

ÉTUDE DU POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE DE
RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION DE PRODUITS
PÉTROLIERS DU SECTEUR DU TRANSPORT
AU QUÉBEC

RAPPORT FINAL



ÉTUDE DU POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE DE RÉDUCTION
DE LA CONSOMMATION DE PRODUITS PÉTROLIERS DU SECTEUR
DU TRANSPORT AU QUÉBEC

RAPPORT FINAL

Présenté au

Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques

Par

GENIVAR inc.

NOVEMBRE 2013

121-15935-00

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques

Chargée de projet : Nathalie Boucher, Ph. D.

GENIVAR inc. et FP Innovations

Chargé de projet : Jean-Thomas Bernard, Ph. D.

Chargé de projet adjoint : Marc-André Goyette, M.A. économiste

Assurance-qualité : Christian Couette, M.B.A.

Analystes : Jean-William Laliberté, M.A. économiste
Marius-Dorin Surcel, ing., M. Sc. A
Emmanuelle Piché, économiste

Édition : Linette Poulin
Catherine Boucher

Référence à citer :

GENIVAR. 2013. *Étude du potentiel technico-économique de réduction de la consommation de produits pétroliers du secteur du transport au Québec*. Rapport de GENIVAR présenté au Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques. 136 pages et annexes.

SOMMAIRES EXÉCUTIF

Mise en contexte et objectifs de l'étude

Le présent document constitue le rapport intégral portant sur l'estimation du potentiel technico-économique (PTÉ) de réduction de la consommation de produits pétroliers du secteur du transport au Québec. Considérant l'importance du secteur du transport dans le profil de consommation énergétique du Québec, il apparaît nécessaire que le Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques (BEIE) se dote d'un portrait exhaustif des potentiels d'économie d'énergie du secteur du transport. Ce dernier lui permettra de mieux orienter le développement de programmes et l'établissement de son Plan d'ensemble en efficacité et innovation énergétiques.

La réalisation de cette étude vise donc à soutenir le BEIE en ce sens. Elle cherche également à identifier les mesures les plus prometteuses, lesquelles permettront d'atteindre certains des objectifs établis, entre autres, dans La stratégie énergétique du Québec 2006-2015.

Limites et principales hypothèses de l'étude

La rentabilité de certaines mesures est difficile à calculer en raison de l'impact très large qu'elles ont sur le bien-être de la société. Par exemple, dans l'aménagement du territoire, la diminution du kilométrage parcouru en voiture n'est qu'une facette des bienfaits de la densification, et une étude approfondie serait nécessaire pour comptabiliser l'ensemble des coûts et des bienfaits à l'échelle de la société d'une telle mesure.

De plus, bien que le modèle de prévisions du ministère des Ressources naturelles du Québec (MRN) permette de fournir des estimations quant à la consommation énergétique future pour différents modes de transport et selon différents types de carburants, plusieurs données relatives aux véhicules-kilomètres, aux taux moyens de consommation, ainsi qu'aux parcs selon différentes catégories de véhicules ne sont pas générées par le modèle. Ainsi, certains calculs reliés au potentiel technique et à la rentabilité des mesures ont nécessité l'utilisation de données statistiques de la Base de données nationale sur la consommation d'énergie (BNCÉ, 2011), notamment pour le nombre de véhicules, le kilométrage annuel moyen, le taux de consommation moyen et le nombre moyen de véhicules-kilomètres ou de tonnes-kilomètres pour différentes catégories de véhicules et modes de transport. Il est à noter que la valeur de certaines données provenant de la BNCÉ (2011) ont soulevé des doutes malgré la crédibilité de la référence. Dans ce contexte, l'utilisation de données d'autres sources est une alternative qui mériterait d'être analysée lors d'études semblables subséquentes.

Enfin, considérant la nature variée des mesures considérées, le PTÉ de réduction de la consommation de produits pétroliers propre à chaque mesure ne peut être estimé par une formule universelle. Ainsi, chaque mesure doit d'abord être analysée individuellement de manière à cerner son champ d'application et ainsi permettre d'y adapter le calcul de son potentiel technique et de sa rentabilité. Dans ce contexte, la manière la plus sûre d'interpréter les résultats est de comparer des mesures de nature semblable.

C'est pourquoi les résultats des mesures techniques devraient être comparés entre eux, tout comme ceux des mesures de type économique-comportemental.

En définitive, une étude générale de PTÉ se veut un outil intéressant d'analyses de politiques publiques. Toutefois, puisque plusieurs mesures nécessitent des méthodologies et des données distinctes et spécifiques pour approfondir leur potentiel, la présente étude fournit avant tout des estimations sommaires du PTÉ d'un très large éventail de mesures. Des études plus approfondies devront ainsi être menées sur des mesures spécifiques pour valider leur PTÉ.

