,3 bar = + 1,2 %;</li> <li>– 0,5 bar = + 2,4 %</li> </ul> </li> </ul>

Certaines recherches tendent donc à démontrer que des changements sociotechniques sont nécessaires pour accompagner la transition vers des modes de transports sobres en carbone (Carrier *et al.*, 2015; Meadowcroft *et al.*, 2021). La première étape consiste à adopter des comportements de conduite écoresponsables. Comme présenté au Tableau 3.9, une modération de l'allure permet la réduction de la consommation de carburant, ce qui permet de diminuer les émissions de GES : par exemple, il est estimé que de conduire à 120 km/h au lieu de 100 km/h ou de procéder à des accélérations brusques peut entraîner des augmentations de la consommation de carburant respectives de 20 % et de 15 % (RNCAN, 2010). Aussi,

en fonction de la température extérieure et du type de véhicule, la climatisation peut augmenter la consommation du carburant jusqu'à 7 % (ADEME, 2020, 5 octobre). Ainsi, l'adoption d'une gamme de stratégies d'écoconduite permettrait une réduction de carburant pouvant aller jusqu'à 25 % (RNCAN, 2010). Ces stratégies peuvent inclure les systèmes de rétroaction d'écoconduite en temps réel ainsi que les programmes de reconnaissance et de récompense des conducteurs.<sup>8</sup>

La deuxième étape consiste à adopter un programme d'écoconduite au sein de l'organisation. L'écoconduite vise la réduction de la consommation de carburant et de l'impact environnemental général du véhicule ainsi que l'augmentation de la sécurité routière. Cela implique une variété de stratégies allant du choix du véhicule et de la planification des déplacements, jusqu'aux comportements à adopter sur la route, en passant par l'entretien du véhicule lui-même (MERN, s. d.b; RNCAN, 2010).

Le choix du véhicule a déjà été abordé à la section 3.1 et la planification des déplacements le sera au chapitre cinq. Ainsi, le Tableau 3.10 se concentre sur les comportements de conduite eux-mêmes en présentant de façon succincte les principales solutions liées à l'écoconduite, en mettant l'accent sur le type de véhicule auquel cela s'applique (avec le PTAC), les gains estimés en matière d'émissions de GES (exprimés en CO<sub>2</sub>), le RSI ainsi que leur faisabilité selon l'outil d'aide à la décision de l'ADEME (2012).

**Tableau 3.10 Actions d'écoconduite pour réduire la consommation énergétique des véhicules (ADEME, 2012)**

Actions	Solutions	Domaines de pertinence *	Gains CO <sub>2</sub>	RSI	Faisabilité
Mise en place d'un programme d'écoconduite	Première formation à l'écoconduite	VTL PP GP ER	3 %	< 1 an	Facile
	Formations régulières à l'écoconduite	VTL PP GP ER	6 %	< 1 an	Facile
	Système de gestion de la performance	VTL PP GP ER	10 %	< 1 an	Moyen

\* Domaines de pertinence :

**VTL** : véhicule de transport léger à usage urbain principalement et avec un poids total autorisé en charge (PTAC) ≤ 3,5 t

**PP** : petit porteur à usage urbain principalement et avec une PTAC entre 3,6 et 12 t

**GP** : grand porteur à usage régional principalement et avec un PTAC > 12 t

**ER** : ensemble routier utilisé pour les longues distances et avec un PTAC de 40 t

Au Québec, le Programme d'éducation à la sécurité routière est obligatoire depuis 2010 pour les nouveaux conducteurs. Il introduit les notions fondamentales de l'écoconduite afin de favoriser l'adoption de comportements écoénergétiques. Dans ce contexte, les écoles de conduite reconnues par l'Association québécoise du transport et des routes ont maintenant accès à du matériel de formation à l'écoconduite (MERN, s. d.c). Cette première formation à l'écoconduite permet de réduire les émissions de GES de 3 % (ADEME, 2012). Par la suite, un suivi régulier à des séances de formations de rappel permet non seulement de maintenir les réductions, mais aussi de les pousser jusqu'à 6 % dans certains cas. Pour les organisations

<sup>8</sup> Le gouvernement du Canada a élaboré un [Guide pour accompagner les gestionnaires dans la mise en place de programmes d'incitatifs d'économie de carburant](#). Ceux-ci servent essentiellement à motiver les employés à améliorer le rendement de leurs véhicules en récompensant des comportements positifs.

de transport, l'intégration d'objectifs de conduite écoénergétique dans le système de gestion de la performance des conducteurs.trices s'avère opportune, puisqu'il permet de maintenir une réduction moyenne d'environ 10 % pour l'année (ADEME, 2012)<sup>9</sup>.

### 3.7 Conclusion

L'électrification du parc automobile étant l'une des voies de réduction des émissions de GES qu'a choisi le Québec, il existe, sur le marché des véhicules électriques, des modèles entièrement électriques, hybrides rechargeables et hybrides conventionnels. Parce que le poids de la batterie et le temps de recharge diminuent considérablement la capacité de charge et augmentent le temps d'immobilisation, la technologie 100 % électrique constitue un défi important pour les véhicules lourds et les déplacements sur de longues distances. Ceux-ci ont donc avantage à utiliser la technologie hybride rechargeable qui permet de faire bénéficier à la fois des avantages du moteur électrique et du moteur conventionnel. La propulsion électrique est toutefois une technologie fort appropriée pour les automobiles et autres véhicules légers ainsi que les courtes livraisons urbaines.

Ensuite, dans l'optique où le choix s'arrête tout de même sur un véhicule à essence, la cote de consommation et le type de carburant sont alors des éléments importants à considérer. Effectivement, les mesures de réduction des émissions de GES des transports routiers doivent miser sur la complémentarité de l'électricité et des carburants renouvelables. Au Québec, le gaz naturel joue un rôle marginal dans le secteur des transports, mais le biodiesel et le bioéthanol sont les biocarburants les plus connus pour leur présence, à diverses teneurs, dans l'essence et le diesel.

Cependant, si les biocarburants sont des alternatives intéressantes à court terme, il faut noter qu'une « meilleure performance des moteurs sur le plan énergétique voit son avantage potentiel restreint, voire annulé, par l'augmentation de la puissance, du poids, des accessoires et du kilométrage parcouru » (MELCC, 2020b). Pour cette raison, l'utilisation de divers équipements et technologies pour augmenter l'efficacité énergétique, l'amélioration des activités d'entretien ainsi que la mise en place d'un programme d'écoconduite sont des contributions non négligeables à la réduction des émissions de GES du parc de véhicules.

Puis, concernant les véhicules à pile à hydrogène, le faible déploiement de cette technologie en sol québécois n'en fait pas une solution à court terme, mais plutôt à long terme en raison de sa complémentarité avec les véhicules électriques. Effectivement, si la technologie à pile à hydrogène s'avère bénéfique pour les véhicules lourds et les déplacements sur de longues distances, en raison de son faible poids, sa plus grande autonomie, son temps de recharge similaire au carburant et son coût à l'achat; la technologie électrique est idéale pour les véhicules légers et en contexte de logistique urbaine.

Finalement, comme de nombreux éléments influencent les émissions de GES, indépendamment du type de propulsion et de carburant, il importe avant tout de choisir des solutions adaptées aux besoins de l'organisation, et ce, en élaborant des objectifs clairs en matière de conversion et de modernisation du parc de véhicules.

---

<sup>9</sup> Pour en savoir plus sur [le programme fédéral de formation à l'écoconduite](#), il est possible de consulter le site à cet effet.

## 4 Logistique des transports : technologies et solutions

Il y a un consensus croissant sur la nécessité d'élaborer des politiques qui favorisent l'utilisation de modes de transport plus durables et l'approche « éviter, remplacer, améliorer » est un des concepts à la base des nouvelles stratégies implantées (Küster, 2011). Ce chapitre vise à décrire ces stratégies qui cherchent à renverser les tendances par de nouvelles façons d'agir, des chaînes logistiques optimisées et des modèles d'affaires différents (ECCC, 2016; TEQ, 2018). Il concerne donc la mobilité durable, l'inter et la multimodalité, l'optimisation des trajets et des heures de distribution ainsi que l'optimisation des commandes et du chargement des véhicules, lesquels dépendent des innovations technologiques et de l'aménagement du territoire (ECCC, 2016; MELCC, 2020a; TEQ, 2018).

### 4.1 Mobilité durable

Le concept de mobilité durable en est un qui favorise la proximité et l'accès aux lieux d'activité par le biais de déplacements sobres en carbone (Autorité régionale de transport métropolitain, 2021). Dans un premier temps, il importe donc d'évaluer judicieusement les besoins des organisations et des professionnels afin de limiter les émissions de GES au minimum nécessaire (Équiterre et al., 2021). En effet, comme l'absence du besoin de mobilité signifie qu'un trajet n'est pas réalisé (Carrier et al., 2015), il est pertinent d'opter d'abord pour des changements de comportements liés aux évolutions technologiques (ECCC, 2016; MELCC, 2020a; TEQ, 2018). Les nouvelles technologies offrent cette opportunité de communiquer et de travailler sans avoir à se déplacer, par exemple en organisant des réunions en ligne pour diminuer les déplacements (MEC, s. d.). Au cours des deux dernières années, le télétravail s'est révélé une solution pratique et innovante pour plusieurs organisations et, à long terme, son impact pourrait être significatif : « une analyse préliminaire soutient que si 20 % des travailleurs réalisaient une journée de télétravail par semaine, les émissions annuelles de GES liées au transport pourraient diminuer de 10 % » (Autorité régionale de transport métropolitain, 2021).

À défaut de pouvoir éliminer complètement les besoins de mobilité, il est préférable d'opter pour des changements de comportements liés à la densification urbaine (ECCC, 2016; MELCC, 2020a; TEQ, 2018), comme le choix d'un mode de transport actif (marche ou vélo), collectif ou partagé (Autorité régionale de transport métropolitain, 2021; Küster, 2011). La promotion de telles alternatives peut contribuer largement à la réduction des émissions de GES liées au transport (Autorité régionale de transport métropolitain, 2021; Carrier et al., 2015), d'autant plus lorsqu'il est question de transport collectif et partagé électrifié (Saga Cité, 2011). Par exemple, « les déplacements en autobus émettent en moyenne sept fois moins de GES qu'en auto et un tramway consomme 14 fois moins d'énergie qu'une automobile », pour chaque kilomètre par passager (Saga Cité, 2011).

En revanche, la mobilité durable chez les professionnels et pour les marchandises ne peut qu'aller au rythme où les attentes des utilisateurs.trices seront répondues : le choix d'une combinaison de modes de transport durables est fonction de la fréquence, de la rapidité, de la fiabilité et de l'amplitude des heures de services (Autorité régionale de transport métropolitain, 2021). De ce fait, des changements structurels

qui reposent sur une gestion optimale de l'urbanisation et une planification intégrée du territoire sont nécessaires (Carrier *et al.*, 2015). Entre-temps, il est aussi nécessaire d'encourager l'offre de ces modes de transport, en quantité, en diversité et en qualité (MELCC, 2020a), notamment en augmentant l'offre de stationnements sécuritaires pour les vélos, de douches et de bornes de recharge sur leurs lieux de travail (MEC, s. d.).

## 4.2 Intermodalité et multimodalité

Considérant que les biens sont maintenant fabriqués aux quatre coins du monde, il est peu probable qu'un seul mode de transport puisse, à lui seul, remplir la lourde tâche de répondre à l'ensemble des besoins de mobilité, partout sur la chaîne d'approvisionnement (Vivre en ville, 2013). D'où l'importance de l'intermodalité et de la multimodalité, qui consistent à coordonner différents modes de transport afin de maximiser le nombre de trajets, de réduire les temps de transport et de faciliter les transferts (Carrier *et al.*, 2015). Smail et Zouaoui (2019) font la distinction de ces concepts de la façon suivante : le transport intermodal permet d'acheminer les marchandises par le biais de deux modes ou plus de transport, mais dans la même unité de chargement; le transport multimodal utilise également plus d'un mode de transport, mais avec des étapes de transbordement des marchandises (chargement, déchargement, empotage et dépotage). Dans cette optique, ces types de transports contribuent à l'amélioration de l'efficacité des chaînes logistiques et permettent également de choisir les modes de transport les mieux adaptés à un trajet donné, en considérant sa part d'émissions de GES.

Dans une stratégie de transport inter et multimodal, le transport maritime est fluide, fiable et surtout moins polluant et moins bruyant. Pour sa part, le fret ferroviaire possède l'avantage d'être plus rapide sur de longues distances et avec des chargements plus lourds, en plus d'être considéré comme le deuxième mode de transport le moins polluant. En revanche, le rail possède l'inconvénient de devoir transborder les marchandises. De plus, la rigidité des horaires se prête peu aux nouvelles demandes du « juste à temps » et à la gestion du « dernier kilomètre » (section 4.5). C'est justement le transport routier qui offre cette souplesse qui permet de livrer de petites quantités à des moments opportuns, bien qu'à un coût environnemental plus élevé (Ouimet, 2021, 25 mai; Smail et Zouaoui, 2019).

Ainsi, chaque mode de transport possède ses forces et ses faiblesses. Leur combinaison permettrait d'atteindre non seulement un certain équilibre entre les contraintes et les avantages, mais également des réductions non négligeables des émissions de GES (ADEME, 2012; MEC, s. d.). Une étude du Research and Traffic Group (2013), abonde en ce sens et le démontre en explicitant la différence d'efficacité (en matière d'émissions de GES) pour déplacer la marchandise acheminée par voie maritime dans la région des Grands Lacs. Selon leurs données, l'utilisation du train plutôt que des camions permet une réduction des émissions de GES d'environ 80 % et avec l'utilisation du bateau, la réduction peut atteindre 88 % par rapport au transport routier. Le Tableau 4.1 illustre un peu plus ce propos en fournissant les données du Research and Traffic Group (2013) sur les émissions de GES liées à ces trois modes de transport.

**Tableau 4.1 Émissions de GES liés à différents types de transport (Adapté de Research and Traffic Group, 2013)**

	Bateau	Train	Camion
Distance parcourue avec 1 litre de carburant, pour déplacer une tonne de marchandises, selon le mode de transport (en kilomètre)	358	225	41
Émissions de GES générées pour déplacer une tonne de marchandises, selon le mode de transport (en gramme de CO <sub>2</sub> )	8	13	66

Le succès de l'inter et la multimodalité repose logiquement sur le développement d'un système de transport à la fois performant et intégré (port, aéroport, routes, voies ferrées, etc.), sur l'organisation et l'articulation de l'offre de transport ainsi que sur la qualité des partenariats (section 4.3.4) qui permet aux acteurs d'agir ensemble et d'adapter leur façon de faire afin que la chaîne de déplacement s'effectue le plus fluidement possible (Vivre en ville, 2013). En ce sens, la présence de plusieurs infrastructures de transport modernes et efficaces, permettant d'expédier la marchandise par voie ferroviaire, maritime, aérienne et terrestre, confère au Québec un énorme potentiel intermodal. En effet, plusieurs réseaux de transport convergent vers les centres-villes et se connectent entre eux par endroit, créant ainsi des pôles intermodaux importants (Amiel *et al.*, 2013, 21 septembre; Association québécoise des transports, 2013, 21 septembre; Lord, 2019, 5 octobre; Ville de Montréal, s. d.).

### 4.3 Stratégies de plans de transport

L'analyse du transport routier dans son organisation permet de rehausser les pratiques de gestion qui les encadrent. La mise en place de plan de transport, par exemple, permet de réorganiser les itinéraires et de réduire les kilomètres inutiles en optimisant le chargement des véhicules (section 4.3.1), les commandes (section 4.3.2), les trajets (section 4.3.3) ainsi que les heures de livraison (section 0) (ADEME, 2012). Ces stratégies de logistique peuvent être complexes, tant pour le fournisseur, le client et les compagnies de camionnage. Pour faciliter leur mise en œuvre, des technologies de communication sont disponibles pour optimiser la collaboration entre différents acteurs (Smail et Zouaoui, 2019), en plus de certains logiciels de soutien dans la planification, la gestion et le suivi des opérations de transport, permettant aussi de calculer des plans de transport et de transbordement optimaux (Tableau 4.2).

**Tableau 4.2 Outils de création de plans de transport et de géolocalisation (ADEME, 2012)**

Actions	Solutions	Domaines de pertinence*	Gains CO <sub>2</sub>	RSI	Faisabilité
Outils informatiques d'optimisation des trajets	Outils de création de plans de transport	VTL PP GP ER	5-15 %	1-3 ans	Moyen
	Outils de géolocalisation des véhicules	VTL PP GP ER	1-10 %	1-3 ans	Moyen

\* Domaines de pertinence :

**VTL** : véhicule de transport léger à usage urbain principalement et avec un poids total autorisé en charge (PTAC) ≤ 3,5 t

**PP** : petit porteur à usage urbain principalement et avec une PTAC entre 3,6 et 12 t

**GP** : grand porteur à usage régional principalement et avec un PTAC > 12 t

**ER** : ensemble routier utilisé pour les longues distances et avec un PTAC de 40 t

Comme présenté dans le Tableau 4.2, l'utilisation d'outils de création de plans de transport permet de réduire les kilomètres inutiles et ainsi de réduire les émissions de GES entre 5 % et 15 %. L'utilisation d'outils de géolocalisation et d'éconavigation peut également entraîner une réduction d'émissions de GES entre 1 % et 10 %, par l'identification des zones de congestion, des itinéraires plus courts ou des places de stationnement. Plusieurs modèles offrent de bons résultats : des applications sur téléphones cellulaires, un module GPS indépendant, un agenda électronique, etc. Seulement, avant d'équiper un véhicule d'un tel outil, il peut être intéressant d'envisager un système de télématique véhiculaire qui offre à la fois des informations sur la consommation de carburant (section 3.3) et la géolocalisation (ADEME, 2012).

### 4.3.1 Chargement des véhicules

Les charges de transport routier peuvent être grossièrement divisées en deux catégories : les charges partielles, qui consistent en la livraison de petites quantités vers des destinations distinctes; et les charges complètes, qui remplissent entièrement un camion et se dirigent vers une seule destination (Legault-Michaud, 2017).

Alors que les charges partielles sont surtout utilisées par des organisations qui n'ont pas un gros volume de marchandise (Legault-Michaud, 2017), les charges complètes sont utilisées pour des commandes uniques, telles que les livraisons en vrac (van Vliet et al., 1992). Les charges complètes, lorsqu'elles ne sont pas utilisées pour effectuer des multidépôts, présentent des défis qui diffèrent des problèmes standards d'acheminement : les camions livrent des chargements complets à leurs clients et ne se rechargent que dans des usines spécifiques de l'organisation (Figure 4.1) (van Vliet et al., 1992).

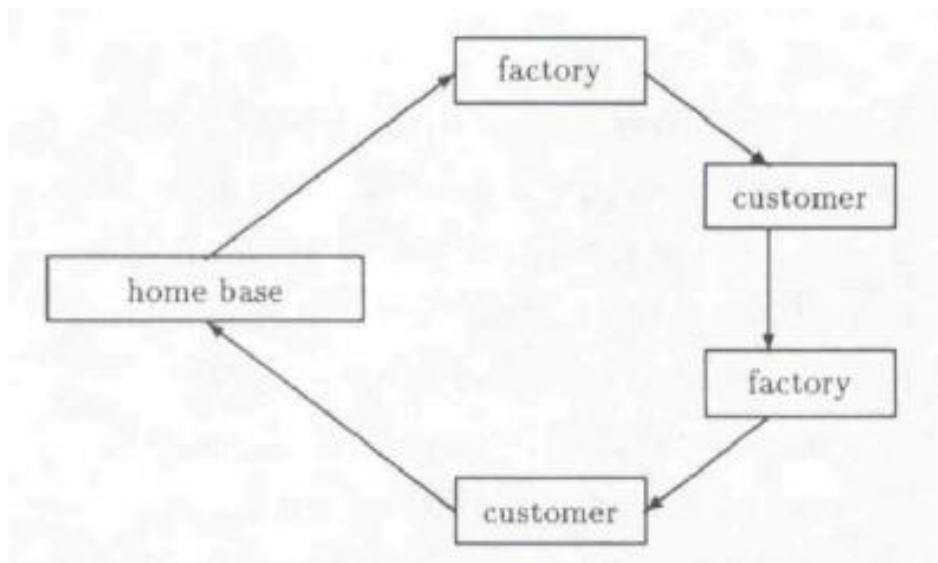


Figure 4.1 Exemple de route simple pour la livraison en vrac (van Vliet et al., 1992)

En contrepartie, il se peut que des organisations désirent faire appel au transport pleine charge afin de couvrir plusieurs destinations (Legault-Michaud, 2017). Cette solution, largement avantageuse en ce qui a trait aux émissions de GES, nécessite la combinaison de deux stratégies de plans de transport : la consolidation des commandes ainsi que l'optimisation des trajets.