Principaux résultats du PTÉ

Les tableaux suivants présentent les résultats du PTÉ des mesures associées au transport routier pour les années 2016 et 2021¹. Les résultats sont présentés par catégorie, selon le type des mesures (technique, réglementaire ou économique-comportemental) et selon qu'elles soient liées au transport des personnes ou des marchandises. De plus, ces résultats ont été estimés à partir d'un scénario de référence, pour lequel les principales variables sont les suivantes :

- Un taux d'actualisation réel de 6 %;
- Une durée de vie moyenne des véhicules de 15 ans;
- Le scénario de référence prévu pour l'évolution du prix du pétrole;
- Le scénario modéré des taux de pénétration naturels prévisibles des mesures;
- La monétarisation des gains énergétiques qui tient compte des externalités environnementales liées aux émissions de GES.

¹ Seules les mesures surlignées en gris pâle ont été considérées dans l'addition du PTÉ afin de tenir compte des mesures non mutuellement exclusives. De plus, bien que les mesures d'écoconduite soient de type comportemental, comme la méthodologie d'évaluation était similaire aux mesures techniques, elles ont été additionnées avec ces dernières pour le PTÉ des mesures techniques.

Les faits saillants des résultats globaux peuvent être résumés par les points suivants :

- Le PTÉ de réduction de la consommation de produits pétroliers du secteur du transport routier au Québec est de 107 PJ pour 2016 et de 113 PJ pour 2021. Ceci équivaut à une réduction de respectivement 23 % et 26 % pour 2016 et 2021 par rapport au scénario de référence prévu par le modèle MÉDÉE.
- Pour 2016, la catégorie des mesures techniques relatives au transport des marchandises, a le PTÉ le plus élevé à 40 PJ, suivi par la catégorie des mesures techniques s'appliquant au transport des personnes à 18 PJ et par la catégorie des mesures de type économique-comportemental concernant le transport des personnes avec 18 PJ. Ces trois catégories accaparent plus de 90 % du PTÉ global du transport routier.
- Pour 2021, à quelques PJ près, les mêmes conclusions que le point précédent s'appliquent.

Tableau 1 PTÉ global du transport routier pour l'année 2016

Catégorie	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
A- Technique-Personne	38	1 098	2 528 378	915 473
B- Technique-Marchandise	40	1 059	2 717 999	952 039
C- Règlementaire-Personne	0	3 122	1 793 521	0
D- Règlementaire-Marchandise	10	622	1 154 672	249 560
E- Économique et comportementale - Personne	18	509	1 222 237	440 766
F- Économique et comportementale - Marchandise	0	0	0	0
	107	6 409	9 416 808	2 557 839

Tableau 2 PTÉ global du transport routier pour l'année 2016

Catégorie	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
A- Technique-Personne	32	913	2 104 910	762 224
B- Technique-Marchandise	38	1 014	2 604 394	912 246
C- Règlementaire-Personne	0	2 352	1 352 464	0
D- Règlementaire-Marchandise	11	621	1 160 805	254 411
E- Économique et comportementale - Personne	33	901	2 152 872	778 096
F- Économique et comportementale - Marchandise	0	0	0	0
	113	5 801	9 375 446	2 706 976

Tableau 3 PTÉ du transport routier - Mesures techniques, transport des personnes pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
E11	Éco-conduite pour véhicules légers	Véhicules légers	1 081 \$	6 \$	15,77	454	1 042 388	376 560
A11	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour véhicules légers	Véhicules légers	197 \$	15 \$	13,22	380	873 767	315 646
A13	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules légers	Véhicules légers	202 \$	12 \$	5,56	160	367 902	132 903
A2	Véhicules électriques autobus urbains	Autobus	164 657 \$	6 \$	2,57	71	165 005	61 478
A6	Autobus urbains à pile à combustible	Autobus	99 170 \$	7 \$	1,84	50	117 663	43 839
A4	Véhicules hybrides autobus urbains	Autobus	34 585 \$	11 \$	0,74	20	47 541	17 713
A23	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus	Autobus	10 712 \$	3 \$	0,44	12	28 945	10 490
A20	Programmation des moteurs pour autobus	Autobus	11 724 \$	1 \$	0,36	10	23 872	8 652
A12	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains	Autobus	20 146 \$	1 \$	0,22	6	13 816	5 148
A14	Pneus à faible résistance au roulement pour autobus	Autobus	4 695 \$	4 \$	0,19	5	12 682	4 596
A8	Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)	Autobus	15 751 \$	12 \$	0,00	75	44 124	0
A10	Autobus urbains alimentés au propane	Autobus	917 \$	17 \$	0,00	25	25 939	0
TOTAL					38	1 098	2 528 378	915 473

Tableau 4 PTÉ du transport routier - Mesures techniques, transport des personnes pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Economie d'énergie (P,J)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évités
E11	Éco-conduite pour véhicules légers	Véhicules légers	1 081 \$	6 \$	12,58	362	832 286	300 552
A11	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour véhicules légers	Véhicules légers	197 \$	15 \$	11,70	337	774 026	279 513
A13	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules légers	Véhicules légers	202 \$	12 \$	4,03	116	266 331	96 177
A2	Véhicules électriques autobus urbains	Autobus	164 657 \$	6 \$	2,45	67	156 664	58 439
A6	Autobus urbains à pile à combustible	Autobus	99 170 \$	7 \$	1,79	49	114 660	42 771
A4	Véhicules hybrides autobus urbains	Autobus	34 585 \$	11 \$	0,68	19	43 652	16 283
A23	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus	Autobus	10 712 \$	3 \$	0,43	12	28 439	10 309
A20	Programmation des moteurs pour autobus	Autobus	11 724 \$	1 \$	0,34	9	22 218	8 054
A12	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains	Autobus	20 146 \$	1 \$	0,20	6	13 096	4 885
A14	Pneus à faible résistance au roulement pour autobus	Autobus	4 695 \$	4 \$	0,18	5	11 850	4 295
A8	Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)	Autobus	15 751 \$	12 \$	0,00	74	42 998	0
A10	Autobus urbains alimentés au propane	Autobus	917 \$	17 \$	0,00	24	25 144	0
TOTAL					32	913	2 104 910	762 224