### 4.3.2 Consolidation des commandes

La consolidation des commandes est une stratégie de logistique qui consiste à combiner plusieurs commandes dans un seul envoi vers un centre de distribution. Pour ce faire, les organisations doivent avant tout redéfinir leurs besoins afin d'établir ou de revoir leur politique de réapprovisionnement des stocks (Butner *et al.*, 2008; Laurin, 2018, 1 mai; MEC, s. d.). La Figure 4.2 démontre les bénéfices de plus petites fréquences d'envois sur les émissions GES.

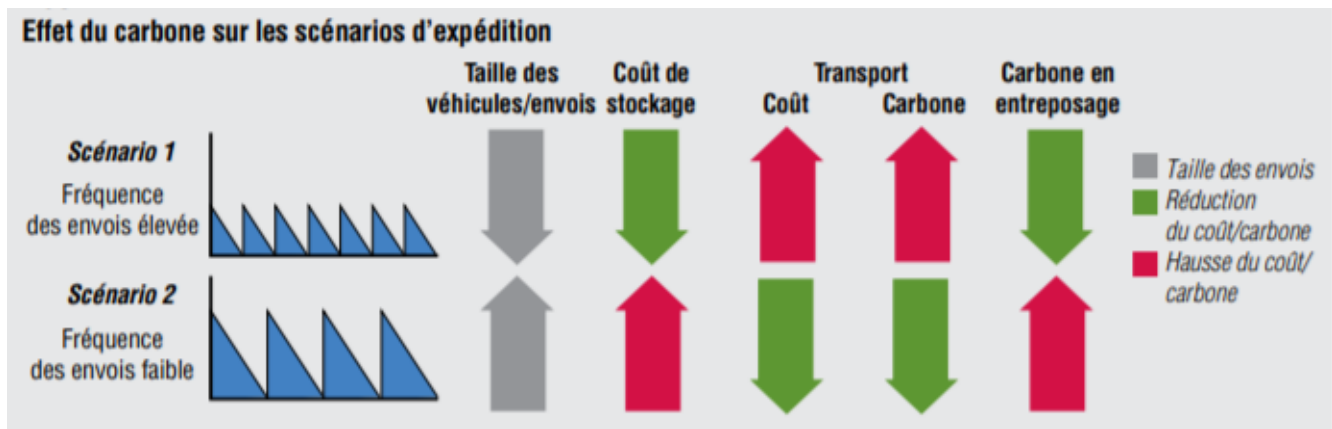


Figure 4.2 Effet du carbone sur les scénarios d'expédition (Butner et al., 2008)

La consolidation des commandes nécessite une forme de gestion qui implique un ravitaillement moins fréquent et donc en plus grandes quantités, idéalement avec une utilisation de camions pleines charges (Legault-Michaud, 2017). Dans un tel mode de gestion, l'organisation peut réfléchir aux emballages des produits, afin de réduire la dimension des colis, et s'assurer de limiter l'espace vide dans ceux-ci en regroupant ses achats (Béliveau, 2010; Laurin, 2018, 1 mai; MEC, s. d.). Elle doit surtout considérer la répartition de ses succursales et de ses fournisseurs sur un territoire donné, afin d'optimiser les trajets.

### 4.3.3 Optimisation des trajets

L'optimisation des trajets est une solution fortement intéressante en circuit court<sup>10</sup> ou en circuit long<sup>11</sup> (Smail et Zouaoui, 2019) avec des itinéraires complexes ou variables (comme les services de messagerie, entretien, déneigement, collecte des matières résiduelles, etc.) (ADEME, 2012). Les circuits courts et les circuits longs voient leur performance influencée par la maturité des processus de gestion, le degré de centralisation des transports ainsi que les interactions entre les activités de transport et les opérations de services (Beaulieu et Roy, 2012; Smail et Zouaoui, 2019). La Figure 4.3 présente un exemple de circuit long entre un fournisseur et les centres de distribution de ses clients, lequel est optimisé par une consolidation des commandes.

<sup>10</sup> Un seul intermédiaire entre le fabricant et le consommateur, généralement le détaillant (Smail et Zouaoui, 2019).

<sup>11</sup> Plusieurs intermédiaires entre le fabricant et le consommateur, suppose la présence des centres de distribution (Smail et Zouaoui, 2019).

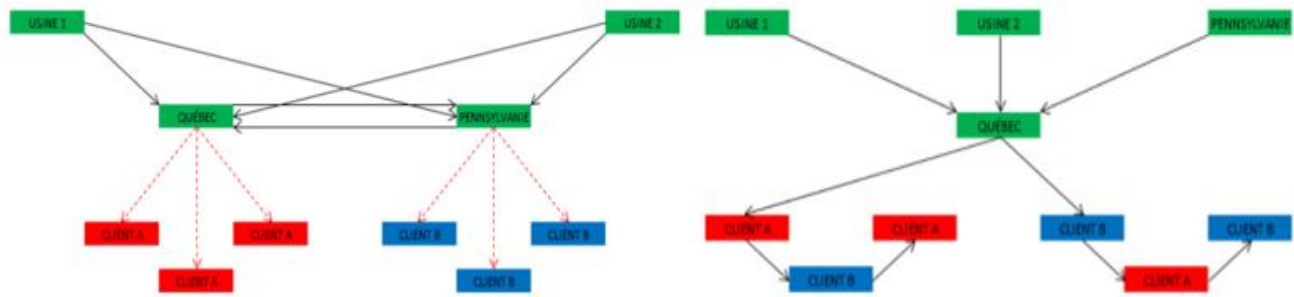


Figure 11 : [S0] Situation actuelle

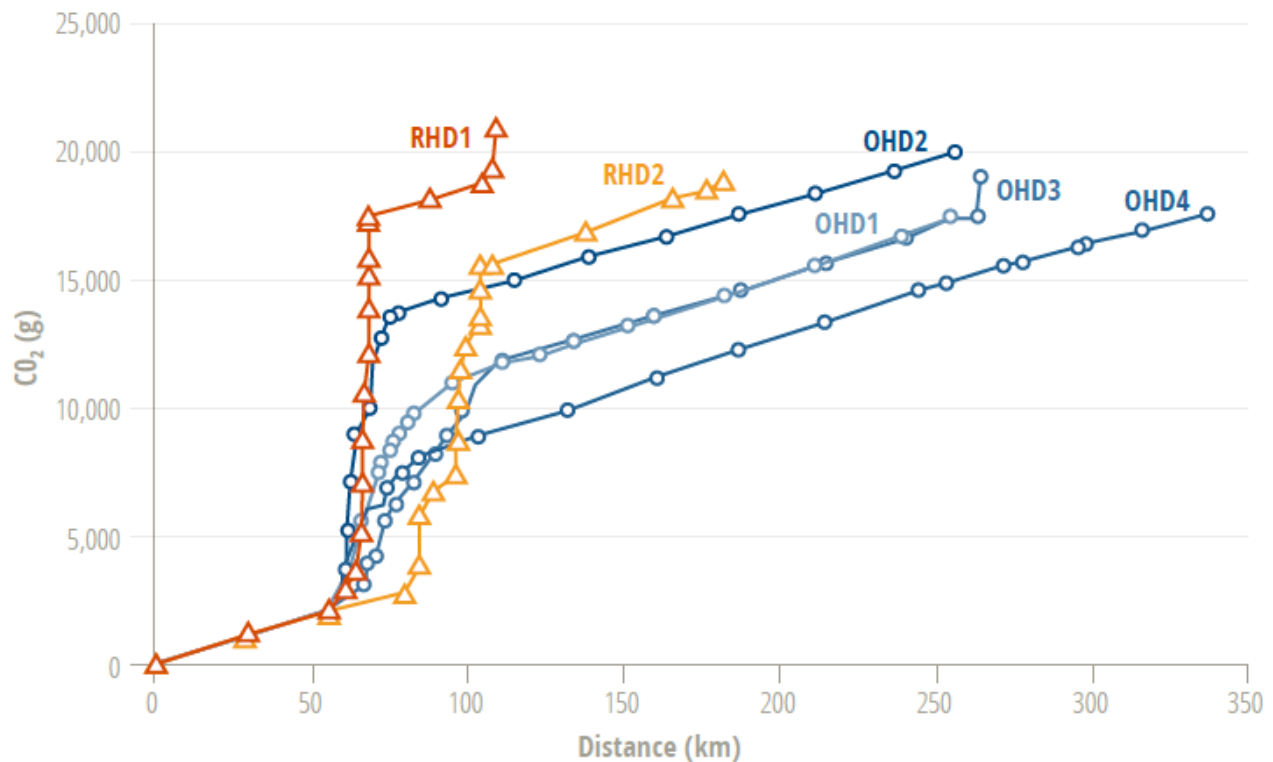
Figure 18 : Scénario de consolidation à Québec [S1]

**Figure 4.3 Scénario de consolidation de commande permettant d’optimiser les trajets (Legault-Michaud, 2017)**

Le scénario de consolidation (S1) sur la Figure 4.2 consiste à rassembler les produits en un seul endroit, pour ensuite être transporté aux centres de distribution des clients. Ce scénario possède l’avantage d’engendrer moins de transferts, donc moins de transports. Par ailleurs, la consolidation de la marchandise de plusieurs clients dans un seul camion permet de réduire le nombre de véhicules sur la route et le nombre de kilomètres à parcourir (Legault-Michaud, 2017). En effet, au-delà du mode de transport, du type de carburant et de la route choisis, l’utilisation maximale des véhicules est une mesure d’efficacité énergétique en soi, qui tend à être négligée au profit du « juste à temps » et de la livraison directe, qui obligent à expédier plus souvent de petites quantités (Butner *et al.*, 2008; TEQ, 2018). Les circuits courts sont vus plus en détail à la section 4.5 (logistique de transport en milieu urbain).

### 4.3.4 Optimisation des heures de distribution

En parallèle de l’optimisation des trajets, la livraison en dehors des heures de pointe est reconnue comme un moyen efficace de réduire les émissions de GES en même temps des embouteillages (Wang *et al.*, 2019). En effet, bien que certains règlements municipaux concernant le bruit et les livraisons locales peuvent être un obstacle à surmonter (Ewing, 2020), la Figure 4.4 illustre dans quelle mesure les livraisons effectuées en dehors des heures de pointe permettent de réduire les émissions de GES (Ewing, 2020; Holguín-Veras *et al.*, 2018).



**Figure 4.4 Émissions et distance parcourue pour la livraison en dehors des heures de pointe par rapport à la livraison sur les heures régulières (Holguín Veras et al., 2018)** Note : RHD = Regular Hour Deliveries et OHD = Off Hour Deliveries

L'optimisation des heures de distribution requiert une planification des itinéraires qui permet d'éviter les heures de pointe (Wang et al., 2019) : les délais de livraison (temps de conduite du véhicule) et de déchargement de véhicules jouent un rôle important dans cette planification (Patlins, 2008). Dans l'ensemble, la réduction des émissions de GES associée à cette solution est proportionnelle à l'ampleur du changement dans les heures de livraison (Holguín-Veras et al., 2018) et le même principe peut être appliqué à d'autres types de services comme la gestion des matières résiduelles.

## 4.4 Mutualisation

Les solutions susmentionnées aux sections 0 à 0 font appel au « double concept de consolidation et de collaboration : il faut optimiser chaque camion et chaque déplacement, parfois même en collaborant entre compétiteurs » (Caza, 2017, 18 septembre). Les silos traditionnels d'organisations ne conviennent plus à la coordination des activités logistiques et l'adoption de nouvelles structures organisationnelles, couplée de systèmes d'information intégrés, devient nécessaire (Beaulieu et Roy, 2012). Le fait de mettre en commun les besoins de différentes organisations est un principe de mutualisation « gagnant-gagnant » (Bouchard, 2017). Plus précisément, la mutualisation logistique consiste à concevoir ou co-concevoir un réseau de distribution collaboratif afin d'optimiser les itinéraires en considérant à la fois les coûts, les émissions de GES et les opportunités d'emplois créés (partage d'un contrat de livraison; planification conjointe des itinéraires; partage des moyens et des ressources; collaboration entre transporteurs pour minimiser les mouvements à vide; etc.) (Aloui *et al.*, 2020; TEQ, 2018).

Il n'en reste pas moins que pour obtenir des partenariats solides, l'adoption de mécanismes de collaboration en amont et en aval de la chaîne logistique s'avère essentielle. La collaboration avec les clients est également possible, et fortement recommandée, pour optimiser les transports routiers. Cela peut consister à collaborer à la mise en place d'un système de gestion partagé des approvisionnements, ce qui permet notamment au fournisseur de proposer une fréquence de réapprovisionnement venant optimiser le chargement du véhicule et le circuit de distribution (Beaulieu et Roy, 2012; Smail et Zouaoui, 2019).

Dans leur étude, Beaulieu et Roy (2012) identifient quelques-uns des mécanismes de mutualisation ayant vu le jour au cours des dernières années. Notamment, l'adaptation des pratiques comme le « juste à temps » à la distribution des produits finis (de l'usine jusqu'aux points de vente) et aux systèmes de planification, de prévision et de réapprovisionnement a permis de mettre en place des pratiques collaboratives innovantes comme le Quick Response, l'Efficient Consumer Response, le Collaborative Planning Forecasting and Replenishment et le Flowcasting. Dans l'ensemble, ces nouvelles pratiques permettent la planification du réapprovisionnement par des données en provenance des points de vente et les prévisions partagées entre les membres d'un réseau de distribution.

Par ailleurs, lorsque les pratiques s'étendent jusqu'aux prestataires de services logistiques, cela assure la rétention d'un noyau de compétences à l'intérieur de l'entreprise ayant octroyé ces services logistiques et permet une meilleure gestion de leur relation (Beaulieu et Roy, 2012). Cependant, le système de transport de marchandises est encore considéré comme fort conventionnel et certains chercheurs supposent que peu d'organisations de camionnage intègrent présentement des mécanismes de collaboration (Caza, 2017, 18 septembre). Dans son mémoire, Bouchard (2017) remarque également que peu d'organisations expéditrices tendent à s'unir dans leur stratégie de distribution. Ainsi, si « certaines organisations collaborent entre elles, notamment pour l'entreposage et la livraison [il y a de la place pour en] faire beaucoup plus » (Caza, 2017, 18 septembre).

## 4.5 Logistique de transport en milieu urbain

En plus des émissions de GES, le transport de marchandises et de personnes peut conduire à un flux important de véhicules sur les routes, créer de la congestion routière aux heures de pointe (qui représente près du cinquième du trafic urbain) et, par conséquent, impacter le déplacement d'autres véhicules comme les camions et leur livraison (Amiel et al., 2013, 21 septembre). De plus, le fait que les camions lourds soient autorisés sur plusieurs axes artériels tend à rendre difficile la cohabitation des usages et des modes (Butner et al., 2008; Ville de Montréal, s. d.).

Selon l'ADEME (2012), l'optimisation de la logistique du transport en milieu urbain possède un potentiel de réduction des émissions de GES, en raison des nombreuses combinaisons possibles entre les stratégies susmentionnées au chapitre cinq. En effet, les attentes des organisations sont orientées notamment vers la réduction des longueurs de trajets et du temps de transport, ce qui nécessite la mise en place de stratégies comme l'écoconduite, l'optimisation des trajets et des chargements, la mutualisation des centres de distribution, etc. (ADEME, 2012). Le Tableau 4.3 présente les retombées possibles de l'optimisation de la logistique de transport en ville, en mettant l'accent sur le type de véhicule auquel cela s'applique (avec le PTAC), les gains estimés en matière d'émissions de GES (exprimés en CO<sub>2</sub>), le RSI ainsi que leur faisabilité selon l'outil d'aide à la décision de l'ADEME (2012).

**Tableau 4.3 Logistiques optimisées pour la livraison urbaine (ADEME, 2012)**

Actions	Solutions	Domaines de pertinence*	Gains CO <sub>2</sub>	RSI	Faisabilité
Optimisation du transport	Schémas logistiques optimisés pour la livraison urbaine	<b>VTL PP GP ER</b>	Variable	1-3 ans	Moyen

\* Domaines de pertinence :

**VTL** : véhicule de transport léger à usage urbain principalement et avec un poids total autorisé en charge (PTAC) ≤ 3,5 t

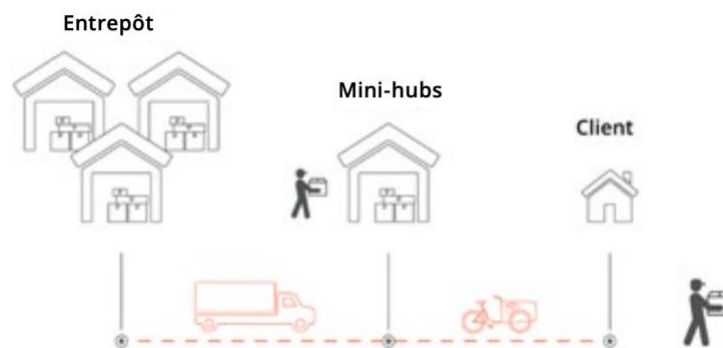
**PP** : petit porteur à usage urbain principalement et avec une PTAC entre 3,6 et 12 t

**GP** : grand porteur à usage régional principalement et avec un PTAC > 12 t

**ER** : ensemble routier utilisé pour les longues distances et avec un PTAC de 40 t

L'optimisation des schémas de distribution (tel que présenté au Tableau 4.3) inclut notamment l'optimisation des livraisons dédiées aux magasins au détail et à grande surface, qui sont généralement effectuées à l'aide de petits et de gros porteurs (ADEME, 2012). Ce type de camion ayant été discuté plus en détail aux différentes sections de ce chapitre, la présente section s'intéresse plus particulièrement aux systèmes de mini-hubs et à la logistique du dernier kilomètre, qui nécessite principalement l'utilisation de véhicules légers, de vélos et de triporteurs (ADEME, 2012).

Au Québec, depuis 2007, le secteur du transport bénéficie de la mise en place de nouveaux postes de transbordement intermodaux (Association québécoise des transports, 2013, 21 septembre; Caza, 2017, 18 septembre), tels que le projet Colibri à Montréal (Ville de Montréal, s. d.). Le projet Colibri est un centre de transbordement de type « livraison à relais » (mini-hubs), où la marchandise passe des camions lourds à de petits véhicules à zéro émission, comme les vélos cargos électriques, pour être acheminée au sein des petites rues urbaines. Les mini-hubs sont généralement situés dans un emplacement stratégique afin de décentraliser l'entreposage temporaire (Figure 4.5)(Équiterre et al., 2021; Ville de Montréal, s. d.).



**Figure 4.5 Minihubs et vélos cargos (Équiterre et al., 2021)**

La Figure 4.5 illustre comment les marchandises arrivent d'abord dans des entrepôts, situés généralement en périphérie des agglomérations (ADEME, 2012), pour ensuite être transportés vers de plus petits entrepôts situés en ville. À partir de ces mini-hubs, « il est possible d'organiser la distribution du dernier kilomètre des palettes et colis, au moyen de petits véhicules adaptés en taille, dans un périmètre de proximité » (ADEME, 2012). En plus de contribuer à la diminution de la congestion routière et de la pollution sonore, l'utilisation des vélos cargos et des mini fourgonnettes électriques en conjonction avec les mini-hubs permet de réduire les émissions de GES de l'ordre d'un camion fourgon traditionnel par vélo cargo utilisé (Équiterre et al., 2021).

La logistique du dernier kilomètre est la dernière étape du processus de livraison, qui démarre au centre de distribution et prend fin lorsque la livraison est arrivée chez le client (Ouimet, 2021, 25 mai). Cette logistique, fortement influencée par le circuit de distribution (Beaulieu et Roy, 2012), est plutôt complexe pour les organisations et elles doivent faire preuve de créativité pour trouver des moyens de livraisons toujours plus rapide et efficace (Ouimet, 2021, 25 mai).

Dans le cas des circuits ultracourts<sup>12</sup>, par exemple, ceux-ci ont une logistique fort simple en apparence, puisqu'elle consiste à amener un élément du point A au point B. Cela étant dit, si le fournisseur a plus d'un client, il y a un certain risque de devoir solliciter plus de trajets que nécessaire. Comme illustré par la Figure 4.6, l'optimisation des trajets ne suppose pas d'emblée que les distances à parcourir sont plus petites ou moins nombreuses. En contrepartie, elles peuvent nécessiter jusqu'à 60 % moins de véhicules et réduire la quantité de retours à vide (Beaulieu *et al.*, 2014).

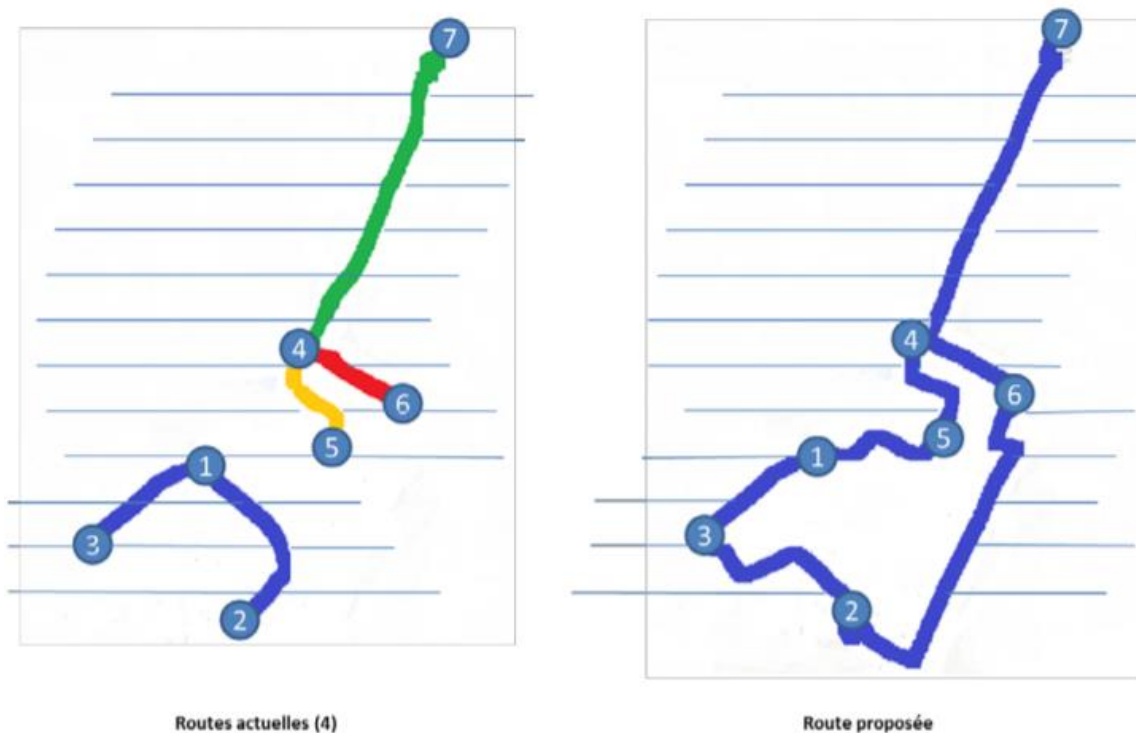


Figure 4.6 Exemple d'optimisation des routes de transport (Beaulieu *et al.* 2014)

À l'instar des informations plus générales présentées dans ce chapitre, de telles stratégies de logistique en milieu urbain nécessitent non seulement une certaine proactivité de la part des organisations, mais également une forte implication des collectivités (ADEME, 2012). En effet, c'est par une « concertation étroite entre les parties prenantes qu'il est possible, entre autres, d'harmoniser les pratiques, de faciliter l'accès au cœur des villes et de sensibiliser les conducteurs.trices ainsi que la population au respect des initiatives de voiries à temps partagé (ADEME, 2012).

<sup>12</sup> Aucun intermédiaire entre le fabricant et le consommateur (Smail et Zouaoui, 2019).

## 4.6 Conclusion

À savoir quelles sont les stratégies de logistique à prioriser, la réponse n'est pas si simple. Malgré la considération qu'une approche inclusive soit généralement le meilleur choix possible, elle présente toutefois une plus grande complexité en ce qui concerne la gestion durable de la chaîne d'approvisionnement, en raison de l'implication d'une variété d'acteurs qui demande un travail de coordination considérable et un temps plus long de mise en œuvre. (Béliveau, 2010; Butner *et al.*, 2008).

Dans un premier temps, une évaluation judicieuse des besoins permet de limiter les émissions de GES au minimum nécessaire. En effet, il peut en résulter l'adoption de nouveaux comportements en lien avec les avancées technologiques, qui offrent plusieurs opportunités telles que la communication et le travail exempts de déplacements; ou en lien avec la mobilité durable, comme le choix d'un mode de transport actif (marche ou vélo), collectif ou partagé. En milieu urbain, une combinaison de ceux-ci pour le transport de marchandises et de personnes se prête bien à la gestion du dernier kilomètre, conduisant à une réduction significative des flux de véhicules sur les routes, diminuant à la fois les émissions de GES et les occurrences de congestion routière.

Plus largement, l'inter et la multimodalité permettent de réduire les temps de transport et de faciliter les transferts. En effet, la combinaison du transport routier au transport maritime ou au fret ferroviaire permet de bénéficier de la fluidité et de la fiabilité de l'un ainsi que de la rapidité et de la capacité de charge de l'autre. En revanche, leur coordination implique des transbordements. Par conséquent, le succès de l'inter et la multimodalité repose sur le développement d'un système de transport à la fois performant et intégré, sur l'organisation et l'articulation de l'offre de transport ainsi que sur la qualité des partenariats, qui permet aux acteurs d'agir ensemble. Ces stratégies de logistique peuvent être complexes pour les différents acteurs impliqués et l'analyse du transport routier dans son organisation est nécessaire afin de rehausser les pratiques de gestion qui les encadrent, notamment par la mise en place de plans de transport. Ces derniers permettent, par exemple, de réorganiser les itinéraires et de réduire les kilomètres inutiles en optimisant le chargement des véhicules, les commandes, les trajets ainsi que les heures de livraison.

Les charges de transport et la consolidation des commandes sont des stratégies qui nécessitent d'abord une redéfinition des besoins de l'organisation afin d'établir ou de revoir leur politique de réapprovisionnement des stocks. Pour sa part, l'optimisation des trajets est une solution fortement intéressante en circuit court ou en circuit long avec des itinéraires complexes et variables. Sa performance est influencée par la maturité des processus de gestion, le degré de centralisation des transports, ainsi que les interactions entre les activités de transport et les opérations de services. En parallèle de cette stratégie, le transport en dehors des heures de pointe est reconnu comme un moyen efficace pour réduire les émissions de GES. Par conséquent, bien que certains règlements municipaux concernant le bruit et les livraisons locales peuvent être un obstacle à surmonter, il s'avère bénéfique de planifier rigoureusement les itinéraires, en prenant en compte les délais de livraison et de déchargement de véhicules, dans le but d'éviter les heures de pointe.

Toutes ces solutions illustrent l'importance de planifier les besoins en amont et d'optimiser la façon d'y répondre. Les silos traditionnels ne conviennent plus à la coordination des activités de transport et l'adoption de nouvelles structures organisationnelles, couplée de systèmes d'information intégrés, et dans certains secteurs, de la mise en commun des besoins de différentes organisations et de l'adoption de mécanismes de collaboration, s'avère essentielle.

## 5 Regard sur le marché : analyse des pratiques d'approvisionnement

Si le principal défi de la chaîne d'approvisionnement est de trouver l'équilibre parfait entre les processus, les politiques de gestion des stocks et le transport, les émissions de GES de ce dernier viennent maintenant ajouter une difficulté supplémentaire. En effet, cela force les organisations à modifier leurs stratégies d'acquisition. De fait, il est intéressant d'observer les bonnes pratiques mises de l'avant par ces organisations et de s'en inspirer pour en développer de similaires. Afin d'identifier une variété de critères, d'éléments de temporalité ainsi que de freins et leviers relatifs au transport sobre en carbone, une analyse des pratiques d'approvisionnement au Québec et en Europe a été effectuée. Ce chapitre présente les cas identifiés et le contexte dans lequel s'inscrivent les pratiques d'approvisionnement responsables, leurs mesures préparatoires, les critères d'approvisionnement en lien avec le transport sobre en carbone, les mesures de suivi et de calcul des retombées ainsi que les apprentissages significatifs.

### 5.1 Cas identifiés et contextes

Par le biais d'une revue de littérature grise ainsi qu'une rencontre avec des parties prenantes, cinq cas québécois ainsi que neuf cas européens ont pu être identifiés comme suit :

#### Études de cas québécoises et canadiennes

- Hydro-Québec : Acquisition d'un service de transport de petits colis sur le territoire de la province de Québec;
- RECYC-QUÉBEC : Acquisition d'un service de récupération et transport de pneus hors d'usage, effectué par des camions entièrement électriques;
- Service Public et Approvisionnement Canada : Acquisition d'un service nolisé d'autobus avec chauffeur pour le transport de personnes.
- Société de transport de Montréal : Acquisition de carburant diesel contenant du carburant renouvelable;
- Ville de Montréal : Acquisition de véhicules utilitaires sport et camionnettes entièrement électriques et hybrides;

#### Études de cas européennes

- Association de municipalités de la Catalogne, Espagne : Accord-cadre sur la mobilité durable (SPP Regions, 2018a);
- Brabant-du-Nord, Pays-Bas : Acquisition de transports zéro émission (European Commission, 2017b);
- Bristol, Royaume-Uni : Acquisition de services de collecte des matières résiduelles, à faible émission de carbone (European Commission, 2013);
- Camden, Royaume-Uni : Mise en place de réseaux de distribution efficaces et de logistique de consolidation (European Commission, 2016a);

- Consortium CIDIU, Italie : Acquisition de huit petits véhicules de collecte de matières résiduelles électriques, avec citerne basculante (SPP Regions, 2018b).
- Oradea, Roumanie : Acquisition d'autobus hybrides (European Commission, 2021);
- Ostrow, Pologne : Acquisition d'autobus électriques et de systèmes de recharge (European Commission, 2020);
- Poste croate, Croatie : Acquisition de vélos électriques pour la livraison du courrier (European Commission, 2016b);
- Sarpsborg, Norvège : Acquisition de services de collecte et de traitement des matières résiduelles, respectueux du climat (European Commission, 2017a);

À la suite de l'identification d'études de cas pertinentes, un regard a été porté sur le contexte dans lequel les pratiques d'approvisionnement prennent place, afin de comprendre dans quelle mesure elles contribuent à l'atteinte d'objectifs plus larges ou soutiennent de grandes orientations par exemple (Tableau 5.1).

**Tableau 5.1 Contextualisation des pratiques d'approvisionnement**

Organisations	Mission	Politiques, plan action, stratégies	Fournisseurs responsables	Certifications
Hydro-Québec		X	X	
Ville de Montréal		X		
RECYC-QUÉBEC	X			
Service Public et Approvisionnement Canada	X	X		
Société de transport de Montréal		X		
Association de municipalités de la Catalogne, Espagne		X		
Brabant-du-Nord, Pays-Bas		X		
Bristol, Royaume-Uni		X		
Camden, Royaume-Uni		X		
Consortium CIDIU, Italie				X
Oradea, Roumanie		X		
Ostrow, Pologne				
Poste croate, Croatie		X		
Sarpsborg, Norvège		X		

Les résultats affichent une certaine tendance chez les organisations à élaborer de nouvelles pratiques d'approvisionnement dans le cadre plus large de stratégies d'électrification et d'approvisionnement responsable, par exemple. Certaines pratiques découlent également de politiques et de plans d'action en développement durable ou découlent des exigences de certifications (p. ex. ISO 14001).

## 5.2 Mesures préparatoires

L'analyse a également eu comme objectif d'identifier les activités et les actions réalisées dans le cadre de la préparation aux appels d'offres. En effet, il existe généralement une chaîne d'actes successifs, formalisée ou non, qui composent la procédure de réflexion quant au choix des critères, c'est-à-dire lesquels introduire et sous quelle forme (clauses obligatoires, critères d'adjudication, marge préférentielle ou clauses d'exécution). Le Tableau 5.2 présente les grandes catégories de mesures identifiées.

**Tableau 5.2 Mesures préparatoires des organisations**

Organisations	Analyse des besoins	Faisabilité	Acceptabilité	Étude du marché	Portée de projet	Estimation des impacts
Hydro-Québec	X			X	X	
Ville de Montréal		X	X			X
RECYC-QUÉBEC		X	X	X	X	
Service Public et Approvisionnement Canada		X	X			
Société de transport de Montréal		X		X		X
Association de municipalités de la Catalogne, Espagne			X	X		
Brabant-du-Nord, Pays-Bas						
Bristol, Royaume-Uni						X
Camden, Royaume-Uni		X				
Consortium CIDIU, Italie	X			X		
Oradea, Roumanie						
Ostrow, Pologne						
Poste croate, Croatie		X				
Sarpsborg, Norvège						

Au regard des résultats, l'étude du marché, la faisabilité technique ainsi que l'acceptabilité au sein du personnel de l'organisation sont les mesures préparatoires les plus utilisées. Plus précisément, l'analyse traduit une variété d'actions en lien avec ces mesures : analyse forces-faiblesses-opportunités-menaces (FFOM), appels d'intérêt, consultation des parties prenantes, périodes d'essai pilote avec des véhicules (vélos, tricycle, scooter) électriques, organisation événementielle de promotion de la mobilité durable, etc.

Par ailleurs, deux organisations à l'étude se démarquent. La première par l'établissement au préalable d'objectifs de réduction des émissions de GES. La deuxième par l'initiative d'estimer les coûts totaux de possession, incluant une estimation de la réduction des émissions de GES, afin de soutenir son choix dans le type de motorisation inclut à l'appel d'offres. Ceci est particulièrement intéressant puisque cela concerne l'acquisition de véhicules hybrides pour le service de polices, un secteur d'activité plutôt difficile à électrifier en raison de multiples défis comme l'influence du climat sur l'autonomie des véhicules, la capacité de charge recherchée et les nombreuses heures passées en marche au ralenti.

### 5.3 Critères d'approvisionnement, mesures de suivi et de calcul des retombées

L'analyse des critères d'approvisionnement de chacune des organisations constitue le cœur de ce travail. En effet, la triangulation de ces informations avec celles provenant de la revue de littérature permet d'orienter les laboratoires d'accélération vers certains critères pour lesquels il y a un besoin de confirmer ou de développer les savoirs.

Durant l'analyse documentaire et la consultation de certains donneurs d'ordre concernés, il est apparu que les critères d'approvisionnement sont tantôt des critères obligatoires, tantôt des critères d'adjudication. Le Tableau 5.3 présente les critères détectés dans les appels d'offres, en lien avec le transport sobre en carbone.

**Tableau 5.3 Critères d’approvisionnement en lien avec le transport sobre en carbone**

Organisations	Parc de véhicules									Logistique des transports							Certifications	
	Propulsion électrique	Propulsion hybride	Propulsion hydrogène	Gaz naturel	Biocarburants	Consommation énergétique	Accessoires auxiliaires	Entretien des véhicules	Écoconduite	Ajustement du parc	Mobilité durable	Inter- modalité	Chargement véhicules	Consolidation commandes	Optimisation trajets	Optimisation heures		Mutualisation
Hydro-Québec								X					X	X	X			
Ville de Montréal	X	X						X										
RECYC-QUÉBEC	X						X								X			
Service Public et Approvisionnement Canada	X	X		X	X		X		X									X
Société de transport de Montréal					X													X
Association de municipalités de la Catalogne, Espagne	X																	
Brabant-du-Nord, Pays-Bas	X		X													X	X	
Bristol, Royaume-Uni							X		X				X		X			X
Camden, Royaume-Uni													X	X	X			
Consortium CIDIU, Italie	X																	
Oradea, Roumanie		X				X							X					
Ostrow, Pologne	X					X		X										
Poste croate, Croatie	X									X								
Sarpsborg, Norvège	X				X	X	X			X					X			X

Légende : Orange (critères obligatoires), Vert (critères d’adjudication)

En ce qui concerne le parc de véhicules, le choix d’un mode de propulsion sobre en carbone constitue non seulement le critère le plus courant, mais celui-ci est le plus souvent un critère obligatoire. Ceci s’explique par le fait que la majorité des études de cas concerne justement l’acquisition de véhicules électriques ou hybrides. Par la suite, les accessoires auxiliaires, les formations en écoconduite et les pratiques d’entretien des véhicules sont des éléments complémentaires, inclus en tant que critères d’adjudication.

Du côté de la logistique des transports, la majorité des critères sont des critères d'adjudication. Les éléments d'amélioration de la logistique sont beaucoup plus complexes en raison de la maturité variable des organisations dans les différents secteurs en matière de transport sobre en carbone. Chaque fournisseur possède ses propres stratégies et outils en fonction de ses valeurs, de ses moyens financiers et de la demande qu'il reçoit de sa clientèle. Du côté des donneurs d'ordre, le manque de connaissance de la capacité du marché, couplé de la volonté de laisser une certaine marge de manœuvre aux organisations pour présenter des améliorations ainsi que le désir d'obtenir le meilleur ratio qualité-prix sont autant de facteurs qui justifient le choix de ne pas utiliser une quantité trop élevée de critères obligatoires.

Dans le cadre de ces études de cas, certaines conditions d'exécution ont également été relevées. Ces conditions sont liées au contrat de bien ou de services et prennent en compte diverses considérations relatives aux véhicules et à la logistique des transports. Par exemple, elles peuvent inclure :

- Des mesures permettant d'assurer un entretien optimal des véhicules;
- L'autorisation d'utiliser un véhicule à combustion thermique dans l'attente de l'acquisition du véhicule électrique ou en cas de panne de ce dernier, avec pénalité en cas d'usage déraisonnable ou injustifié;
- Des audits de conformité, avec une interdiction de soumissionner de nouveau pour une période de deux ans, en cas de non-conformité;
- L'exigence de fournir des informations sur demande (ou sous forme de rapports) et de signaler tout écart par rapport au niveau de service prévu.

Concernant les mesures de suivi et de calcul des retombées, peu d'organisations donnent cette information dans leurs appels d'offres. Néanmoins, il a été possible d'identifier les mesures suivantes :

### Pour le suivi

- Audit de conformité;
- Essais de réception dans les sept jours suivant la livraison afin de vérifier le respect des caractéristiques obligatoires exigées par le cahier des charges.

### Pour le calcul des émissions de GES

- Utilisation des données de références du précédent appel d'offres pour calculer les émissions de GES;
- Calculs basés sur la différence d'efficacité des véhicules disponibles;
- Collecte de données sur les émissions auprès des fournisseurs;
- Comparaison complète des coûts du cycle de vie réalisée en comparant le véhicule électrique gagnant avec le véhicule à essence (alternative potentielle).

## 5.4 Apprentissages significatifs

Le mélange d'une variété d'organisations, de contextes et d'appels d'offres différents a permis de recenser une variété tout aussi importante d'apprentissages à la suite de leur expérience. Les principaux constats vont comme suit :

### Véhicules

- La phase de test est importante, tout autant que le fait qu'elle soit effectuée conformément aux paramètres des besoins des organisations, suivit d'une analyse détaillée et d'un audit des résultats.
- L'utilisation de véhicules électriques donne un retour d'image positive immédiat auprès des citoyen.ne.s, en démontrant la cohérence de l'organisation avec les objectifs de réduction de l'impact environnemental, et augmente leur motivation à collaborer à de nouvelles activités à faible impact environnemental.
- L'introduction de nouvelles technologies, notamment des véhicules électriques, implique de bien analyser les besoins, les régions à desservir et les caractéristiques des services concernés, pour assurer leur adéquation au service.
- L'introduction de nouvelles technologies rend parfois difficile l'anticipation de futurs défis et contraintes. Il y aura possiblement des enjeux au niveau de l'entretien des véhicules (p. ex. la nécessité de former les responsables de l'entretien mécanique) ou encore concernant la dépréciation de l'autonomie des batteries après quelques années d'utilisation et leur remplacement. Les défis futurs concerneront aussi fort probablement les infrastructures de recharge, souvent sous-estimées lors de la phase d'appel d'offres.
- En organisant la transition du parc de véhicules par rapport à une série d'étapes planifiées, la capacité d'introduire de nouvelles formes de technologie au fur et à mesure de son développement est conservée, tout en assurant une transformation rapide du réseau sans imposer de coûts supplémentaires concernant les appels d'offres.