Tableau 5 PTÉ du transport routier - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T. CO2 évités	TEP évitées
B2	Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)	Camions légers	1 464 \$	14 \$	7,15	190	487 284	170 682
B15	Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	14 451 \$	1 \$	6,35	169	432 921	151 640
B22	Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	11 793 \$	11 \$	5,15	137	351 306	123 053
B17	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	Camions lourds	10 712 \$	3 \$	4,10	109	279 824	98 014
B14	Système de microfiltration pour l'huile de moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	1 193 \$	14 \$	3,02	80,07	205 598,94	72 015,58
B6	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	796 \$	10 \$	1,92	51,10	131 213,16	45 960,31
B16	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	649 \$	15 \$	1,59	42,15	108 230,31	37 910,06
B33	Systèmes de gestion de la pression des pneus pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	2 290 \$	13 \$	1,51	40	102 882	36 037
B21	Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	48 327 \$	1 \$	1,39	37	95 116	33 316
B27	Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	16 029 \$	3 \$	1,24	33	84 217	29 499
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	45 740 \$	0 \$	1,05	28	71 337	24 987
B19	Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	15 692 \$	0 \$	0,94	25	64 401	22 558

Tableau 5 (suite)

PTÉ du transport routier - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T. CO2 évités	TEP évitées
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	5 191 \$	3 \$	0,85	23	58 297	20 420
B7	Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	522 \$	8 \$	0,81	21,52	55 247,64	19 351,71
B26	Défecteurs arrière pour remorque (boat tails) pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	2 710 \$	12 \$	0,72	19	48 945	17 144
B10	Chauffe-moteur pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	167 \$	14 \$	0,71	18,93	48 617,93	17 029,51
B18	Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	7 830 \$	7 \$	0,58	15	39 632	13 882
B20	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	9 415 \$	0 \$	0,35	9	23 779	8 329
B24	Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)	Camions lourds	7 831 \$	9 \$	0,16	4	10 755	3 767
B25	Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)	Camions lourds	17 120 \$	7 \$	0,15	4	10 105	3 539
B29	Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	18 087 \$	7 \$	0,12	3	8 291	2 904
TOTAL					40	1 059	2 717 999	952 039

Tableau 6 PTÉ du transport routier - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B2	Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)	Camions légers	1 464 \$	14 \$	7,47	198,45	509 541,16	178 477,97
B15	Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	14 451 \$	1 \$	6,29	167,12	429 117,26	150 307,73
B22	Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	11 793 \$	11 \$	4,71	125,19	321 433,09	112 588,99
B17	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	Camions lourds	10 712 \$	3 \$	4,24	112,70	289 366,22	101 356,87
B14	Système de microfiltration pour l'huile de moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	1 193 \$	14 \$	3,20	85,04	218 354,67	76 483,51
B6	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	796 \$	10 \$	2,01	53,40	137 116,11	48 027,93
B16	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	649 \$	15 \$	1,57	41,78	107 279,31	37 576,93
B33	Systèmes de gestion de la pression des pneus pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	2 290 \$	13 \$	1,47	39,12	100 447,84	35 184,06
B27	Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	16 029 \$	3 \$	1,24	32,95	84 610,29	29 636,61
B19	Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	15 692 \$	- \$	0,85	22,65	58 169,57	20 375,17
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	45 739,67	0,40	0,74	19,77	50 766,17	17 781,97
B10	Chauffe-moteur pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	167 \$	14 \$	0,74	19,52	50 128,47	17 558,60

Tableau 6 (suite) PTE du transport routier - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Économie d'énergie (P,J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées	
B26	Défecteurs arrière pour remorque (boat tails) pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	2 710 \$	12 \$	0,73	19,28	49 497,02	17 337,42	
B7	Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	522 \$	8 \$	0,69	18,37	47 179,74	16 525,74	
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	5 191,21	3	0,68	18,18	46 671,97	16 347,88	
B21	Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	48 327 \$	1 \$	0,50	13,18	33 844,12	11 854,64	
B18	Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	7 830 \$	7 \$	0,37	9,89	25 383,09	8 890,98	
B20	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	9 415 \$	- \$	0,28	7,41	19 037,32	6 668,24	
B24	Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)	Camions lourds	7 831 \$	9 \$	0,14	3,63	9 327,72	3 267,24	
B25	Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)	Camions lourds	17 120 \$	7 \$	0,13	3,41	8 764,17	3 069,84	
B29	Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	18 087 \$	7 \$	0,12	3,26	8 358,33	2 927,69	
TOTAL							1 014	2 604 394	912 246
					38				