### Contrats de service

- L'utilisation de solutions novatrices requiert une consultation accrue et approfondie des parties prenantes internes et du marché pour identifier les éventuels points de blocages ainsi que les résistances et favoriser le développement collaboratif de solutions adéquates.
- En combinant des services de transport en un seul approvisionnement, il est possible de se procurer une solution plus globale et efficace qui réduit la quantité de véhicules utilisés.
- Pour la consolidation des commandes, il est préférable de commencer par une zone géographique et se concentrer sur la variété de chaînes d'approvisionnement contenues dans cette zone plutôt que d'aller trop loin. Également, exiger un tarif de livraison directe de la part des soumissionnaires peut motiver les organisations de logistique à remplir les véhicules et à sélectionner la bonne taille de véhicule pour la charge à bord.
- Les contrats de service basés sur le transport doivent être établis ou prolongés sur une période équivalente à la durée de vie économique raisonnable du parc de véhicules pour soutenir l'introduction de technologies avec un coût d'investissement élevé dans les contrats (par exemple les autobus électriques dans les services de transport ou les camions de collecte des matières résiduelles électriques).

### Mesures de suivi

- À des fins de suivi, il est utile de disposer de statistiques de performances fréquentes et régulières, cumulées sur l'année et aussi sur toute la durée du contrat. Des prévisions à cette fin doivent être introduites dans les devis des contrats, pour assurer l'obtention de ces statistiques.

### Mesures de GES

- En interrogeant les fournisseurs sur la quantité de carburant utilisée (en général et par unité de référence, par exemple au kilomètre), les données obtenues sont plus précises au moment de calculer les émissions du parc.

## 5.5 Conclusion

Une revue de littérature grise et une rencontre avec différentes parties prenantes ont permis d'observer les bonnes pratiques mises de l'avant par 14 organisations québécoises et européennes. De façon générale, il est possible de constater que l'élaboration de nouvelles pratiques d'approvisionnement soutient plus largement des stratégies d'électrification et d'approvisionnement responsable. La faisabilité technique ainsi que l'acceptabilité au sein du personnel de l'organisation sont des mesures préparatoires couramment utilisées.

En ce qui concerne le parc de véhicules, le choix d'un mode de propulsion sobre en carbone constitue non seulement le critère le plus courant, mais celui-ci est le plus souvent un critère obligatoire. Du côté de la logistique des transports, la majorité des critères sont des critères d'adjudication. De plus, dans le cadre de ces études de cas, certaines des conditions prennent en compte des considérations en lien avec l'entretien des véhicules, la conformité aux exigences du contrat, les alternatives possibles en cas de bris ou de délais d'acquisition ainsi que le type et la fréquence des rapports de suivi requis. Concernant le calcul des retombées, peu d'organisation donne cette information dans leurs appels d'offres.

Les principaux apprentissages de ces organisations concernent l'utilisation de véhicules sobres en carbone ainsi que les contrats de service. Dans le premier cas, il est question de l'importance d'effectuer une phase test en adéquation aux besoins de l'organisation et d'organiser la transition par une série d'étapes qui permettent d'introduire graduellement de nouvelles technologies. De cette façon, l'organisation démontre la cohérence entre ses actions et ses objectifs de réduction des émissions de GES. Dans le cas des contrats de service, il ressort de cela que l'utilisation de nouvelles solutions requiert une consultation accrue et approfondie des parties prenantes internes et du marché pour identifier les éventuels points de blocages ainsi que les résistances et favoriser le développement collaboratif de solutions adéquates.

Enfin, ces études de cas ont permis d'analyser les connaissances acquises avec la revue de littérature (chapitres quatre et cinq). Plusieurs éléments se confirment, tels que la nécessité de choisir des solutions adaptées aux besoins de l'organisation, et ce, en élaborant des objectifs clairs en matière de conversion et de modernisation du parc de véhicules. Il ressort également l'importance de bien planifier ces besoins en amont et d'optimiser la façon d'y répondre, notamment en introduisant de premiers critères sous forme d'adjudication, selon une approche progressive.

## 6 Consultation des parties prenantes : laboratoires d'accélération

Afin de mieux connaître la maturité du marché québécois, sa capacité de répondre aux nouvelles exigences des organisations contractantes en matière de réduction des émissions de GES ainsi que les défis et les besoins rencontrés pour accélérer l'adoption des solutions de transport sobre en carbone, quatre laboratoires sectoriels (livraison, entretien, professionnel, gestion des matières résiduelles) ont été organisés. Ce septième chapitre présente les résultats aux sondages prélaboratoires ainsi que les principaux constats qui découlent des tables rondes, pour les laboratoires qui se sont tenus entre le 18 novembre et le 9 décembre 2021.

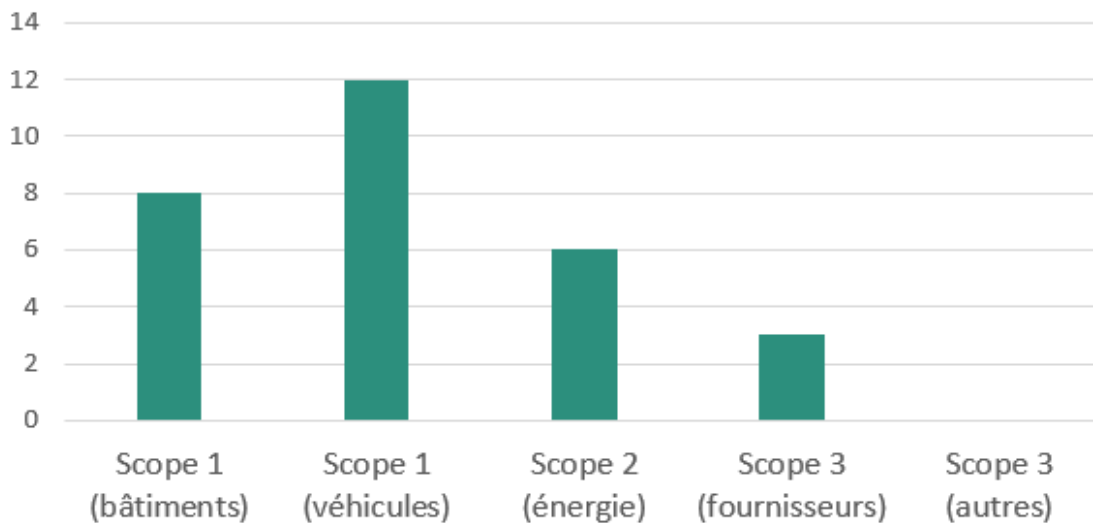
### 6.1 Résultats aux sondages prélaboratoires

Préalablement aux laboratoires, un sondage a été mené auprès des organisations invitées dans le but d'en apprendre davantage sur leurs stratégies d'approvisionnement responsable et de réduction des émissions de GES générées par le transport. De l'information sur les initiatives déployées et l'intérêt des fournisseurs ont également été recueillis par le biais de ce sondage. Les résultats ont par la suite permis d'orienter les discussions du laboratoire d'accélération et de concentrer le dialogue sur les points clés qui contribueront à élaborer des stratégies et des critères d'achat responsable harmonisés.

En tout, 32 organisations ont répondu au sondage, soit 20 contractants et 12 fournisseurs. Bien que les sondages aient été réalisés de manière sectorielle, la similitude des réponses et du niveau de maturité des organisations entre les secteurs offre l'opportunité de présenter les résultats globalement.

#### Résultats des organisations contractantes

La première question du sondage visant les organisations contractantes concerne leur prise d'engagements de réduction des émissions de GES. Des organisations répondantes, 14 ont affirmé avoir pris des engagements, dont 11 de façon formelle et trois de façon informelle. Au moment de répondre, deux organisations n'ont pas cette information. La portée de ces engagements, exposée à la Figure 6.1, est surtout relative aux émissions sous le contrôle des organisations (scope 1 et 2), mais pour trois fournisseurs, elle couvre néanmoins leurs émissions indirectes (scope 3) causées par leurs fournisseurs.



**Figure 6.1 Portée des engagements et plans d'action chez les organisations contractantes**

Pour leur part, les questions subséquentes ont pour but de mieux connaître les critères et les clauses contractuelles exigés auprès des fournisseurs en matière de réduction des émissions de GES liées aux transports. Sur les 20 organisations, 12 appliquent de tels critères ou clauses, dont certains affirment avoir observé une réaction et une attitude favorable de leurs fournisseurs. La réaction semble davantage favorable lorsque les exigences sont en adéquation avec les stratégies des fournisseurs (lorsque ceux-ci ont une offre qui répond aux exigences ou lorsqu'il fait partie de leur stratégie d'amélioration de leur performance GES). Pour d'autres organisations, il ressort une certaine confusion de la part de leurs fournisseurs ainsi que la crainte d'alourdir les devis par l'intégration de critères supplémentaire. Le Tableau 6.1 présente les choix de réponses possibles au sondage pour les types de critères ou clauses contractuelles ainsi que le nombre de ces 12 contractants qui les appliquent.

**Tableau 6.1 Type de critères ou clauses contractuelles en lien avec s émissions des GES**

Type de critères ou clauses	Nb de contractants
Description des mesures de réduction de GES mises en place	5
Émissions de GES générales de l'organisation (avec certification)	1
Émissions de GES générales de l'organisation (sans certification)	1
Caractéristiques du parc de véhicules	5
Formation à l'écoconduite	1
Mesures de réduction des déplacements (optimisation des parcours, covoiturage, etc.)	1
Calcul des émissions de GES durant le contrat (avec standard ou outils concrets)	4
Calcul des émissions de GES durant le contrat (sans standard ou outils concrets, mais méthode détaillée par le fournisseur)	0
Compensation des émissions de GES	0
Autres	0

Pour les huit organisations ayant répondu par la négative, les raisons évoquées sont les suivantes :

- Cela représente une nouveauté pour trois organisations contractantes, dont une qui prévoit réviser ses clauses et une autre qui vise à instaurer une politique d'achat responsable;
- Les fournisseurs d'une organisation sont carboneutres;
- Pour une organisation, il subsiste une certaine incertitude quant à la maturité du marché;
- Deux organisations contractantes ne possèdent pas les connaissances pour entamer ce processus de réflexion;
- Il n'y a pas de clause type dans les devis et une organisation contractante éprouve de la difficulté à effectuer un suivi.

Enfin, les contractants ont été questionnés sur les initiatives mises en place pour aider ou soutenir leurs fournisseurs dans le développement de solutions de réduction des GES liés aux transports. Deux stratégies ont été identifiées par les organisations contractantes :

- Incitatifs financiers pour soutenir les fournisseurs dans leur transition vers des véhicules hybrides ou électriques;
- Questionnaire d'approvisionnement responsable aux fournisseurs, bien que les organisations n'ont fourni aucune explication sur les résultats attendus par cette initiative.

## Résultats des fournisseurs

Les premières questions destinées aux fournisseurs concernent la mise en place d'un système d'amélioration continue en développement durable, en responsabilité sociétale ou de gestion environnementale au sein de l'organisation (B Corp, BNQ, ISO ou autres). Selon les résultats, quatre des 12 fournisseurs possèdent un système interne de gestion environnemental, dont deux qui ne sont pas certifiés ou attestés par une tierce partie indépendante, un qui est certifié Ecoresponsable<sup>MC</sup>, puis un qui est en processus de certification Bcorp. De plus, aucun des fournisseurs ne se réfère à un standard spécifique pour déterminer ses stratégies de réduction des GES, sauf pour un fournisseur qui utilise le standard Low Carbon Fuel Standard (LCFS).

Par ailleurs, près de la moitié des fournisseurs prennent également en compte les émissions directes de leur parc de véhicules (scope 1) dans leurs stratégies de réduction et deux autres considèrent leurs émissions directes liées à leurs bâtiments (scope 1) ainsi que leurs émissions indirectes, excluant celles causées par leurs fournisseurs (scope 3) (Figure 6.2).

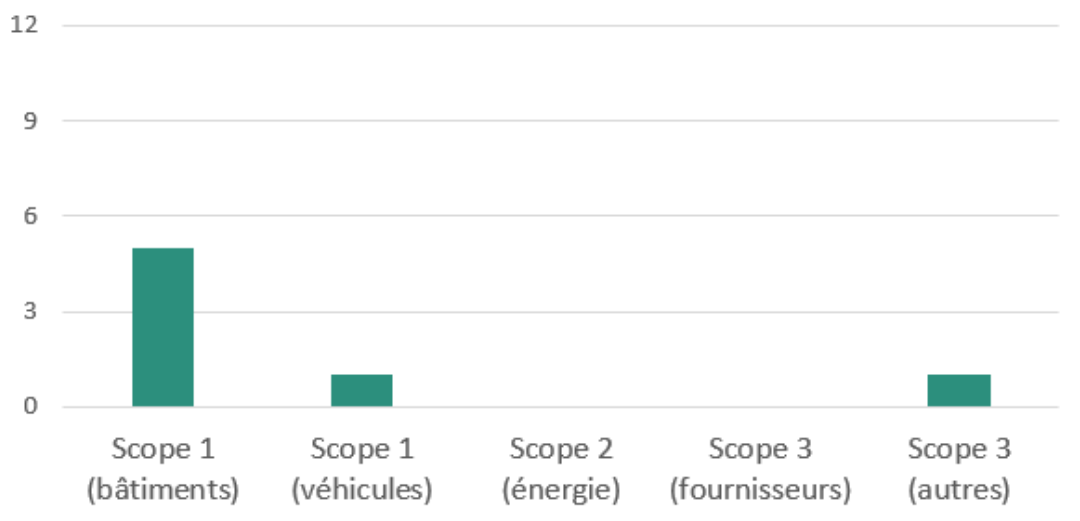


Figure 6.2 Portée des stratégies de réduction des émissions de GES chez les fournisseurs

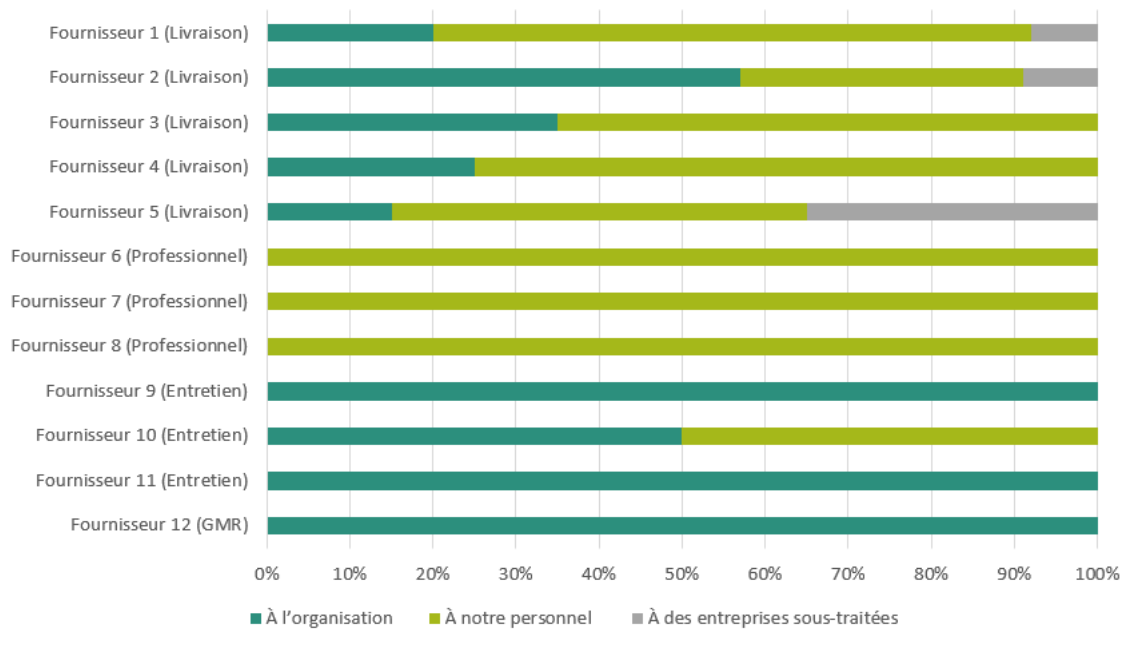
En ce qui a trait à la partie du sondage portant sur les mesures mises en place pour faire face aux défis des changements climatiques, la moitié des fournisseurs n'ont aucune mesure spécifique présentement. Pour les six autres fournisseurs, leurs mesures en vigueur sont réparties entre les différentes mesures présentées au Tableau 6.2.

**Tableau 6.2 Mesures mises en place en lien avec les défis des changements climatiques**

Types de mesures	Nb de fournisseurs
Calcul des émissions des GES	3
Plan de réduction des émissions des GES avec des objectifs chiffrés	1
Compensation des GES	4
Autres mesures (offre de matériaux, produits ou services sobres en carbone, etc.)	3

Pour ce qui est du parc de véhicules des fournisseurs, les véhicules utilisés pour réaliser les différents contrats de service appartiennent, en ordre d'importance, à l'organisation (en propriété ou location), au personnel (contracté ou autonome), puis à des organisations sous-traitées (Figure 6.3). Plus précisément :

- Pour les services de livraison, les véhicules appartiennent surtout au personnel (contracté ou autonome), mais également à l'organisation (en propriété ou location);
- Pour les services professionnels, les véhicules appartiennent entièrement au personnel (contracté ou autonome);
- Pour les services d'entretien, les véhicules appartiennent presque entièrement à l'organisation.
- Pour les services de gestion des matières résiduelles, les véhicules appartiennent uniquement à l'organisation.



**Figure 6.3 Appartenance des véhicules chez les fournisseurs (en pourcentage)**

Au-delà de l'appartenance des véhicules, le type de motorisation des véhicules le plus utilisé est celui à essence, suivi par celui au diesel et (de façon marginale) au gaz naturel et 100 % électrique (Figure 6.4). Deux fournisseurs utilisent au moins un véhicule hybride et trois fournisseurs font également usage de vélos conventionnels ou électriques.