Tableau 7 PTÉ du transport routier - Mesures réglementaires, transport des personnes pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
C1	Véhicules légers polycarburants à éthanol E85	Véhicules légers	2 074 \$	-	0,00	3 122	1 793 521	0
TOTAL						3 122	1 793 521	0

Tableau 8 PTÉ du transport routier - Mesures réglementaires, transport des personnes pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
C-1	Véhicules légers polycarburants à éthanol E85	Véhicules légers	2 074 \$	-	0,00	2 352	1 352 464	0
TOTAL			0	0	2 352	1 352 464	0	0

Tableau 9 PTÉ du transport routier - Mesures réglementaires, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées	
D2	Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)	Véhicules lourds	116 923 \$	- \$	7,41	197	505 303	176 993	
D1	Réduction de la vitesse des véhicules lourds (classe 8)	Véhicules lourds	15 692 \$	- \$	3,04	81	207 171	72 566	
D3	Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)	Véhicules lourds	15 102 \$	7 \$	0,00	344	442 198	0	
TOTAL						10	622	1 154 672	249 560

Tableau 10 PTÉ du transport routier - Mesures réglementaires, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T. CO2 évités	TEP évitées	
D2	Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)	Véhicules lourds	116 923 \$	- \$	7,44	198	507 662	177 820	
D1	Réduction de la vitesse des véhicules lourds (classe 8)	Véhicules lourds	15 692 \$	- \$	3,21	85	218 663	76 591	
D3	Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)	Véhicules lourds	15 102 \$	7 \$	0,00	338	434 481	0	
TOTAL							621	1 160 805	254 411

Tableau 11 PTE du transport routier - Mesures de type économique-comportemental, transport des personnes pour 2016

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
E1.1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)	0 \$	9,96	280	657 336	237 795
E2.1	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule	987 644 \$	3,80	110	251 177	90 674
E3.2.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	764 \$	3,14	89	207 610	75 104
E8.1	Horaire de travail flexible	Horaire de travail flexible	227 \$	1,24	23	83 304	29 714
E9.1	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Rabais sur tarifs de transport en commun	174 \$	0,31	7	22 810	7 480
TOTAL			1 222 237	18	509	1 222 237	440 766

Tableau 12 PTÉ du transport routier - Mesures de type économique-comportemental, transport des personnes pour 2021

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
E1.1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)	0 \$	24,90	697	1 642 329	594 756
E2.1	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule	987 644 \$	3,31	95	218 831	78 998
E3.2.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	764 \$	2,87	80	189 406	68 592
E8.1	Horaire de travail flexible	Horaire de travail flexible	227 \$	1,21	22	81 329	28 990
E9.1	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Rabais sur tarifs de transport en commun	174 \$	0,28	6	20 978	6 759
TOTAL				33	901	2 152 872	778 096

Tableau 13 PTÉ du transport routier – Mesures de type économique-comportemental, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8		45 740 \$	1,05	28	71 337	24 987
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7		5 191 \$	0,85	23	58 297	20 420
TOTAL						129 633	45 407

Tableau 14 PTÉ du transport routier - Mesures de type économique-comportemental, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8		45 740 \$	0,74	20	50 766	17 782
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7		5 191 \$	0,68	18	46 672	16 348
TOTAL				1	38	97 438	34 130

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Équipe de réalisation	i
Sommaires exécutif	iii
Table des matières	xxiii
Liste des tableaux.....	xxv
Liste des figures.....	xxix
Liste des annexes.....	xxix
1. INTRODUCTION	1
SECTION 1 - BILAN DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DU SECTEUR DU TRANSPORT AU QUÉBEC ET PRÉVISIONS DE SON ÉVOLUTION FUTURE ET PRÉVISIONS DE SON ÉVOLUTION FUTURE	
2 SOURCES DES DONNÉES ET MODÈLE PRÉVISIONNEL	5
2.1 Sources des données.....	5
3 PORTRAIT HISTORIQUE DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE	7
3.1 Aperçu de l'évolution historique de la consommation d'énergie dans le secteur du transport	7
3.2 Analyse des tendances	7
3.2.1 Transport de personnes	7
3.2.2 Transport des marchandises.....	11
3.2.3 Transport hors route.....	16
3.2.4 Sommaire	16
4 BILAN DÉTAILLÉ DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE.....	18
4.1 Portrait détaillé de la consommation énergétique (2009).....	18
4.1.1 Consommation énergétique par type de carburant.....	19
4.1.2 Consommation énergétique par mode de transport routier.....	19
4.1.3 Consommation énergétique par type et motif de déplacement.....	20
4.2 Identification des sous-secteurs les plus énergivores	22
5 PROJECTIONS DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE	25
5.1 Présentation des hypothèses	25
5.1.1 Modèle MÉDÉE – Scénario de référence 2011	25
5.1.2 Office national de l'énergie.....	26

TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<i>Page</i>
5.2 Projections de la consommation énergétique du secteur du transport	28
6 CONSTATS DU BILAN DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DU SECTEUR DU TRANSPORT AU QUÉBEC.....	31