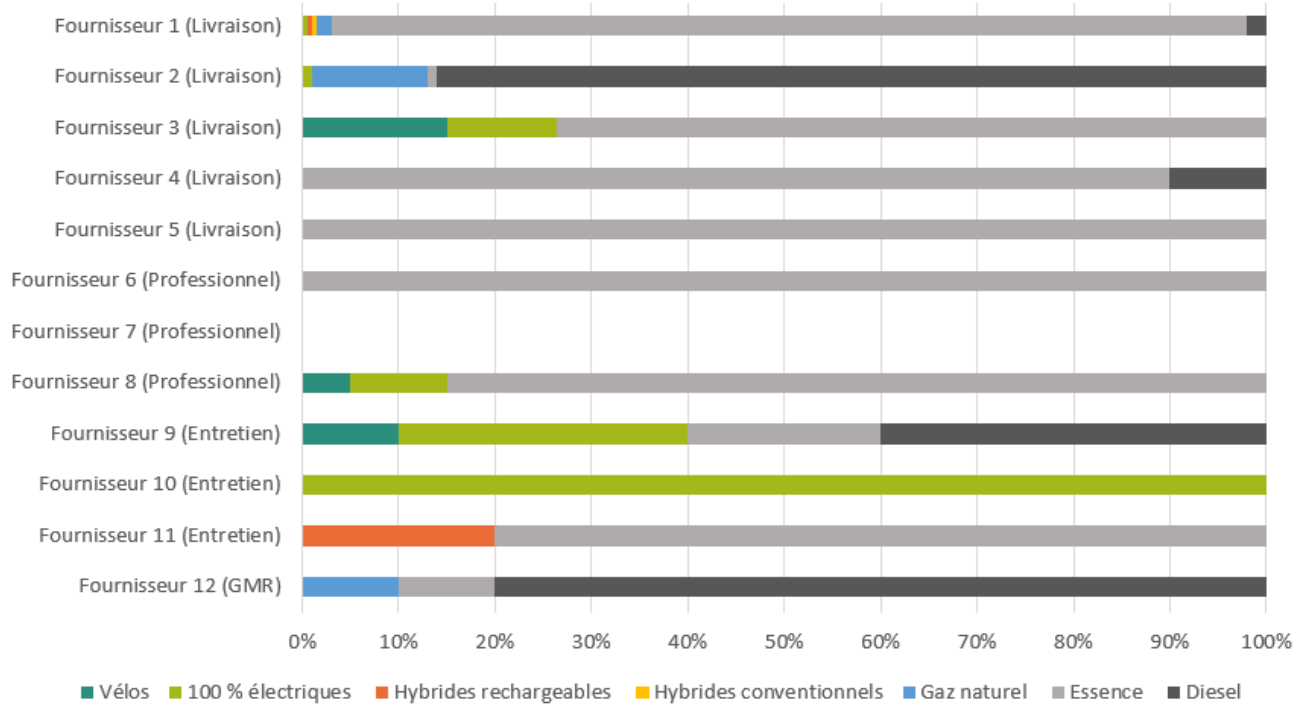
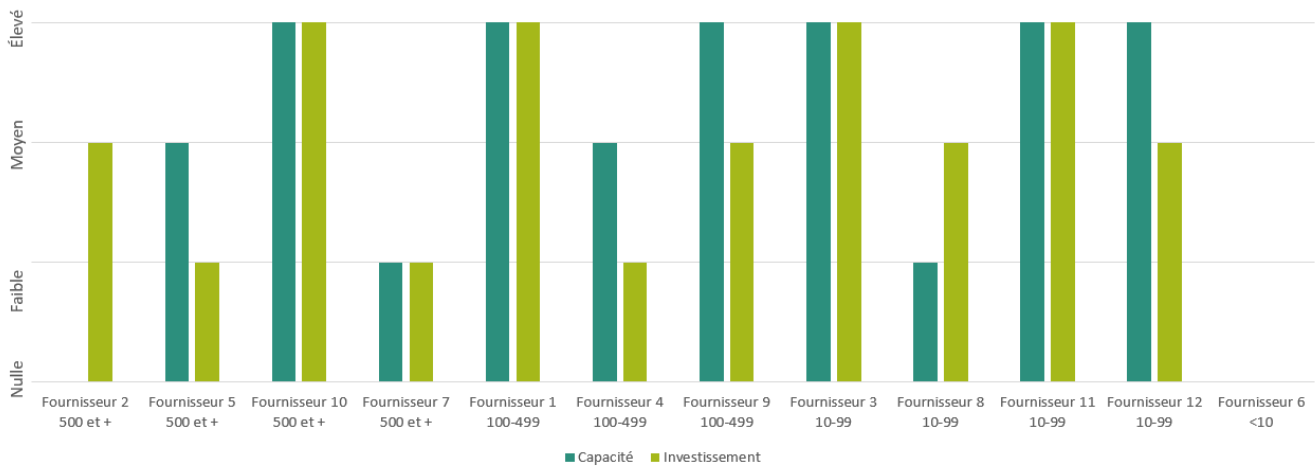


Figure 6.4 Composition du parc de véhicules des fournisseurs (pourcentage)

Les fournisseurs sont ensuite invités à mettre en relation leur capacité à adopter des véhicules 100 % électriques ou hybrides et le niveau d'investissement anticipé pour adopter d'autres mesures diverses de réduction des GES. Comme le démontre la Figure 6.5, six fournisseurs estiment avoir des capacités élevées pour l'adoption de véhicules à énergie propre et prévoient des investissements modérés à élevés pour adopter des mesures de réduction, c'est-à-dire entre 20 000 \$ et 200 000 \$. Les fournisseurs 2 et 6 ne connaissent pas leurs capacités à adopter des véhicules 100 % électriques ou hybrides rechargeables, mais le fournisseur 2 prévoit tout de même de faire des investissements modérés pour adopter des mesures de réduction en général, sans pour autant avoir fixé de budget dans l'immédiat. Finalement, quatre fournisseurs estiment avoir des capacités faibles à modérées pour l'adoption de tels véhicules, et les investissements prévus pour adopter diverses mesures de réduction sont également faibles à moyens, ce qui correspond à des investissements de 2 500 \$ à 50 000 \$.



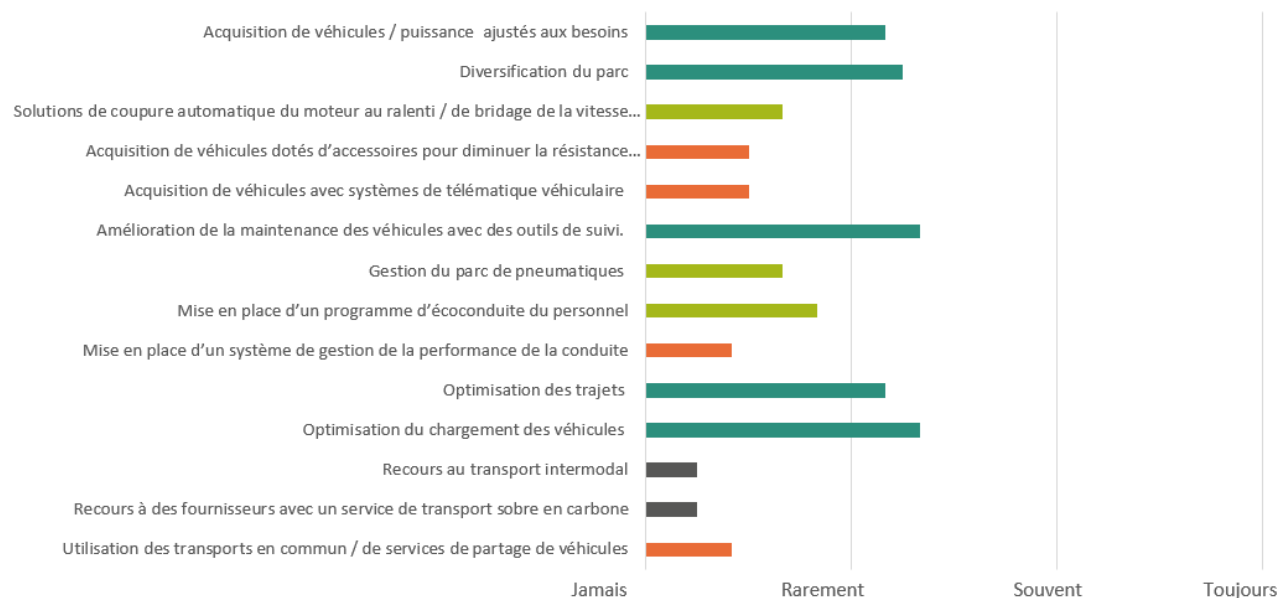
**Figure 6.5 Capacité des fournisseurs d’adopter de véhicules électriques et niveau d’investissement prévu pour l’adoption de mesures de réduction des GES**

Par ailleurs, lorsque questionnés sur les obstacles à l’achat, la location ou la sous-traitance de véhicules 100 % électriques ou hybrides, les fournisseurs ont identifié les éléments présentés au Tableau 6.3.

**Tableau 6.3 Obstacles à l’achat, la location ou la sous-traitance de véhicules 100 % électriques ou hybrides**

Dimension	Obstacles
Économiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Coût d’achat et amortissement (véhicules et infrastructures);</li> <li>– Renouvellement des contrats;</li> <li>– Complexité des programmes de subvention.</li> </ul>
Gouvernance	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Culture d’entreprise (vision à court terme);</li> <li>– Appartenance du parc de véhicules.</li> </ul>
Techniques	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Enjeux d’entretien;</li> <li>– Disponibilité des modèles;</li> <li>– Délais de livraison (véhicules et infrastructures);</li> <li>– Installation, des infrastructure et transformation ou adaptabilité des installations;</li> <li>– Raccordement avec Hydro-Québec.</li> </ul>
Technologiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Performance et fiabilité pendant toutes les saisons (en fonction de la distance à parcourir);</li> <li>– Besoins opérationnels (VTT, 4X4, bennes basculantes, etc.);</li> <li>– Capacité (remorquage, volume de marchandise);</li> <li>– Durabilité.</li> </ul>

En parallèle, les fournisseurs sont aussi questionnés sur les gestes de réduction des émissions de GES liés à leurs déplacements (Figure 6.6) pour la réalisation de leurs différents contrats de service. Les deux gestes ayant la fréquence la plus élevée sont l'optimisation du chargement des véhicules ainsi que l'amélioration de l'entretien des véhicules avec des outils de suivi. Le recours aux transports intermodaux et à des fournisseurs offrant un service de transport sobre en carbone est les deux gestes qui sont le moins posés par les fournisseurs interrogés. Il ressort tout de même de cette question qu'aucun des fournisseurs ne pose souvent ou toujours certains gestes pour réduire ses émissions de GES liés à ses déplacements.



**Figure 6.6 Gestes de réduction des émissions de GES chez les fournisseurs (moyenne de la fréquence)**

La dernière question du sondage permet de connaître les critères demandés par la clientèle en lien avec la réduction des émissions de GES. Dans l'ensemble, les fournisseurs affirment ne pas avoir, ou que très rarement, des demandes spécifiques de la part de leurs clients en matière de réduction des émissions de GES liées à leurs transports. Ces quelques demandes concernent généralement :

- Des véhicules moins polluants, utilisant des énergies propres ou renouvelables;
- Adhésion à un programme de surveillance (p. ex. CDP, ÉcoVadis, Iway);
- Autres critères tels que le type de carburant, la consommation, l'âge du parc, des initiatives vertes, une valeur ajoutée, etc.

Un seul fournisseur mentionne avoir souvent des demandes de la part de sa clientèle et celles-ci concernent les véhicules 100 % électriques ainsi que ses engagements de réduction des émissions de GES.

## 6.2 Enjeux, difficultés et pistes de solutions

Les discussions autour des tables rondes ont été riches, traduisant un intérêt croissant chez les différents acteurs à explorer les alternatives et les pistes de solutions pour réduire les émissions de GES générées par les différents services. Elles ont permis d'identifier plusieurs enjeux et difficultés pour les fournisseurs comme pour les organisations contractantes, en matière d'intégration de clauses de réduction des émissions de GES ainsi que des solutions pertinentes pour les acteurs du milieu. Une synthèse de ceux-ci est présentée au Tableau 6.4.

**Tableau 6.4 Enjeux et solutions identifiés dans les tables rondes**

Q1 - Mesures à mettre en place pour réduire les émissions de GES liées aux déplacements dans le contrat

Enjeux	L2	L3	L4	L5	Solutions	L2	L3	L4	L5
Valeur du critère GES par rapport au prix		X			Modéliser et uniformiser la valeur du critère		X		
Subjectivité dans l'évaluation si non standardisée		X							
Vérification et suivi post-contrat		X			Utiliser la télémétrie pour le suivi		X		
Difficulté et coût additionnel de certaines mesures		X							
Culture des utilisateurs des véhicules		X							
					Compiler l'information de façon unique dans un portail (cote « Verte » comme CDP)		X		

Q2 - Empreinte carbone des véhicules (et de la machinerie) pour le contrat

Enjeux	L2	L3	L4	L5	Solutions	L2	L3	L4	L5
Changement de personnel et des véhicules	X		X		Prévoir une mise à jour périodique du parc	X		X	
Manque de moyens pour tracer chaque livraison ou client	X	X	X		Prévoir un contrôle ponctuel et des clauses de pénalité		X		X
Grandeur de la région desservie pour les petits véhicules électriques	X				Analyser les routes adéquates pour les véhicules électriques				X
Limitations des véhicules électriques	X								
Connaissance du réel besoin des contractants	X				Définir le besoin et l'adapter à l'offre des fournisseurs	X			
Temps d'adaptation des organisations	X			X	Permettre les partenariats	X			
Réticence à fermer le marché	X		X		Accompagner dans la démarche	X			
Difficulté lors du recours à un voiturier sous-traité		X			Demander l'information			X	
Difficulté à connaître le CO <sub>2</sub> des camions sans télémétrie ou autres			X	X	Avoir des indicateurs standards de performance comme la consommation et le kilométrage				X

Traçabilité et suivi d'utilisation des véhicules déclarés			X	X	Demander des rapports trimestriels de performance avec des vérifications et inspections ponctuelles et pénalités			X	
Augmentation des frais d'administration en raison de la complexité des suivis			X						
Difficulté des connaître toutes les machines et se fier aux informations fournies			X		Demander une attestation ou une facture des pièces électrifiées				
Difficulté d'assurer l'octroi des bonifications aux machines contribuant le plus à la réduction			X		Établir une liste comparative « charte » de référence par type de machinerie (p. ex. Chariot au propane ou électrique)			X	
Impossibilité de privilégier tout le parc électrique en raison du budget aux contrats			X		Privilégier la performance générale du parc plutôt que des véhicules pour le service			X	X
Manque de renseignement sur les véhicules électriques				X	Prendre une approche plus large en demandant la performance de l'entreprise			X	
Difficulté d'acheter des véhicules électriques, accessibilité des pièces, financement				X	Assurer une durée des contrats assez longue pour l'investissement				X
Manque d'infrastructures de recharge et de ravitaillement (dans les immeubles ou à proximité)			X	X	Inclure des stations privées fixes ou mobiles pour stimuler l'accès aux bornes				
					Avoir un portail web où inscrire les équipements et le kilométrage pour avoir un calcul équitable			X	
					Mettre de l'avant la collaboration (partenariat et confiance) pour le suivi des clauses			X	
					Instaurer des projets pilotes volontaires pour aller progressivement			X	
					Débuter par des demandes sans impact sur la soumission pour lancer un premier signal aux fournisseurs ou faire un appel d'intérêt pour voir la maturité du marché				X

Q3 - Empreinte des déplacements prévus (avec estimation des émissions)

Enjeux	L2	L3	L4	L5	Solutions	L2	L3	L4	L5
Point de départ et arrivée		X			Bien définir les adresses pour éviter des problèmes		X		
Considération des kilomètres seulement (enjeu local)		X			Demander plutôt les émissions de GES		X		
Véhicules des employées		X							
					Fournir les outils existants pour les calculs		X		
					Utiliser l'appel pour demander l'information de base pour évaluer où est le marché		X		

#### Q4 - Formation en écoconduite et système de gestion de la performance

Enjeux	L2	L3	L4	L5	Solutions	L2	L3	L4	L5
Choix de la bonne formation	X								
Changement de personnel	X			X	Fournir le registre de formation (après attribution du contrat), à la demande				X
Difficulté d'optimiser les services urgents	X								
Demande de données pour vérifier la conduite	X			X	Définir des indicateurs de performance	X			X
Coût des systèmes de suivi	X				Équiper les organisations de systèmes de télémétrie	X			
					Faire un suivi à deux niveaux : entreprise et chauffeurs.euses				X
Assurer l'accessibilité à la formation dans les délais pour la soumission				X	Utiliser un système similaire à ceux des compagnies d'assurance pour évaluer la performance des conducteurs				X
Comparaison des systèmes de suivi et de gestion de la performance entre fournisseurs				X	Demander le registre des consommations de l'année précédant à l'appel d'offres et un engagement de réduction				X
Faible compétition dans plusieurs régions pour les matières résiduelles				X					
					Considérer des critères qualitatifs au début et quantitatifs après				X

### Q5 – Utiliser, ou s’engager à utiliser, un système de télémétrie pour l’optimisation des routes, suivi des déplacements, info de consommation, etc.

Enjeux	L2	L3	L4	L5	Solutions	L2	L3	L4	L5	
Coût des appareils et entretien			X	X	Demander seulement dans les grands contrats			X		
					Les véhicules électriques neufs incluent déjà les systèmes				X	
Coût au donneur d’ordre pour le suivi des données				X						
					Montrer les bénéfices à investir dans telles technologies			X	X	
Difficulté d’assurer qu’il y a une réelle optimisation			X	X	Demander des rapports réguliers pour faciliter le suivi				X	
Difficulté de prouver que l’équipement a été utilisé sur le site				X						
Confidentialité des données				X						
					Faire la collecte de données selon la capacité à les utiliser pour optimiser les déplacements			X		
Difficulté légale à donner des points pour un engagement			X		Inclure des pénalités si, après un temps, les équipements ne sont pas installés			X		
					Utiliser une certification plus globale					X
					Donner des points selon l’ampleur des impacts et les technologies incorporées					

### Q6 – Calcul des émissions de GES du contrat

Enjeux	L2	L3	L4	L5	Solutions	L2	L3	L4	L5
Difficulté d’obtenir les ratios ou valeurs de référence	X			X	Faciliter des données officielles	X	X	X	X
					Être plus sensible aux ratios, tonnes par GES				X
Difficulté d’avoir la parité entre fournisseurs (méthodes différentes)	X			X	Développer un outil commun	X		X	X

Difficulté de calculer la consommation réelle pour un client	X	X	X		Plus facile sur les routes dédiées Accepter une estimation, même si seulement GES par kilomètre	X			
Transparence des données	X				La télémétrie pourrait être une solution		X		
Ressources nécessaires	X	X		X	Cibler les contrats pertinents avec des enjeux de GES élevés	X			
Difficulté de déterminer le coût des émissions de GES	X								
Difficulté du suivi sur le terrain		X							
Alourdissement de la vérification		X			Utiliser une certification avec possibilité de faire la quantification par une tierce partie		X		X
Difficulté de réduire les émissions en considérant cette seule condition				X	Considérer la mesure comme nécessaire pour l'avancement et l'atteinte d'objectifs				X
Difficulté de s'engager dans une clause qui demande de réduire les émissions de GES			X		Garder une constance dans la demande du critère Augmenter la pondération avec le temps		X		
					Ajouter un livrable à la fin du mandat avec les données Demander des efforts de réduction (dans le même contrat par rapport au précédent)		X		X

## 6.3 Conclusion

Les tables rondes ont permis d'identifier une variété de difficultés quant à l'intégration de clauses de réduction des émissions de GES, qui convergent toutefois vers des enjeux plus généraux d'ordre :

- Technologiques (évolution des véhicules et infrastructures, moyens de traçabilité, collecte de données, etc.);
- Économiques (coûts, concurrence du marché);
- Logistiques (fréquence de livraison, distance à parcourir, région à desservir, utilisation d'outils de traçabilité, etc.)

Les difficultés et enjeux qui sont ressortis de ces discussions entre parties prenantes concernent également :

- La capacité et l'aptitude des organisations (accessibilité aux données; ressources financières, courbe d'apprentissage du personnel, capacité d'adaptation, etc.);
- Les obligations réglementaires (standards et certifications);
- Les milieux physiques (région desservie, grandeur du territoire, limites spatiales de la sobriété carbone).

En revanche, le dynamisme des personnes participantes ainsi que la diversité de leurs compétences ont permis d'explorer plusieurs types d'alternatives et de pistes de solutions pour réduire les émissions de GES générées par leurs contrats. Bien que toutes les suggestions apportées soient pertinentes, certaines sont fortement à considérer, en raison des gains environnementaux qu'elles pourraient engendrer et de leur réponse directe à certains des enjeux susmentionnés :

- Solutions orientées vers les technologies, telles que la prévision d'une mise à jour périodique du parc et privilégiation de la performance générale du parc plutôt que celles des véhicules dédiés au contrat;
- Solutions orientées vers la logistique des transports, telle que l'utilisation de la télémétrie, l'analyse des routes en fonction de certains types de véhicules, la permission de partenariats dans la soumission d'offres et la fourniture de registres de formation en écoconduite;
- Solutions orientées vers les types de critères à intégrer, telles que les certifications, les contrôles ponctuels et les clauses de pénalités, la définition des besoins et leur adaptation à l'offre des fournisseurs, les rapports trimestriels, les « indicateurs de performance, et autres critères qualitatifs et quantitatifs;
- Solutions orientées sur les stratégies d'intégrations des critères, telles que la modélisation et l'uniformisation de la valeur des critères, la pertinence de débiter par des demandes sans impacts, ainsi que l'augmentation de la pondération avec le temps ou encore l'octroi de points selon l'ampleur des impacts et des technologies incorporées;

Solutions orientées vers le suivi des émissions de GES, telles que l'utilisation d'indicateurs standards de performance (consommation et kilométrage), la création d'un portail web rendre les calculs équitables ou la fourniture d'outils pour effectuer les calculs (existants ou nouveaux), la demande d'un registre des consommations de l'année précédente couplée d'un engagement formel de réduction, ainsi que la demande de certifications en lien avec les GES.