SECTION 2 - APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE ET INVENTAIRE DES MESURES ET INTERVENTIONS EN MATIÈRE D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DANS LE SECTEUR DU TRANSPORT

7 APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE	35
7.1 Justification du choix de l'approche	35
7.2 Description générale de la méthodologie.....	35
7.2.1 Mise sur pied d'un inventaire de mesures et interventions	37
7.2.2 Potentiel technico-économique.....	39
7.2.2.1 Potentiel technique	39
7.2.2.2 Rentabilité économique	43
7.2.2.3 Potentiel technico-économique.....	49
7.4 Limites et hypothèses	50
8 LISTE DES MESURES ET INTERVENTIONS	53
8.1 Mesures par type d'intervention	54
8.1.1 Mesures techniques.....	54
8.1.2 Mesures réglementaires	54
8.1.3 Mesures de type économique-comportemental	63

SECTION 3 - RÉSULTATS DU PTÉ

9. RÉSULTATS DU PTÉ.....	69
9.1 Le potentiel technique	70
9.1.1 Potentiel technique global.....	70
9.1.2 Potentiel technique par mesure	74
9.2 Le PTÉ.....	74
9.2.1 PTÉ global	74
9.2.2 PTÉ détaillé par catégorie.....	87
9.2.3 Conclusions	102
10. RÉFÉRENCES.....	105

LISTE DES TABLEAUX

		<i>Page</i>
Tableau 3.1	Consommation énergétique du transport des personnes, par source d'énergie et par mode de transport, 1990-2009	8
Tableau 3.2	Utilisation et consommation, transport routier des personnes, 1990 et 2009	9
Tableau 3.3	Consommation énergétique du transport des marchandises, par source d'énergie et par mode de transport, 1990-2009	13
Tableau 3.4	Utilisation et consommation, transport routier des marchandises, 1990 et 2009	14
Tableau 3.5	Évolution de la consommation énergétique par mode de transport, en pétajoules, 1990-2009.....	17
Tableau 4.1	Consommation énergétique totale, 2009, par catégorie de modes de transport et type de carburant, en pétajoules.....	19
Tableau 4.2	Consommation énergétique des transports routiers, 2009, par type de véhicule routier et type de carburant, en pétajoules.....	20
Tableau 4.3	Consommation d'énergie dans le secteur du transport au Québec en 2009, en pétajoules, par type et motif de déplacement, tableau détaillé.....	21
Tableau 4.4	Consommation de carburant par le transport des personnes, par type et motif de déplacement, en pétajoules, 2009, tableau sommaire.....	22
Tableau 4.5	Intensité énergétique pour le transport des marchandises, par mode de transport, au Canada, en mégajoules par tonne-kilomètre, 2009	23
Tableau 5.1	Hypothèses prévisionnelles pour le Québec, Office national de l'énergie, scénario de base	27
Tableau 5.2	Prévisions de la consommation énergétique dans le secteur du transport au Québec, par type de carburant, modèles MÉDÉE et ONÉ, en pétajoules, 2016-2021	29
Tableau 5.3	Prévisions de la consommation énergétique dans le secteur du transport au Québec, modèle MÉDÉE, par type et motif de déplacement, en pétajoules, 2016-2021	30
Tableau 8.1	Liste des mesures techniques – transport des personnes	55
Tableau 8.2	Liste des mesures techniques – transport des marchandises	57

LISTE DES TABLEAUX (suite)

		Page
Tableau 8.3	Liste des mesures réglementaires – transport des personnes	61
Tableau 8.4	Liste des mesures réglementaires – transport des marchandises.....	62
Tableau 8.5	Liste des mesures de type économique-comportemental – transport des personnes	64
Tableau 8.6	Liste des mesures de type économique-comportemental – transport des marchandises.....	66
Tableau 9.1	Consommation énergétique prévue dans le secteur du transport au Québec de 2011 à 2021 (PJ).....	69
Tableau 9.2	Résultats du potentiel technique global pour 2016 et 2021	71
Tableau 9.3	Mesures qui ne sont pas mutuellement exclusives.....	73
Tableau 9.4	Potentiel technique – Mesures techniques, transport des personnes	75
Tableau 9.5	Potentiel technique – Mesures techniques, transport des marchandises.....	77
Tableau 9.6	Potentiel technique – Mesures réglementaires, transport des personnes	80
Tableau 9.7	Potentiel technique – Mesures réglementaires, transport des marchandises.....	81
Tableau 9.8	Potentiel technique – Mesure de type économique-comportemental, transport des personnes	82
Tableau 9.9	Potentiel technique – Mesures de type économique-comportemental, transport des marchandises.....	84
Tableau 9.10	PTÉ global pour l'année 2016.....	85
Tableau 9.11	PTÉ global pour l'année 2021.....	86
Tableau 9.12	PTÉ - Mesures techniques, transport des personnes pour 2016.....	88
Tableau 9.13	PTÉ - Mesures techniques, transport des personnes pour 2021	89
Tableau 9.14	PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2016	90
Tableau 9.15	PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2021	93
Tableau 9.16	PTÉ - Mesures réglementaires, transport des personnes pour 2016	96
Tableau 9.17	PTÉ - Mesures réglementaires, transport des personnes pour 2021	97