## 7 Recommandations : approvisionnement sobre en carbone en lien avec le transport

Le projet « Stimuler le transport sobre en carbone par l'achat responsable » vise à mobiliser le pouvoir d'achat des organisations publiques et privées de façon à valoriser l'offre existante de transport sobre en carbone et encourager le reste des fournisseurs à adopter également des solutions à faibles émissions de GES. Pour y arriver, l'ECPAR a co-construit un état des connaissances sur le transport sobre en carbone par le biais d'une revue de littérature, d'une analyse des pratiques d'approvisionnement et de la mise en place de laboratoires d'accélération. L'information ainsi obtenue permet maintenant de formuler des recommandations d'approvisionnement sobre en carbone qui ciblent les mesures entraînant une plus grande réduction des GES; valorisent les organisations ayant déjà une offre de transport sobre en carbone; et encouragent les autres fournisseurs à adopter de telles solutions pour rester compétitives. Les recommandations présentées dans ce chapitre sont divisées en deux catégories : les achats directs de véhicules et les services reliés au parc de véhicules ainsi que les contrats de service ayant une proportion importante de transport routier.

### 7.1 Achats directs et services reliés au parc de véhicules

En gardant en tête, les technologies et solutions identifiées lors de la revue de littérature (chapitres quatre et cinq), des études de cas (chapitre six) ainsi que des laboratoires d'accélération (chapitre sept), les recommandations pour les achats directs et les services reliés au parc de véhicules sont en lien avec la redéfinition des besoins de l'organisation et la façon dont elle y répond ainsi que l'introduction progressive de technologies sobres en carbone.

#### Repenser le besoin et la façon d'y répondre

- **Repenser les activités professionnelles de façon à réduire les besoins de déplacements.** Par exemple, en regroupant certains services par zone géographique pour favoriser les circuits courts entre différents points de services, en regroupant certaines activités dans la même journée, en réduisant le nombre de visites présentielle, etc.
- **Faire la promotion des mesures de mobilité active, collective ou partagée** pour les déplacements du personnel entre leurs installations ou pour les déplacements de courte distance. Par exemple, achat de vélos conventionnels ou électriques, installation de stationnements sécuritaires, etc.

#### Introduire progressivement des technologies sobres en carbone

- **Établir un plan de remplacement et de diversification du parc de véhicules de l'organisation :**
  - Prioriser les véhicules électriques ou hybrides, en fonction des besoins spécifiques de l'organisation en matière d'autonomie, de distance parcourue, etc.;
  - Envisager les solutions de transition pour les véhicules lourds, comme le gaz naturel;

- Opter pour l'augmentation de la proportion de biocarburants dans le diesel ou l'essence pour les véhicules conventionnels, si l'organisation achète elle-même ses carburants;
- Envisager la mise en place de projet pilotes pour les solutions à hydrogène, surtout pour les véhicules lourds, car c'est une technologie encore trop émergente pour leur application immédiate.
- Choisir le **type de véhicules en fonction des besoins réels et réguliers de l'organisation**, pour ne pas surdimensionner le parc : par exemple, ajuster la puissance et le pont aux besoins de transport et privilégier une basse cote de consommation pour les véhicules légers et les autobus (pour lesquels des standards de mesure de la consommation existent).
- Choisir **des équipements auxiliaires** qui peuvent contribuer à réduire la consommation de carburant et les émissions de GES des véhicules au moment de l'utilisation.
- Mettre en place une **formation à l'écoconduite** du personnel ainsi que des systèmes de suivi et d'amélioration continue de la performance des conducteurs.trices régulières des véhicules. Par exemple, dans les services avec son propre personnel (GMR, déneigement, transport collectif, etc.)
- Mettre en place des **programmes d'entretien et de suivi internes**, ou introduire ce critère dans les contrats si l'entretien est déjà en sous-traitance ou pour les contrats de location à long terme de véhicules.
- À défaut d'être certain de l'offre disponible et de sa compétitivité économique, **débuter par des appels d'intérêts** afin de lancer un premier signal aux fournisseurs et connaître la réponse du marché.

## 7.2 Contrats de service avec une portion importante de transport routier

Toujours, en gardant en tête les technologies et solutions identifiées lors de la revue de littérature (chapitres quatre et cinq), des études de cas (chapitre six) ainsi que des laboratoires d'accélération (chapitre sept), les recommandations pour les contrats de service concernent les trois grandes actions suivantes : repenser le besoin et la façon d'y répondre; introduire progressivement des critères de transport sobre en carbone; et aider à la mesure des émissions de GES du transport générées dans les contrats.

### Repenser le besoin et la façon d'y répondre

- **Repenser les activités professionnelles et organiser les contrats ou exigences d'exécution de façon à réduire les besoins de déplacements.** Par exemple, en regroupant certains services par zone géographique pour favoriser les circuits courts entre différents points de services, en regroupant certaines activités dans la même journée, en réduisant le nombre de visites présentes, etc.
- Réduire le transport par des **options télématiques ou promotions de la mobilité active**, collective ou partagée (p. ex. pour les services professionnels, services d'entretien ménager, etc.).
- **Rationaliser les demandes en amont** par une meilleure planification interne et la mise en place de mesures permettant de minimiser et de contrôler les services urgents (fixation d'objectifs, suivi des commandes, procédures internes, etc.). Établir des routes dédiées ou systèmes de distribution centralisés, au besoin.

- **Prévoir différents lots en fonction des besoins de livraison et du territoire à couvrir**, pour avoir recours à des services décarbonés (ou zéro émission) dans les régions et autres zones qui le permettent.
- **Accepter les consortiums de fournisseurs dans les appels d'offres**, d'autant plus s'il n'y a pas de lotissements effectués, afin de compter sur des services sobres en carbone dans certaines activités.
- **Optimiser les routes et services par une meilleure planification des trajets**, qui permet de définir lesquels sont les mieux adaptés à différents modes de transport sobres en carbone et de valider la demande de certains véhicules électriques. Promouvoir l'optimisation des trajets avec des plans de transport réduisent la fréquence des déplacements, leur kilométrage ou le nombre de déplacements inefficaces (p. ex. à vide). Cela peut venir de l'organisation contractante ou par le fournisseur. Différentes formes et solutions contribuent à l'optimisation des trajets en fonction du type de service : optimisation du chargement, des commandes, des trajets ou des heures d'exécution du contrat.
- Pour les déplacements sur des longues distances (transport de marchandises, déménagement ou relocalisation de personnel, etc.), **valoriser les solutions intermodales ou multimodales**.

### Introduire progressivement des critères de transport sobre en carbone

- **Cibler les contrats pertinents**, c'est-à-dire ceux qui impliquent de nombreux déplacements, et garder une constance dans l'introduction des clauses pour laisser du temps aux organisations fournisseuses de s'adapter.
- À défaut d'être certain de l'offre disponible et de sa compétitivité économique, **débuter par des appels d'intérêts ou par des demandes n'ayant pas d'impact sur la soumission** afin de lancer un premier signal aux fournisseurs et connaître la réponse du marché. Il est également pertinent d'envisager une introduction de critères sur une base volontaire (à l'instar de projets pilotes) ainsi que leur transformation progressive en critères d'adjudication ou de marge préférentielle, puis en critères obligatoires, au fur et à mesure que le marché dans chacun des territoires à desservir est connu.
- **Accorder aux critères d'adjudication un pointage adéquat** à l'offre financière et par rapport aux autres critères de pondération, afin de favoriser leur proportionnalité et générer un effet de traction dans le but de faire évoluer graduellement la valeur du pointage.
- **Utiliser une grille d'évaluation des offres claire et objective**, pouvant inclure une variété de critères basés sur la capacité à répondre des soumissionnaires. Ces critères pourraient prendre en compte :
  - *L'empreinte carbone du parc de véhicules et de la machinerie des soumissionnaires* (en propriété de l'organisation, du personnel contracté et des organisations sous-traitées). Cette empreinte peut concerner tout le parc ou seulement la portion qui sera dédiée au contrat. Elle peut également considérer la proportion des véhicules sobres en carbone plutôt que leur nombre ou encore la consommation par kilomètre de l'année précédant le contrat. Dans ce dernier cas, il est utile de prévoir un engagement de maintenir ou de réduire les émissions et de prévoir des pénalités si l'engagement n'est pas maintenu. Dans tous les cas, il faut expliciter l'information à fournir pour comparer les offres équitablement.
  - *Les composantes et leur empreinte carbone* (nacelles, etc.). Dans ce cas, il faut demander aussi des preuves d'achat ou d'adaptation des véhicules.
  - *L'équipement des véhicules avec des composants auxiliaires* qui contribuent à réduire la consommation de carburant des véhicules.
  - *Les systèmes de télémétrie et les mécanismes d'optimisation du service*, spécialement dans les grands contrats avec de nombreux déplacements sur de grandes distances. Il est important d'associer ce critère à

l'exploitation des données, à des objectifs d'amélioration pendant le contrat et à la fourniture de rapports réguliers, afin de réellement garantir une amélioration de la performance.

- *Les mesures environnementales implantées au sein des organisations*, en priorisant celles qui rendent compte de leur engagement et de leur performance par le biais d'une certification en lien avec les émissions de GES (consulter des exemples de certification à l'annexe 1). L'utilisation d'une telle certification décharge les donneurs d'ordres des activités de suivi tout en garantissant la régularité des audits et des efforts de l'organisation qui fournit le service.
  - *La formation continue en écoconduite du personnel* (pré et postsoumission) ainsi que les systèmes en place pour le suivi et l'amélioration continue de la performance des conducteurs.trices. Dans ce critère, il faut bien définir la formation et évaluer les systèmes et mécanismes d'amélioration de la performance, car la formation en elle-même ne garantit pas l'optimisation des déplacements et de la performance.
  - *Les objectifs et mesures de réduction des GES du contrat* que le fournisseur mettra en place pour l'exécution du contrat. Ce type de clause est plus ouverte et permet aux soumissionnaires de proposer les mesures plus adéquates pour réduire les GES du service. Cependant l'évaluation peut devenir plus complexe et les mécanismes de suivi plus primordial.
- **Exiger, si le marché est prêt, qu'un certain pourcentage du parc de véhicules soit zéro émission** (vélos ou véhicules 100 % électriques) ou un quota de livraisons décarbonées pour les livraisons du dernier kilomètre, si c'est un territoire qui le permet.
  - **Mettre de l'avant la collaboration**, puisque l'aspect de partenariat et de confiance est la meilleure façon de s'assurer le respect des clauses.
  - **Prévoir des mesures ponctuelles de suivi** pour vérifier la déclaration fournie par les soumissionnaires ainsi que des pénalités en cas de non-conformité.
  - **Établir des indicateurs de suivi et d'objectifs d'amélioration continue**, dans la mesure du possible, avec des mécanismes de bonification ou pénalité si pertinents.

### Aider à la mesure des émissions de GES du transport générées dans les contrats

- **Introduire une clause dans les contrats de service afin de connaître les émissions de GES** générées dans leur exécution. L'introduire d'abord comme un critère d'adjudication, car ce n'est pas toutes les organisations qui ont de l'expérience, l'expertise et les procédures mises en place pour y répondre. Ensuite, cela peut devenir une condition obligatoire, dans les contrats pertinents, pour stimuler le marché.
- **Travailler avec les organisations adjudicatrices pour définir l'approche à suivre**, l'outil et les facteurs de conversion à utiliser, ainsi que les données de base à obtenir pour fournir des devis raisonnables. S'il y a de la machinerie, cet exercice peut être facilité par l'établissement d'une liste comparative (c'est-à-dire une « charte de référence ») par type de machinerie (p. ex. chariot élévateur au propane vs électrique). Voir l'annexe 2 pour plus de pistes sur différentes approches possibles.
- Exiger que l'entreprise adjudicatrice **fournisse avec une certaine régularité un rapport** avec le calcul des émissions de GES générées et autres informations pour le suivi du contrat. Les rapports de suivi et, dans les contrats pluriannuels, peuvent être liés à des objectifs de réduction des émissions de GES, avec des bonifications ou pénalisations en fonction de l'atteinte des objectifs fixés entre l'organisation contractante et l'entreprise adjudicatrice, si ainsi a été défini dans l'appel d'offres. Le rapport peut inclure :

- Le registre des consommations d'énergie ainsi que le kilométrage parcouru (dans le cas des contrats pluriannuels, fournir les données pour l'année précédente à l'appel d'offres peut aider à déterminer les paramètres d'une année de référence);
  - Les émissions de GES totales et, quand approprié, par ratio d'efficacité, p. ex. tonnes transportées/GES émis par le fournisseur;
  - Les émissions sauvées grâce à certaines mesures mises en place pour les réduire (vidéoconférences, utilisation du transport en commun, concentration des rencontres, etc.);
  - Le registre de formation à l'écoconduite;
  - La liste à jour des véhicules utilisés dans l'exécution du contrat.
- **Faciliter la reddition de compte en mettant en place des outils et des approches** à suivre telles que :
    - Un portail web où inscrire les équipements et le kilométrage parcouru;
    - Une tenue de registre des véhicules utilisés durant le contrat;
    - La rédaction d'un rapport trimestriel de performance de véhicules (pour les contrats de longue durée), incluant le type de carburant, le kilométrage, les émissions de CO<sub>2</sub>, et autres éléments préalablement définis au contrat.

## 8 Initiatives et programmes de soutien au transport sobre en carbone

S'engager dans la décarbonisation des transports nécessite un engagement ferme des gouvernements qui généralement se traduit par des investissements massifs sous la forme de financement de la R&D, de partenariats public-privé, d'aide aux organisations pour le développement de nouvelles technologies et d'incitatifs à l'achat de véhicules zéro émission. En effet, les subventions, programmes et autres initiatives sont à même de jouer un rôle important dans le déclenchement d'un effet de contagion (Demers et Roy, 2019; Martinek, 2021). Bien que non exhaustif, le Tableau 8.1 présente les initiatives et programmes québécois et canadien visant à soutenir le développement du transport faible en carbone.

Tableau 8.1 Initiatives et programmes pour soutenir le transport faible en carbone

LÉGENDE		V	SR	A&I	F	R&D
		Véhicules	Stations de Recharge	Analyse & implantation de projet	Formation	Recherche & développement
Initiatives	Description	Type de projet		Statut	Gestionnaire du programme	
<b>SUBVENTIONS</b>						
<a href="#">Dédution pour amortissement (DPA)</a>	Dédution pour les véhicules zéro émission achetés après le 18 mars 2019 et qui deviennent prêts à être mis en service avant 2028.				Retraits graduel janvier 2024 Fin prévue janvier 2028	Gouvernement du Canada
<a href="#">Incitatifs pour l'achat et la location de véhicule zéro émission</a>	Incitatif au point de vente aux consommateurs qui achètent ou louent un véhicule zéro émission admissible. – Volet 1 : 5 000 \$ pour les véhicules électriques à batterie, à pile à hydrogène et hybrides électriques rechargeables (15 kWh et +) – Volet 2 : 2 500 \$ pour les véhicules hybrides électriques rechargeables (- 15 kWh)	V			10 incitatifs/année civile Fin prévue janvier 2024	Gouvernement du Canada
<a href="#">Roulez vert</a>	Incitatifs pour l'acquisition de véhicules électriques, ainsi que l'acquisition et l'installation de bornes de recharge. – Volet 1 : Rabais pour véhicule neuf (jusqu'à 8 000 \$) – Volet 2 : Remboursement pour une borne au travail – Volet 3 : Rabais pour véhicule d'occasion (jusqu'à 4 000 \$)	V	SR		Subventions	Fin prévue mars 2022
<a href="#">Gaz naturel pour véhicules (GNV)</a>	Favoriser le déploiement d'infrastructures de ravitaillement et l'adoption du gaz naturel comme carburant dans le secteur du transport en remplacement du diesel. – Volet 1 : Subvention pour station de ravitaillement GNC		SR		En cours	Énergir

Initiatives	Description	Type de projet	Statut	Gestionnaire du programme
<a href="#">Programme d'infrastructure pour les véhicules à zéro émission</a>	Financement des infrastructures de recharge pour les véhicules électriques et les infrastructures de ravitaillement en hydrogène.	SR	Fin vers 2024//Prochaines demandes de propositions mars, juillet et novembre 2022	Gouvernement du Canada
<a href="#">Ligue des communautés canadiennes sobres en carbone (LC3)</a>	LC3 proposera notamment des solutions en matière de transport, d'octroi de subventions et de programmes pilotes. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Volet 1 : Incubation de programmes novateurs</li> <li>- Volet 2 : Mobilisation de capitaux</li> <li>- Volet 3 : Concertation, recherche, promotion</li> </ul>	V SR A&I	En cours	Partenariat entre 7 grandes régions urbaines et la Fédération canadienne des municipalités. Pour la communauté de métropolitaine de Montréal, le centre LC3 est Le fonds climat du Grand Montréal.
<a href="#">Fond écoléader</a>	Soutien aux organisations et cohortes d'organisations visant à mettre en place des pratiques d'affaires écoresponsables ou se préparer à l'acquisition de technologies propres.	V SR A&I	Fin prévue décembre 2022	Gouvernement du Québec
<a href="#">Écoperformance</a>	Programme de réduction des GES et de la consommation de combustibles fossiles. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Volet 1 : Analyse</li> <li>- Volet 2 : Implantation</li> </ul>	A&I	Critères d'admissibilités élargis en janvier 2021	Transition Énergétique Québec
<a href="#">Innovation efficace</a>	Subventions pour soutenir l'innovation énergétique : identification et émergence d'innovations ayant un potentiel de marché et des économies d'énergie prometteurs, permettant une utilisation plus efficace du gaz naturel.	A&I	En cours	Énergir
<a href="#">Programme d'aide aux immobilisations en transport en commun</a>	Soutenir les autorités organisatrices de transport dans la réalisation de leurs projets d'immobilisations nécessaires à l'organisation et à l'exploitation des services de transport en commun.	A&I	Appel de projet en cours - fin des admissions janvier 2022 Fin prévue 2024	Transport Québec

Initiatives	Description	Type de projet	Statut	Gestionnaire du programme
<a href="#">Fond pour le transport en commun zéro émission</a>	Contributions pour appuyer les projets de planification et les projets d'immobilisations qui réduiront les obstacles à l'acquisition d'autobus scolaires et de transport en commun à zéro émission au Canada. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Volet 1 : Contribution aux projets de planification et de conception</li> <li>- Volet 2 : Contribution aux projets d'immobilisations</li> </ul>	A&I	Demandes acceptées sur une base continue	Gouvernement du Canada
<a href="#">Centre d'innovation en logistique et chaîne d'approvisionnement durable (CILCAD)</a>	Aide aux organisations dans l'acquisition de nouvelles pratiques logistiques. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Axe 1 : Recherche appliquée, liaison et transfert de connaissance</li> <li>- Axe 2 : Études exploratoires d'innovation logistique</li> <li>- Axe 3 : Projets de démonstration d'innovation logistique</li> </ul>	A&I R&D	En cours	Transition Énergétique Québec et Université Laval
<a href="#">Innov-R</a>	Offre l'accès à des subventions pour des projets de R-D portant sur le développement de nouvelles technologies associées à l'électrification des transports, les systèmes de transport intelligent, les procédés d'allègement des véhicules, la production d'électricité.	R&D	Prochain appel à projets à déterminer	Innov-R
<a href="#">Transportez vert</a>	Aide à la mise en place de mesures qui réduisent la consommation de carburant des véhicules. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Volet 1 : Accompagnement pour la gestion de l'énergie</li> <li>- Volet 2 : Borne de recharge rapide en courant continu</li> <li>- Volet 3 : Formation à l'écoconduite</li> <li>- Volet 4 : Acquisition de technologies</li> <li>- Volet 5 : Projet d'envergure</li> </ul>	V SR A&I F	Renouvelé en janvier 2021, jusqu'à épuisement des fonds	Transition Énergétique Québec
<a href="#">Fond municipal vert</a>	Contribue à améliorer l'accessibilité, l'efficacité, la sécurité et l'utilité des transports actifs et à faibles émissions. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Volet 1 : Financement</li> <li>- Volet 2 : Formation</li> </ul>	V SR A&I F	Fin prévue variable selon le type de contribution	Fédération canadienne des municipalités (FCM)