LISTE DES TABLEAUX (suite)

	Page
Tableau 9.18	PTÉ - Mesures réglementaires, transport des marchandises pour 2016 98
Tableau 9.19	PTÉ - Mesures réglementaires, transport des marchandises pour 2021 99
Tableau 9.20	PTÉ - Mesures de type économique-comportemental, transport des personnes pour 2016 100
Tableau 9.21	PTÉ - Mesures de type économique-comportemental, transport des personnes pour 2021 101
Tableau 9.22	PTÉ – Mesures de type économique-comportemental, transport des marchandises pour 2016 103
Tableau 9.23	PTÉ - Mesures de type économique-comportemental, transport des marchandises pour 2021 104

LISTE DES FIGURES

	<i>Page</i>
Figure 3.1	Consommation d'essence automobile, voitures et camions légers, transport des personnes, en pétajoules, 1990-2009 10
Figure 3.2	Consommation de carburéacteur, transport aérien des personnes, en pétajoules, 1990-2009..... 12
Figure 3.3	Évolution de la consommation énergétique du transport des marchandises, par principales sources d'énergie, 1990-2009 14
Figure 3.4	Tendances de consommation énergétique par mode de transport routier, en pétajoules, 1990-2009..... 17
Figure 5.1	Hypothèses nationales de l'Office national de l'énergie..... 27
Figure 7.1	Surplus économique sur le marché des déplacements..... 48
Figure 7.2	Perte sèche sur le marché des déplacements 48

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1	Consommation d'énergie dans le secteur du transport au Québec en 2016 et 2021
ANNEXE 2	Inventaire des mesures - Fiches descriptives individuelles
	<i>Annexe 2.1 Mesures techniques, transport des personnes (A) et mesures techniques, transport des marchandises (B)</i>
	<i>Annexe 2.2 Mesures réglementaires, transport des personnes (C) et mesures réglementaires, transport des marchandises (D)</i>
	<i>Annexe 2.3 Mesures économiques-comportementales, transport des personnes (E) et mesures économiques-comportementales, transport des marchandises (F)</i>
ANNEXE 3	Mise à jour des coûts évités
ANNEXE 4	Analyses de sensibilité

1. INTRODUCTION

Le présent document constitue le rapport intégral portant sur l'estimation du potentiel technico-économique (PTÉ) de réduction de la consommation de produits pétroliers du secteur du transport au Québec. Considérant l'importance du secteur du transport dans le profil de consommation énergétique du Québec, il apparaît nécessaire que le Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques (BEIE) se dote d'un portrait exhaustif des potentiels d'économie d'énergie du secteur du transport. Ce dernier lui permettra de mieux orienter le développement de programmes et l'établissement de son Plan d'ensemble en efficacité et innovation énergétiques.

La réalisation de cette étude vise donc à soutenir le BEIE en ce sens. Elle cherche également à identifier les mesures les plus prometteuses, lesquelles permettront d'atteindre certains des objectifs établis, entre autres, dans La stratégie énergétique du Québec 2006-2015.

Le rapport a été divisé en trois sections distinctes. La première section comporte les chapitres 2 à 6, lesquels correspondent au premier volet de l'étude, soit la production d'un bilan de la consommation énergétique du secteur du transport au Québec et la réalisation de prévisions de son évolution future. Dans un premier temps, le bilan historique détaillé permet d'identifier les sous-secteurs en expansion ainsi que ceux les plus énergivores. Dans un second temps, les projections de la consommation énergétique dans le secteur du transport permettent d'établir un scénario de référence par rapport auquel seront évaluées, dans les volets suivants, les économies d'énergies potentielles découlant de l'application de multiples mesures. Les sources des données utilisées dans la production de ce bilan sont d'abord présentées au chapitre 2. Par la suite, un portrait historique de la consommation énergétique du secteur du transport désagrégée selon diverses catégories est dressé au chapitre 3. Le chapitre 4 utilise les données les plus récentes (année 2009) pour présenter le profil de consommation énergétique du secteur du transport. Le chapitre 5 présente la méthodologie utilisée pour générer les estimations de la consommation des années 2016 et 2021, ainsi que les résultats de ces calculs prévisionnels. Enfin, le chapitre 6 conclut le premier volet de l'étude.

La seconde section du rapport concerne les chapitres 7 et 8, qui correspondent au deuxième volet de l'étude, soit l'approche méthodologique et l'inventaire des mesures et interventions en matière d'efficacité énergétique dans le secteur du transport. Plus spécifiquement, le chapitre 7 présente la méthodologie retenue. Dans un premier temps, le choix de l'approche méthodologique est justifié. Par la suite,

l'ensemble des étapes de l'analyse du PTÉ est présenté de manière détaillée. Les différents modèles d'analyse utilisés sont également décrits. Les limites et les hypothèses retenues aux fins du calcul du PTÉ sont précisées à la section 7.4. Enfin, le chapitre 8 dresse l'inventaire des mesures et interventions recensées. Pour chaque mesure, une description est fournie et les sources des données et des intrants qui permettront d'estimer son potentiel technique et les coûts liés sont présentées.

Le rapport se conclut avec le chapitre 9, qui présente les résultats des estimations du potentiel technique, de la rentabilité des mesures, du PTÉ, ainsi qu'une analyse des mesures ayant le plus de potentiel.

SECTION 1

BILAN DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DU SECTEUR DU TRANSPORT AU QUÉBEC ET PRÉVISIONS DE SON ÉVOLUTION FUTURE

2 SOURCES DES DONNÉES ET MODÈLE PRÉVISIONNEL

2.1 Sources des données

Dans le cadre de la réalisation du bilan de la consommation énergétique du secteur du transport, les données principales proviennent de la Base de données nationale sur la consommation d'énergie (BNCÉ) rendue publique par l'Office de l'efficacité énergétique (OEE, Ressources naturelles Canada, 2011).

De cette source de données sont d'abord tirées :

- les estimations de consommation énergétique de 1990 à 2009 en pétajoules (PJ), et ventilées par sous-secteur (personnes, marchandises, hors route), par type de carburant et par mode de transport;
- les ventes, le parc, le nombre de voyageurs-kilomètres, le nombre de véhicules-kilomètres, le nombre de tonnes-kilomètres et le taux de consommation moyen de carburant (L/100 km) pour chaque type de véhicule routier.

À titre indicatif, notons que les données agrégées de la BNCÉ sont directement tirées du Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada, publié par Statistique Canada (n° de catalogue 57-003-X). Quant aux données désagrégées contenues dans la BNCÉ, la répartition de l'utilisation de l'énergie par sous-secteur du transport, par carburant et par mode de transport est effectuée à l'aide de données spécifiques provenant de multiples enquêtes, dont la majorité est réalisée par Statistique Canada. De plus, un modèle d'utilisation finale pour le secteur du transport est également utilisé afin d'obtenir les estimations de la consommation énergétique par type de véhicule¹.

Les prévisions de la consommation énergétique dans le secteur du transport au Québec proviennent du ministère des Ressources naturelles (MRN). Ces projections sont produites à l'aide d'un modèle de prévision qui est présenté à la section 5.1. En complément, les prévisions produites par l'Office national de l'énergie (ONÉ) sont également présentées. La production de données prévisionnelles de consommation énergétique par ces deux organismes nécessite la formulation d'hypothèses, lesquelles sont basées sur des données de nature socioéconomique qui proviennent de sources variées.

D'une part, les hypothèses utilisées par le MRN pour la production de prévisions proviennent d'organismes reconnus, notamment le Département américain de l'énergie ainsi que la firme Inforetrica. D'autre part, les hypothèses employées par l'ONÉ proviennent principalement de la firme Inforetrica et de Statistique Canada.

¹ Ressources naturelles Canada (2012), Guide de données sur la consommation d'énergie, 1990 à 2009.

Enfin, de manière à assurer la cohérence entre les différentes sources de données utilisées dans le présent rapport, une modification particulière est apportée aux données de la BNCÉ. Notons d'abord que le MRN, à l'instar de l'OEE, compile les données de consommation énergétique à partir du Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada. Toutefois, le MRN transfère une partie de la consommation de mazout lourd par le secteur tertiaire au secteur du transport en raison d'une anomalie observée dans la croissance de la consommation de ce combustible par le secteur commercial. Ainsi, la consommation historique de mazout lourd tirée de la BNCÉ ne coïncide pas avec les données utilisées par le MRN lors de la production de prévisions de la demande énergétique. De manière à éliminer cette distorsion, l'ajustement effectué par le MRN est appliqué aux données de la BNCÉ.

Pour la réalisation du bilan de la consommation énergétique du secteur du transport, la BNCÉ a principalement été choisie en raison du niveau de détail qu'elle possède et, par conséquent, du nombre de ventilations qu'elle permet de réaliser avec précision. Par ailleurs, notons qu'à l'exception des données sur le mazout lourd qui ont nécessité l'ajustement décrit plus haut, les valeurs de la BNCÉ sont comparables aux données utilisées par le MRN. Cette compatibilité entre les données utilisées par le MRN lors d'estimation de la consommation énergétique future et les données de la BNCÉ constitue également l'une des justifications du choix de cette source de données.

Néanmoins, soulignons que les données de la BNCÉ constituent des agrégats, ce qui limite la portée de l'interprétation qu'il est possible d'en faire. Par exemple, en l'absence de microdonnées, il est parfois difficile d'analyser les facteurs ayant directement causé une augmentation ou une diminution de la consommation d'énergie par un mode de transport particulier. De plus, la BNCÉ ne permet pas directement d'analyser la consommation énergétique dans le secteur du transport par rapport aux motifs de déplacements ou aux types de déplacements (urbains ou interurbains). Cet obstacle est toutefois surmonté à l'aide du modèle MÉDÉE-Québec (Modèle national de prospective de demande à long terme), présenté à la section 5.1.