Initiatives	Description	Type de projet	Statut	Gestionnaire du programme
<b>FINANCEMENT</b>				
<a href="#">Initiative d'autobus à zéro émission</a>	Financement sous forme de prêts directs, permettant de couvrir les coûts d'achat initiaux des autobus à zéro émission et des infrastructures de recharge. Remboursement à partir des économies opérationnelles réalisées.	V SR	Programme prévu de 5 ans	Banque de l'Infrastructure du Canada (BIC)
<a href="#">Compétivert</a>	<p>Incitation aux organisations à adopter des technologies propres et des pratiques écoresponsables pour devenir plus compétitives tout en réduisant leur empreinte environnementale.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Volet 1 : Solution de financement</li> <li>- Volet 2 : Solution d'appariement d'investissement</li> </ul>	V SR A&I	En cours	Investissement Québec
<a href="#">Programme des énergies renouvelables intelligentes et de trajectoires d'électrification</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Offre un accès direct à des ressources financières pour appuyer des projets d'énergies renouvelables intelligentes et de modernisation du réseau durant leur étape de construction.</li> </ul> <p>Volet 1 : énergies renouvelables établies Volet 2 : technologies émergentes Volet 3 : modernisation du réseau (services publics et exploitants du système) Volet 4 : projets liés au dialogue stratégique</p>	V A&I	Demandes en continu, période prévue de 4 ans	Gouvernement du Canada
<a href="#">Division des technologies propres du Banque de développement du Canada (BDC)</a>	Financement sous forme de capitaux propres et de prêts commerciaux pour les organisations de technologies propres à potentiel élevé dont la technologie ou les produits sont immédiatement commercialisables et qui ont démontré leur potentiel d'expansion.	A&I	En cours	BDC

Initiatives	Description	Type de projet	Statut	Gestionnaire du programme
<b>AUTRES</b>				
<a href="#">Programme conducteur averti</a>	Propose une formation gratuite et pratique pour permettre aux parcs commerciaux et institutionnels au Canada de réduire leur consommation de carburant, leurs coûts d'exploitation et les émissions nocives de leurs véhicules.	F	En cours	Gouvernement du Canada
<a href="#">SmartWay Technology Program</a>	Fournis une gamme d'outils pour suivre, calculer et comparer les émissions de gaz à effet de serre dans l'industrie du transport. Aide à la prise de décision stratégique. Aide les expéditeurs à identifier les transporteurs avec qui collaborer.	A&I	Demandes en continu	Ressources naturelles Canada
<a href="#">Carrefour de la croissance propre</a>	Service gratuit d'aide à trouver des programmes et des services fédéraux qui feront progresser les projets de technologies propres.	V SR A&I F R&D	Demandes en continu	Gouvernement du Canada
<a href="#">Appel à recycler</a>	Service de gestion de la fin de vie des piles et des batteries, notamment par un service de collecte, de transport et de recyclage sécuritaires.	V R&D	Demandes en continu	Appel à recycler

## 9 Conclusion

Au Québec, le secteur d'activité qui concentre le plus d'émissions GES est celui des transports, ce qui fait de la transition vers un transport en carbone une solution intrinsèque à la réduction des émissions de GES au Québec. De plus, l'importance des émissions de GES sur les chaînes d'approvisionnement, par rapport à celles provenant des opérations directes des organisations, fait de l'approvisionnement responsable un outil stratégique pour contribuer à cette transition. Dans ce contexte, le projet « Stimuler le transport sobre en carbone par l'achat responsable » vise à mobiliser le pouvoir d'achat des organisations publiques et privées de façon à valoriser l'offre existante de transport sobre en carbone et encourager le reste des fournisseurs à adopter également des solutions à faibles émissions de GES. Pour y arriver, l'ECPAR a co-construit un état des connaissances par le biais d'une revue de littérature, d'une analyse des pratiques d'approvisionnement et de la mise en place des laboratoires d'accélération.

La revue de littérature a permis d'identifier les technologies et les solutions sobres en carbone pour les parcs de véhicules ainsi que la logistique des transports. Concernant les parcs de véhicules, les mesures de réductions doivent miser sur la complémentarité d'une variété de technologie. En effet, l'électrification du parc automobile est l'une des voies de réduction des émissions de GES qu'a choisi le Québec. Par conséquent, il existe sur le marché des modèles de véhicules entièrement électriques, hybrides rechargeables et hybrides conventionnels qui sont appropriés à diverses situations de transport. En revanche, dans l'optique où le choix s'arrête tout de même sur un véhicule à essence, la cote de consommation et le type de carburant sont alors des éléments importants à considérer. Au Québec, le gaz naturel joue un rôle marginal dans le secteur des transports, mais le biodiesel et le bioéthanol sont les biocarburants les plus connus pour leur présence, à diverses teneurs, dans l'essence et le diesel. L'utilisation de divers équipements et technologies pour augmenter l'efficacité énergétique des véhicules, l'amélioration des activités d'entretien ainsi que la mise en place d'un programme d'écoconduite sont aussi des contributions non négligeables à la réduction des émissions de GES du parc de véhicules. Puis, concernant les véhicules à pile à hydrogène, le faible déploiement de cette technologie en sol québécois n'en fait pas une solution à court terme.

Concernant la logistique des transports, la revue de littérature a fait ressortir l'existence d'un consensus croissant sur la nécessité d'élaborer des politiques qui favorisent l'utilisation de modes de transport plus durables. En s'inspirant de l'approche « éviter, remplacer, améliorer », les nouvelles stratégies implantées requièrent d'abord une évaluation judicieuse des besoins de l'organisation. Cette réflexion peut amener à l'adoption de nouveaux comportements en lien avec les avancées technologiques et la mobilité durable. Pour le transport de marchandises, la coordination du transport maritime, du fret ferroviaire et du transport routier permet d'atteindre non seulement un certain équilibre entre les contraintes et les avantages de chacun, mais également des réductions non négligeables des émissions de GES. L'inter et la multimodalité permettent de maximiser le nombre de trajets, de réduire les temps de transport et de faciliter les transferts. Son succès repose sur le développement d'un système de transport performant et intégré, sur l'organisation et l'articulation de l'offre de transport ainsi que sur la qualité des partenariats. L'analyse du transport routier dans son organisation permet de rehausser les pratiques de gestion qui les encadrent : charge de transport, consolidation des commandes, optimisation des trajets, livraison en dehors des heures de pointe, etc.

L'analyse des pratiques d'approvisionnement a permis d'observer les bonnes pratiques mises de l'avant par 14 organisations québécoises et européennes. De façon générale, il est possible de constater que l'élaboration de nouvelles pratiques d'approvisionnement soutient plus largement des stratégies d'électrification et d'approvisionnement responsable. La faisabilité technique ainsi que l'acceptabilité au sein du personnel de l'organisation sont des mesures préparatoires couramment utilisées. En ce qui concerne le parc de véhicules, le choix d'un mode de propulsion sobre en carbone constitue non seulement le critère le plus courant, mais celui-ci est le plus souvent un critère obligatoire. Du côté de la logistique des transports, la majorité des critères sont des critères d'adjudication. De plus, dans le cadre de ces études de cas, certaines des conditions prennent en compte des considérations en lien avec l'entretien des véhicules, la conformité aux exigences du contrat, les alternatives possibles en cas de bris ou de délais d'acquisition ainsi que le type et la fréquence des rapports requis. Les principaux apprentissages de ces organisations concernent l'utilisation de véhicules sobres en carbone ainsi que les contrats de service.

La mise en place des laboratoires d'accélération a servi à explorer certains critères et solutions identifiés dans la revue de littérature et l'analyse des pratiques d'approvisionnement, afin de comprendre les enjeux et difficultés rencontrés par les fournisseurs et les organisations contractantes. Les tables rondes ont permis d'identifier une variété de difficultés quant à l'intégration de clauses de réduction des émissions de GES, qui convergent toutefois vers des enjeux plus généraux d'ordre technologique, économique et logistique. Les difficultés et enjeux qui sont ressortis de ces discussions entre parties prenantes concernent également la capacité et l'aptitude des organisations, les obligations réglementaires ainsi que les milieux physiques. En revanche, le dynamisme des personnes participantes ainsi que la diversité de leurs compétences ont permis d'explorer plusieurs types d'alternatives et de pistes de solutions pour réduire les émissions de GES générées par leurs contrats. Bien que toutes les suggestions apportées soient pertinentes, les solutions orientées vers les technologies, la logistique des transports, la mise en place des critères en général ainsi que le suivi des émissions de GES sont fortement à considérer, en raison des gains environnementaux qu'elles pourraient engendrer et de leur réponse directe à certains des enjeux identifiés.

L'information ainsi obtenue a dirigé la formulation de recommandations pour un approvisionnement sobre en carbone qui ciblent les mesures entraînant une plus grande réduction des GES; valorisent les organisations ayant déjà une offre de transport sobre en carbone; et encouragent les autres fournisseurs à adopter de telles solutions pour rester compétitives. Dans un premier temps, les recommandations pour les achats directs et services reliés au parc de véhicules sont en lien avec la redéfinition des besoins de l'organisation et la façon dont elle y répond ainsi que l'introduction progressive de technologies sobres en carbone. Dans un deuxième temps, les recommandations pour les contrats de service ayant une portion importante de transport routier concernent les trois grandes actions suivantes : repenser le besoin et la façon d'y répondre; introduire progressivement des critères de transport sobre en carbone; et aider à la mesure des émissions de GES du transport générées dans les contrats. Par ces recommandations, l'ECPAR, en collaboration avec les partenaires du projet, contribue de façon coordonnée à l'atteinte des objectifs de lutte contre les changements climatiques du Québec et des organisations.

## Références

- ADEME. (2010). *Analyses de cycle de vie appliquées aux biocarburants de première génération consommés en France: rapport final*.
- ADEME. (2012). *Objectifs CO2: Les transporteurs s'engagent* (Fiches actions).  
[https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/20140414\\_ObjectifCO2-FichesActions.pdf](https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/20140414_ObjectifCO2-FichesActions.pdf)
- ADEME. (2020, 5 octobre). Les bons plans pour moins consommer de carburant. ADEME.  
<https://agirpourlatransition.ademe.fr/particuliers/bureau/deplacements/bons-plans-moins-consommer-carburant>
- ADEME et Bodineau, L. (2020). *Analyse du cycle de vie relative à l'hydrogène: production d'hydrogène et usage en mobilité légère*.
- Aloui, A., Derrouiche, R., Hamani, N. et Delahoche, L. (2020). Collaboration horizontale durable des réseaux de transport de marchandises: état de l'art et perspectives.
- Amiel, M., Chevallier, F., Laliberté, M. et Trépanier, N. (2013, 21 septembre). Les enjeux intermodaux dans le transport des marchandises: accroître la compétitivité et augmenter les échanges et augmenter les échanges commerciaux dans le Saint-Laurent. *Association québécoise des transports*.  
<https://aqtr.com/association/actualites/enjeux-intermodaux-transport-marchandises-accroitre-competitivite-augmenter-echane-augmenter>
- AQPER. (2018). *Le pouvoir des énergies renouvelables*.  
[https://aqper.com/images/files/publications/2018.08\\_AQPER\\_LePouvoirDesEnergiesRenouvelables.pdf](https://aqper.com/images/files/publications/2018.08_AQPER_LePouvoirDesEnergiesRenouvelables.pdf)
- AQPER. (s. d.). *Le biocarburant*. <https://aqper.com/fr/le-biocarburant>
- Association québécoise des transports. (2013, 21 septembre). Intermodalité: efficacité en transports.  
<https://aqtr.com/association/actualites/intermodalite-lefficiency-transport>
- Autorité régionale de transport métropolitain. (2021). *Plan stratégique de développement du transport collectif*. [https://www.artm.quebec/wp-content/uploads/2021/04/PSD\\_adopt%C3%A9\\_R0A\\_2021-04-162.pdf](https://www.artm.quebec/wp-content/uploads/2021/04/PSD_adopt%C3%A9_R0A_2021-04-162.pdf)
- Bachmann, C., Chingcuanco, F., MacLean, H. et Roorda, M. J. (2015). Life-cycle assessment of diesel-electric hybrid and conventional diesel trucks for deliveries. *Journal of Transportation Engineering*, 141(4), 05014008.
- Beaulieu, M., Paquette, J. et Jacques, R. (2014). *Gestion du transport dans les établissements de santé et de services sociaux au Québec*.
- Beaulieu, M. et Roy, J. (2012). *Le comportement logistique des entreprises québécoises*.
- Béliveau, M. (2010). *Consolidation des commandes dans la grande distribution* [Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal]. <https://archipel.uqam.ca/3585/1/M11508.pdf>

- Bouchard, F. (2017). *Plateforme virtuelle d'optimisation et de mutualisation des opérations de transport en charge partielle* [Mémoire de maîtrise, Université de Laval].
- Butner, K., Geuder, D. et Hittner, J. (2008). *Maîtriser la gestion du carbone: Équilibrer les solutions de compromis pour optimiser l'efficacité de la chaîne d'approvisionnement*.
- Carrier, M., Gagné, C., Mercier, J., Montreuil, B., Durand, A., Lavigne-Lefebvre, N. et Rougès, J.-F. (2015). *L'électrification des transports: une perspective québécoise*.
- Caza, P.-É. (2017, 18 septembre). Les camions dans la ville: peut-on optimiser le transport de marchandises en ville? *Actualités UQAM*. <https://www.actualites.uqam.ca/2017/optimiser-le-transport-de-marchandises-en-ville>
- CDP. (2021). *Transparency to transformation: a chain reaction*. *CDP Global Supply Chain Report 2020*. [https://cdn.cdp.net/cdp-production/cms/reports/documents/000/005/554/original/CDP\\_SC\\_Report\\_2020.pdf?1614160765](https://cdn.cdp.net/cdp-production/cms/reports/documents/000/005/554/original/CDP_SC_Report_2020.pdf?1614160765)
- Centre international de référence sur le cycle de vie des produits, procédés et services (CIRAIG). (2020). *Profil environnemental du gaz naturel distribué au Québec*. [https://www.energir.com/~media/Files/Corporatif/Dev%20durable/CIRAIG\\_Energir\\_rapport\\_fina\\_l\\_pour\\_publication%20-%202020-07-16.pdf?la=fr](https://www.energir.com/~media/Files/Corporatif/Dev%20durable/CIRAIG_Energir_rapport_fina_l_pour_publication%20-%202020-07-16.pdf?la=fr)
- Coelho, L. C. et Trépanier, M.-P. (2017). *Facteurs et méthodes de calcul d'émissions de gaz à effet de serre*. Connaissances des énergies. (s. d.). *Biocarburants*. <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/biocarburant>
- Cousineau, J.-C. (2013, 13 mars). La recharge rapide des camions lourds au lieu de caténaires, plus avantageux, dit Pierre Langlois. *Roulez électrique*. <https://roulezelectrique.com/recharge-rapide-camion-electrique-pierre-langlois/>
- Delplancke, T., Eglin, T., Trévisiol, A., Wallet, F. et Callois, J.-M. (2018). *Économie circulaire et développement rural. Freins et leviers au déploiement de projets territoriaux innovants*.
- Demers, M. et Roy, J. (2019). *La filière de l'hydrogène: un avantage stratégique pour le Québec*. [https://hydrogene.quebec/pdf/La%20fili%C3%A8re%20de%20l'hydrog%C3%A8ne\\_un%20avanta%20strat%C3%A9gique%20pour%20le%20Qu%C3%A9bec.pdf](https://hydrogene.quebec/pdf/La%20fili%C3%A8re%20de%20l'hydrog%C3%A8ne_un%20avanta%20strat%C3%A9gique%20pour%20le%20Qu%C3%A9bec.pdf)
- Diot, S. (2021, 15 avril). L'hydrogène vert pour la mobilité lourde: une bouffée d'air frais. *Hydrolux*. <https://hydrolux.ca/lhydrogene-vert-pour-la-mobilite-lourde-une-bouffee-dair-frais/>
- Diotte, S. (2021, 21 juin). J'ai essayé une voiture à hydrogène. *Un point cinq*. <https://unpointcinq.ca/comprendre/voiture-a-hydrogene-essaye-toyota-mirai-quebec/>
- Doré, A.-S. (2017). *L'électrification du transport de personnes au Québec: établir et bonifier le cadre légal* [Essai de maîtrise, Université Laval]. Québec, Canada. <http://www.drne.ulaval.ca/sites/drne.ulaval.ca/files/essai-electrification-des-transports.pdf>
- Environnement et Changement climatique Canada (ECCC). (2016). *Stratégie canadienne de développement à faible émission de gaz à effet de serre à long terme pour le milieu du siècle*.
- Environnement et Changement climatique Canada (ECCC). (s. d.). *Groupe de travail sur les possibilités d'atténuation spécifiques*.

- Équiterre, Institut Pembina et Jalon. (2021). *Réduire les émissions des camions à Montréal: principes de base et boîte à outils pour décarboniser le transport de marchandises en milieu urbain.*  
<https://www.equiterre.org/sites/fichiers/divers/reduire-les-emissions-des-camions-a-montreal.pdf>
- European Commission. (2013). Low Carbon waste collection services, Bristol city. *GPP In practice, Study 71(33)*.  
[https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/news\\_alert/Issue33\\_Case\\_Study71\\_Bristol\\_Business\\_case.pdf](https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/news_alert/Issue33_Case_Study71_Bristol_Business_case.pdf)
- European Commission. (2016a). Sustainable city logistics in London, Camden London Borough Council (United Kingdom). *GPP In practice, Study 123(61)*, 3.  
[https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/news\\_alert/Issue61\\_Case\\_Study\\_123\\_Sustainable\\_Logistics\\_London.pdf](https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/news_alert/Issue61_Case_Study_123_Sustainable_Logistics_London.pdf)
- European Commission. (2016b). Croatian Post purchases e-bikes for mail deliveries, Croatian Post (Croatia). *GPP In practice, Study 125(62)*, 2.  
[https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/news\\_alert/Issue62\\_Case\\_Study\\_125\\_Croatia\\_Post\\_e-bikes.pdf](https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/news_alert/Issue62_Case_Study_125_Croatia_Post_e-bikes.pdf)
- European Commission. (2017a). Procuring climate-friendly waste collection and treatment services, Municipality of Sarpsborg (Norway). *GPP In practice, Study 145(72)*, 4.  
[https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/news\\_alert/Issue72\\_Case\\_Study\\_145\\_Sarpsborg.pdf](https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/news_alert/Issue72_Case_Study_145_Sarpsborg.pdf)
- European Commission. (2017b). Transitioning towards zero emission public transport in the Province of North-Brabant, Province of North-Brabant (the Netherlands). *GPP In practice, Study 141(71)*, 4.  
[https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/news\\_alert/Issue71\\_Case\\_Study\\_141\\_Northern-Brabant.pdf](https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/news_alert/Issue71_Case_Study_141_Northern-Brabant.pdf)
- European Commission. (2020). Procurement of electric buses and charging system, Miejski Zakład Komunikacji S.A., Ostrow Wielkopolski (Poland). *Study 180(95)*, 4.  
[https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/news\\_alert/Issue\\_95\\_Case\\_Study\\_180\\_Ostrow.pdf](https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/news_alert/Issue_95_Case_Study_180_Ostrow.pdf)
- European Commission. (2021). Procurement of hybrid electric buses, City of Oradea (Romania). *GPP In practice, Study 189(102)*, 3.  
[https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/news\\_alert/Issue\\_102\\_Case\\_Study\\_189\\_Oradea.pdf](https://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/news_alert/Issue_102_Case_Study_189_Oradea.pdf)
- European Commission. (s. d.). *Green Public Procurement*  
[https://ec.europa.eu/environment/gpp/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/gpp/index_en.htm)
- Ewing, M. (2020). *Pratiques pour améliorer l'efficacité du transport de marchandises par route. Occasions à court terme de réduire les émissions de GES des camions de transport de marchandises au Canada.*  
<https://www.pembina.org/reports/operational-best-practices-french.pdf>
- Gélinas, J. et Vallejos, A. (2022). *Intégration des risques climatiques dans les finances publiques du Québec.* <https://institutduquebec.ca/wp-content/uploads/2022/01/20220126-IDQ-Integration-CC-FP.pdf>
- Gilet, D. (2021, 3 mai). *Boîte à outils achats responsables.*  
[https://f.hubspotusercontent10.net/hubfs/5907169/Achats%20responsables/Bo%3%AEte%20%3%A0%20outils%20Achats%20Responsables\\_VF.pdf?utm\\_campaign=EPSA%20P%20-](https://f.hubspotusercontent10.net/hubfs/5907169/Achats%20responsables/Bo%3%AEte%20%3%A0%20outils%20Achats%20Responsables_VF.pdf?utm_campaign=EPSA%20P%20-)

%20Achats%20responsables%20-  
%20Boite%20%C3%A0%20outils&utm\_medium=email&\_hsenc=p2ANqtz-  
8b6MIR5pWAI8fWpb5WP63FrQVO7fAyHDxRfD62OnJ8QxPPKe4I7GJqR75dbHcF7-  
YCjUD\_g3p86dN3G6v0A4yE8F6w-  
Q&\_hsmi=124868990&utm\_content=124868990&utm\_source=hs\_automation&hsCtaTracking=d00  
302c5-ee36-4d5f-9ca4-2c8bd811f3a4%7Ce6b0828e-9e4f-41bc-b8a0-d26c38e1d610

- Griffiths, S., Furszyfer Del Rio, D. et Sovacool, B. (2021). Policy mixes to achieve sustainable mobility after the COVID-19 crisis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 143, 110919.  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110919>
- Hébert, J. (2013). *Quel avenir pour le développement des biocarburants de deuxième génération au Québec?* [Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke].
- Holguín-Veras, J., Encarnación, T., González-Calderón, C. A., Winebrake, J., Wang, C., Kyle, S., Herazo-Padilla, N., Kalahasthi, L., Adarme, W., Cantillo, V., Yoshizaki, H. et Garrido, R. (2018). Direct impacts of off-hour deliveries on urban freight emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61, 84-103. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.10.013>
- Hydrogen Council. (2017). *Hydrogen scaling up: a sustainable pathway for the global energy transition*.
- Innovation et développement Montréal. (2017, 15 février). Des biocarburants de nouvelle génération émergent à Montréal. *ID MTL*. [https://ville.montreal.qc.ca/idmtl/des-biocarburants-de-nouvelle-generation-emergent-a-montreal/#:~:text=Les%20biocarburants%20de%20deuxi%C3%A8me%20g%C3%A9n%C3%A9ration,%2C%20d%C3%A9chets%2C%20etc.\)](https://ville.montreal.qc.ca/idmtl/des-biocarburants-de-nouvelle-generation-emergent-a-montreal/#:~:text=Les%20biocarburants%20de%20deuxi%C3%A8me%20g%C3%A9n%C3%A9ration,%2C%20d%C3%A9chets%2C%20etc.))
- Küster, F. (2011). *Cycle more often 2 cool down the planet*.  
[https://ecf.com/system/files/Cycle\\_More\\_Often\\_2\\_Cool\\_Down\\_the\\_Planet.pdf](https://ecf.com/system/files/Cycle_More_Often_2_Cool_Down_the_Planet.pdf)
- Langlois, P. (2015, 21 avril). Les camions au gaz naturel émettent plus de GES que les camions diesel sur le cycle de vie. *Roulez électrique*. <https://roulezelectrique.com/les-camions-au-gaz-naturel-emettent-plus-de-ges-que-les-camions-diesel-sur-le-cycle-de-vie/>
- Laurin, J.-F. (2018, 1 mai). La consolidation de commandes: l'art de réduire ses frais d'expédition. *Laurentides International*. <http://www.laurentidesinternational.com/nouvelles/article/2018/05/la-consolidation-de-commandes-l-art-de-reduire-ses-frais-d-expedition/>
- Legault-Michaud, A. (2017). *Optimisation du processus d'approvisionnement des clients américains chez Groupe Leclerc* [Mémoire de maîtrise, Université de Laval].  
<https://corpus.ulaval.ca/jspui/bitstream/20.500.11794/36678/1/33586.pdf>
- Leurent, F. (2022). From Food to Foot: the Energy and Carbon Flows of the Human Body at Walking and Cycling. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03543183/document>
- Lord, S. (2019, 5 octobre). Un cocktail efficace pour déplacer la marchandise. *Les Affaires*.  
<https://www.lesaffaires.com/dossier/transport-et-logistique/un-cocktail-efficace-pour-deplacer-la-marchandise/613163>
- Martinek, L. (2021). *Adoption des véhicules électriques au Québec : enjeux sociaux et fiscaux*. Chaire de gestion du secteur de l'énergie, HEC Montréal.

- Meadowcroft, J. et al. (2021). Pathways to net zero: A decision support tool. *Transition Accelerator Reports*, 3(1), 1-108.
- MEC. (s. d.). *Emballage et transport*. <https://www.mec.ca/fr/explore/packaging-and-transportation>
- Ménigault, C. (2014). *Quelle place pour le véhicule électrique au Québec?* [Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke].  
[https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais\\_2014/Menigault\\_C\\_\\_2014-05-20\\_.pdf](https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais_2014/Menigault_C__2014-05-20_.pdf)
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2020a). *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2018 et leur évolution depuis 1990* (p. 48).
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2020b). *Plan pour une économie verte 2030 : politique-cadre d'électrification et de lutte contre les changements climatiques*
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (s. d.). *Engagements du Québec: nos cibles de réduction d'émissions de GES*.  
<https://www.environnement.gouv.qc.ca/changementsclimatiques/engagement-quebec.asp>
- Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN). (2016). *Politique énergétique 2030 : l'énergie des Québécois, source de croissance*.
- Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN). (s. d.a). *Bioénergie*.
- Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN). (s. d.b). *L'écoconduite: pour une nouvelle génération de conducteurs*.
- Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN). (s. d.c). *Formation pour nouveaux conducteurs*. [https://ecomobile.gouv.qc.ca/fr/formation/nouveaux\\_conducteurs.php](https://ecomobile.gouv.qc.ca/fr/formation/nouveaux_conducteurs.php)
- MJB & A. (2021). *Electric Vehicle Market Status- Update: Manufacturer Commitments to Future Electric Mobility in the U. S. and Worldwide*.  
[https://www.mjbradley.com/sites/default/files/EDF\\_EV\\_Market\\_Report\\_April\\_2021\\_Update.pdf](https://www.mjbradley.com/sites/default/files/EDF_EV_Market_Report_April_2021_Update.pdf)
- Ministère des Transports, Mobilité durable et Électrification des transports (MTMDET). (2018). *Cadre d'intervention en transport actif*.  
[https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/ministere/role\\_ministere/DocumentsPMD/PMD-09-cadre-intervention.pdf](https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/ministere/role_ministere/DocumentsPMD/PMD-09-cadre-intervention.pdf)
- Mussard, J. (2020). *Vers une électrification de la collecte des matières résiduelles municipales?* [Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke].
- North American Council for Freight Efficiency. (s. d.). *Low viscosity engine lubricants*.  
<https://nacfe.org/technology/low-viscosity-engine-lubricants/>
- Quimet, P. (2021, 25 mai). Les enjeux de la logistique du dernier kilomètre. *Transport Écono Nord*.  
<https://www.econonord.com/2017/05/enjeux-logistique-dernier-kilometre/>
- Patlins, P. (2008). Local deliveries time optimization for cities with unstable traffic. (p. 355-361). Proceedings: 22nd European Conference on Modelling and Simulation, Citeseer.

- Régie de l'Énergie du Canada. (2019). *Aperçu du marché: véhicules électriques au Canada, le potentiel caché du marché des camions électriques*. <https://www.cer-rec.gc.ca/fr/donnees-analyse/marches-energetiques/aperçu-marches/2019/aperçu-marche-vehicules-electriques-canada-potentiel-cache-marche-camions-electriques.html>
- Research and Traffic Group (2013). *Environmental and social impacts of marine transport in the great lakes St. Lawrence seaway region*. [https://greatlakes-seaway.com/wp-content/uploads/2019/10/Impacts-Full\\_En.pdf](https://greatlakes-seaway.com/wp-content/uploads/2019/10/Impacts-Full_En.pdf)
- Ministère des Ressources naturelles du Canada (RNCa)(2010). *Le bon sens au volant: le repère de l'instructeur*.
- Ministère des Ressources naturelles du Canada (RNCa)(2019a). *Utilisation du gaz naturel dans le secteur des transports par les véhicules moyens et lourds*.
- Ministère des Ressources naturelles du Canada (RNCa). (2020). *Stratégie canadienne pour l'hydrogène*.
- Roy, P., Ménard, J., Fallaha, S. et Samson, R. (2016). *Analyse du cycle de vie comparative des impacts environnementaux potentiels du véhicule électrique et du véhicule conventionnel dans un contexte d'utilisation québécois*. Hydro-Québec (CIRAIG) et Montréal.
- Saga Cité (2011). *Investir dans les transports collectifs pour en tirer les bénéfices. Vivre en ville*. <http://www.sagacite.org/2011/02/le-transport/>
- Samray, J.-F. (2020, 2 janvier). *Le temps est venu de faire appel aux biocarburants*. AQPER. <https://www.aqper.com/fr/le-temps-est-venu-de-faire-appel-aux-biocarburants>
- Sen, B., Ercan, T. et Tatari, O. (2017). *Does a battery-electric truck make a difference?—Life cycle emissions, costs, and externality analysis of alternative fuel-powered Class 8 heavy-duty trucks in the United States*. *Journal of Cleaner Production*, 141, 110-121.
- Sharpe, B. et Schaller, D. (2019). *TELEMATICS IN THE CANADIAN TRUCKING INDUSTRY*.
- Smail, F. et Zouaoui, F. (2019). *Le rôle du transport multimodal dans l'optimisation des réseaux de distribution* [Mémoire de fin de cycle, Université de Béjaïa].
- Société de transport de Montréal (2014b). *Guide des certifications*. [https://www.stm.info/sites/default/files/pdf/fr/cert\\_resp.pdf](https://www.stm.info/sites/default/files/pdf/fr/cert_resp.pdf)
- SPP Regions (2018a). *Framework agreement on sustainable mobility: from supply vehicles to sustainable mobility*. [https://sppregions.eu/fileadmin/user\\_upload/Tenders/Xarxa/SPP\\_Regions\\_Tender\\_model\\_ACM\\_vehicles\\_EN\\_FINAL.pdf](https://sppregions.eu/fileadmin/user_upload/Tenders/Xarxa/SPP_Regions_Tender_model_ACM_vehicles_EN_FINAL.pdf)
- SPP Regions (2018b). *Electric vehicles: purchase of 8 small EV waste collection vehicles, with tipping tank*. [https://sppregions.eu/fileadmin/user\\_upload/Tenders/SPP\\_Regions\\_Tender\\_model\\_-\\_CIDIU\\_Final.pdf](https://sppregions.eu/fileadmin/user_upload/Tenders/SPP_Regions_Tender_model_-_CIDIU_Final.pdf)
- SPP Regions (s. d.). <https://sppregions.eu/home/>
- Transition énergétique Québec (TEQ)(2018). *Conjurer nos forces pour un avenir énergétique durable. Plan directeur en transition, innovation et efficacité énergétiques du Québec 2018-2023*.

- Transition énergétique Québec (TEQ) (2020). *Étude sur le potentiel technico-économique du développement de la filière de l'hydrogène au Québec et son potentiel pour la transition énergétique*.
- Transition énergétique Québec (TEQ) (s. d.). *L'hydrogène*.  
<https://transitionenergetique.gouv.qc.ca/expertises/hydrogene>
- Ueckerdt, F., Bauer, C., Dirnaichner, A., Everall, J., Sacchi, R. et Luderer, G. (2021). Potential and risks of hydrogen-based e-fuels in climate change mitigation. *Nature Climate Change*, 11(5), 384-393.  
<https://doi.org/10.1038/s41558-021-01032-7>
- van Vliet, A., Boender, C. G. E. et Rinnooy Kan, A. H. G. (1992). Interactive Optimization of Bulk Sugar Deliveries. *Interfaces*, 22(3), 4-14. <https://doi.org/10.1287/inte.22.3.4>
- Vélo Québec. (2020). *L'état du vélo au Québec en 2020*. <https://www.velo.qc.ca/wp-content/uploads/2021/06/vq-edv2020-fr.pdf>
- Ville de Montréal (s. d.). *Plan local de déplacement de Ville-Marie 2020-2030*.
- Vivre en ville (2013). *Réunir les modes: l'intermodalité et la multimodalité au service de la mobilité durable*.
- Wang, Y., Wei, S. et Chen, Y. (2019). Optimal Routing for Off-Hour Delivery Trucks with Noise-Reduction and Transport Costs Objectives. *J. Comput.*, 14(10), 615-623.
- Whitmore, J. et Kayser-Bril, C. (2021, 15 juin). *Decarbonizing long-haul trucking in eastern Canada, simulation of the e-highway technology* [HEC Webinaire]. Chaire de gestion du secteur de l'énergie, HEC Montréal. <https://energie.hec.ca/events/15juin2021/>
- Zahraei, S. M., Kurniawan, J. H. et Cheah, L. (2019). A foresight study on urban mobility: Singapore in 2040. *foresight*, 22(1), 37-52

## Annexe 1 – Certifications en lien avec le transport sobre en carbone

De manière non exhaustive, le tableau de cette annexe, compilé de Gilet (2021, 3 mai) et de la Société de transport de Montréal (2014b), présente des certifications pertinentes pour le transport à faible carbone selon qu'elles sont octroyées à des organismes (tels les fournisseurs) ou à des produits et services. Plus précisément, les certifications de produits et services confirment leur adéquation aux exigences d'une norme ou d'un guide de directives. Pour leur part, les certifications des fournisseurs concernent les pratiques internes des organisations et rendent compte de leur engagement et de leur performance RSE.

Certification ou attestation	Description	Audit par une tierce partie	Validité
<a href="#">CarbonNeutral</a>	Certifie que l'entreprise a un inventaire d'émissions de GES met en œuvre des mesures pour les réduire à zéro par des mesures d'efficacité et de compensation.	Oui	5 ans avec révision annuelle
<a href="#">Science-based Targets</a>	Approche qui aide les organisations à définir des objectifs de réduction des émissions de GES, conformément aux objectifs de l'accord de Paris	Non	Révision aux 5 ans maximum
<a href="#">CDP</a>	Plateforme de reporting environnemental. Accompagnement sur mesure, accès aux données, informations et outils supplémentaires pour signaler et gérer les risques environnementaux.	-	-
<a href="#">Carboresponsable</a>	Reconnaissance de la gestion responsable des émissions de GES : attestation pour les organisations qui produisent un inventaire d'émissions de GES et qui fournissent une preuve de leur engagement de réduction.	Non	Année de référence insérée dans le logo
<a href="#">CSA Registered Carbon Neutral</a>	Certifie que les émissions nettes de GES d'une organisation sont nulles (via la compensation d'émissions).	Oui	1 an
<a href="#">ISO 50001 - Management de l'énergie</a>	Certifie que l'organisation dispose d'un système de gestion de l'énergie orienté à réduire la consommation énergétique de l'organisation.	Oui	3 ans avec audit
<a href="#">Programme SmartWay</a>	Programme qui aide les transporteurs à effectuer des analyses comparatives de leurs activités, à surveiller leur consommation de carburant et à améliorer leur rendement global.	Non	-

Certification ou attestation	Description	Audit par une tierce partie	Validité
<a href="#">B Corp</a>	Reconnaissance du niveau d'engagement en responsabilité sociale de l'organisation.	Oui	3 ans
<a href="#">ISO 14001 - Management environnemental</a>	Encadre la mise en place d'un système de gestion environnemental.	Oui	3 ans avec audit
<a href="#">Écoresponsable<sup>MC</sup></a>	Garantis les bonnes pratiques éthiques, sociales et environnementales d'une organisation. Évaluation RSE selon ISO 26000, avec quatre niveaux.	Oui	Inspection annuelle

## Annexe 2 – Calcul des émissions de GES dans les contrats de service : approches possibles

Différentes alternatives s'offrent aux organisations pour calculer les émissions de GES générées par les contrats de service. Cette annexe présente trois approches, leurs principales conditions d'application, les standards exigibles ainsi que les méthodes d'application.

### 1. Application d'un calcul de répartition sur le bilan d'émissions de GES déjà réalisé par le fournisseur

#### Conditions d'application

- Fournisseurs propriétaires des modes de transport et ayant déjà calculé leurs émissions (scope 1 et 2) selon un standard reconnu.
- Fournisseurs non-propriétaires des modes de transport, mais ayant déjà calculé leurs émissions (scopes 1, 2 et 3 pour le transport de leurs services) selon un standard reconnu.

#### Standards exigibles

- ISO 14064.
- [Greenhouse Gas Protocol](#).
- [Guide de quantification des émissions de GES](#) du Gouvernement du Québec.

#### Méthode d'application

- Vérifier que le transport est bien inclus dans le calcul initial des émissions de GES.
- Calcul selon le pourcentage du chiffre d'affaires du fournisseur que représente le contrat.

### 2. Développement d'un outil ou utilisation d'un outil existant

#### Conditions d'application

- Outil existant ou développé par l'organisation contractante, si le fournisseur n'a pas encore développé une réflexion à ce sujet.
- Formation et accompagnement des fournisseurs sur l'outil.

#### Standards exigibles

- [Greenhouse Protocol](#).
- [Calculateur des émissions de GES et des principaux contaminants atmosphériques](#) du Gouvernement du Canada.
- [Protocole de PCC](#) (lignes directrices pour le calcul des émissions de GES des municipalités, incluant une méthodologie détaillée pour le transport. Ce calcul peut aussi être utilisé pour calculer les émissions de GES des transports liés aux services professionnels).

---

### Méthode d'application

- Vérifier que les facteurs d'émission de l'outil sont bien applicables au mix énergétique québécois (les outils sont généralement conçus pour des zones géographiques spécifiques).
- Fournir l'outil au fournisseur afin qu'il compile ses données au fur et à mesure de la réalisation du contrat.
- Déterminer les données à considérer au début du contrat.

### 3. Calcul autonome par le fournisseur des émissions de GES liées au contrat

#### Conditions d'application

- S'applique aux fournisseurs plus importants en matière de taille et qui ont les ressources humaines et financières pour faire un tel exercice.

#### Standards exigibles

- [Guide de quantification des émissions de GES](#) du Gouvernement du Québec.

#### Méthode d'application

- Fixer les données à considérer au début du contrat.
  - Demander au fournisseur le détail du calcul et les données de référence au début du contrat pour vérifier que les facteurs d'émission de l'outil sont bien applicables au mix énergétique québécois.
-



Stimuler le transport  
sobre en carbone par  
l'achat responsable

Le projet « Stimuler le transport sobre en carbone par l'achat responsable » vise à mobiliser le pouvoir d'achat des organisations publiques et privées de façon à valoriser l'offre existante de transport sobre en carbone et accélérer leur adoption par le reste des fournisseurs. Pour y arriver, l'ECPAR a bâti un état des connaissances sur le transport sobre en carbone et le marché québécois du transport pour formuler des recommandations d'approvisionnement responsable et ainsi contribuer de façon coordonnée à l'atteinte des objectifs de lutte contre les changements climatiques du Québec et des organisations. Pour accéder à tous les résultats, consultez la [page web](#) du projet.

# ECPAR

Réseau d'organisations  
pour l'approvisionnement  
responsable

L'ECPAR est un réseau d'organisations multipartite et multisectoriel à but non lucratif qui partage depuis 2011 son expertise et savoir-faire en achat responsable en vue de prioriser des pratiques harmonisées sur les marchés, de favoriser la rentabilité des investissements et de renforcer la compréhension des enjeux tout au long du cycle de vie des produits et services. Force vive de l'achat responsable, l'ECPAR accompagne les organisations publiques et privées pour créer des leviers dans la réalisation de leur démarche de développement durable.

— Merci aux partenaires du projet —

Québec  Montréal   Hydro-Québec

Publié en juin 2022



ECPAR

4284 rue de La Roche, Montréal (QC) H2J 3H9  
[www.ecpar.org](http://www.ecpar.org)

Pour plus d'information, écrivez-nous à [info@ecpar.org](mailto:info@ecpar.org)