3 PORTRAIT HISTORIQUE DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE

3.1 Aperçu de l'évolution historique de la consommation d'énergie dans le secteur du transport

Entre 1990 et 2009, le secteur du transport s'est accaparé une part grandissante de la consommation d'énergie au Québec. En 2009, ce secteur était responsable d'un peu plus de 30 % de la consommation finale d'énergie alors que ce ratio atteignait 26 % en 1990². La croissance de la part de la consommation de produits pétroliers attribuable au secteur du transport est encore plus prononcée, passant de 63 % à 75 % au cours de la période 1990-2009³. Par conséquent, la majorité de la consommation de produits pétroliers au Québec est liée au secteur du transport.

En termes absolus, la consommation d'énergie par le secteur du transport a augmenté de 32 % entre 1990 et 2009, passant de 401 PJ à 532 PJ. Toutefois, notons que cette hausse ne se reflète pas de manière uniforme dans les différents sous-secteurs et modes de transport, certains ayant contribué plus que d'autres à la croissance de la consommation énergétique.

3.2 Analyse des tendances

3.2.1 Transport de personnes

À l'instar de la consommation énergétique totale dans le secteur du transport, la consommation énergétique attribuable au transport des personnes est en croissance depuis 1990, bien que de manière plus modérée (9 % d'augmentation entre 1990 et 2009). Par ailleurs, tout au long de cette période, l'essence automobile est demeurée le principal carburant consommé par ce sous-secteur. En effet, à l'exception de l'essence, seuls le diesel et le carburéacteur (transport aérien) affichent des quantités significatives de consommation énergétique. Les quantités annuelles de consommation énergétique pour le transport des personnes sont présentées au tableau 3.1. Une analyse des tendances propres aux principaux carburants et modes de transport complète ensuite cette sous-section.

² Calculs par GENIVAR à partir de Ressources naturelles Canada, 2011, Base de données nationale sur la consommation d'énergie.

³ Idem.

Tableau 3.1 Consommation énergétique du transport des personnes, par source d'énergie et par mode de transport, 1990-2009

Sous-secteur	Passagers																			
Somme de Consommation (PJ)	Étiquettes de colonnes																			
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Essence automobile	212,1	199,4	203,9	210,5	214,6	214,6	214,7	216,4	222,4	222,4	217,7	222,7	229,5	235,4	235,4	233,4	231,6	244,7	233,5	243,8
Voiture	174,7	163,4	164,0	167,6	167,5	164,3	162,0	160,1	160,5	157,9	153,2	156,5	160,4	162,9	161,0	158,3	156,4	164,0	156,0	161,5
Camions légers	35,5	34,5	38,5	41,6	46,0	48,1	51,5	54,9	60,7	63,2	63,2	65,2	67,9	71,2	73,0	73,9	73,8	79,2	76,1	81,0
Autobus interurbains	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,7	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Autobus scolaire	0,9	0,7	0,7	0,6	0,3	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
Motocyclettes	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2
Transport intra-urbain	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diesel	13,6	13,7	12,9	12,4	13,3	11,8	11,5	12,0	11,9	11,9	11,7	10,7	11,6	11,6	11,3	11,0	10,8	11,5	11,8	11,7
Voiture	2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,1	1,1
Camions légers	2,0	2,0	1,4	1,5	1,6	1,8	1,7	1,7	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,6
Autobus interurbains	1,9	1,9	1,7	1,5	1,7	1,0	1,5	1,8	1,6	1,3	1,3	1,3	1,5	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,3	1,2
Autobus scolaire	1,4	1,8	2,1	1,8	2,6	2,4	2,1	2,1	2,4	2,5	2,2	2,2	2,4	2,6	2,3	2,4	2,5	2,4	2,7	2,8
Ferroviaire	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Transport intra-urbain	6,0	5,8	5,4	5,3	5,3	4,6	4,3	4,6	4,4	4,6	4,7	4,3	5,0	5,0	5,3	4,9	4,9	5,7	5,8	5,8
Carburacteur	35,5	28,7	33,1	28,4	30,3	29,3	31,5	27,1	28,5	29,9	31,3	33,4	56,4	51,3	51,0	39,2	36,9	36,9	30,9	31,2
Essence d'aviation	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
Électricité	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,3	1,3
Gaz naturel	0,2	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Propane	1,0	1,1	1,1	0,8	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2
Total général	264,4	244,9	252,9	253,9	260,4	258,0	259,7	257,4	264,7	266,2	262,6	269,1	299,5	300,2	299,7	285,6	281,1	295,3	278,5	289,3

Source: BNCÉ (2011).

Note: Le transport intra-urbain est composé du transport en commun en milieu urbain, soit les services d'autobus et de métro.

Essence automobile

À partir de 1990, la consommation d'essence automobile pour le transport des personnes a augmenté de 14,9 %, pour atteindre 243,8 PJ en 2009. La quasi-totalité de cette quantité consommée est attribuable à l'utilisation des voitures et des camions légers^{4,5}. Néanmoins, les consommations d'essence liées à ces deux modes de transport ont connu des trajectoires opposées : en décroissance pour les voitures, mais en augmentation pour les camions légers. Le tableau 3.2 présente les données relatives à l'utilisation et à la consommation moyenne des voitures et des camions légers et la figure 3.1 illustre les tendances analysées dans les paragraphes suivants.

Tableau 3.2 Utilisation et consommation, transport routier des personnes, 1990 et 2009

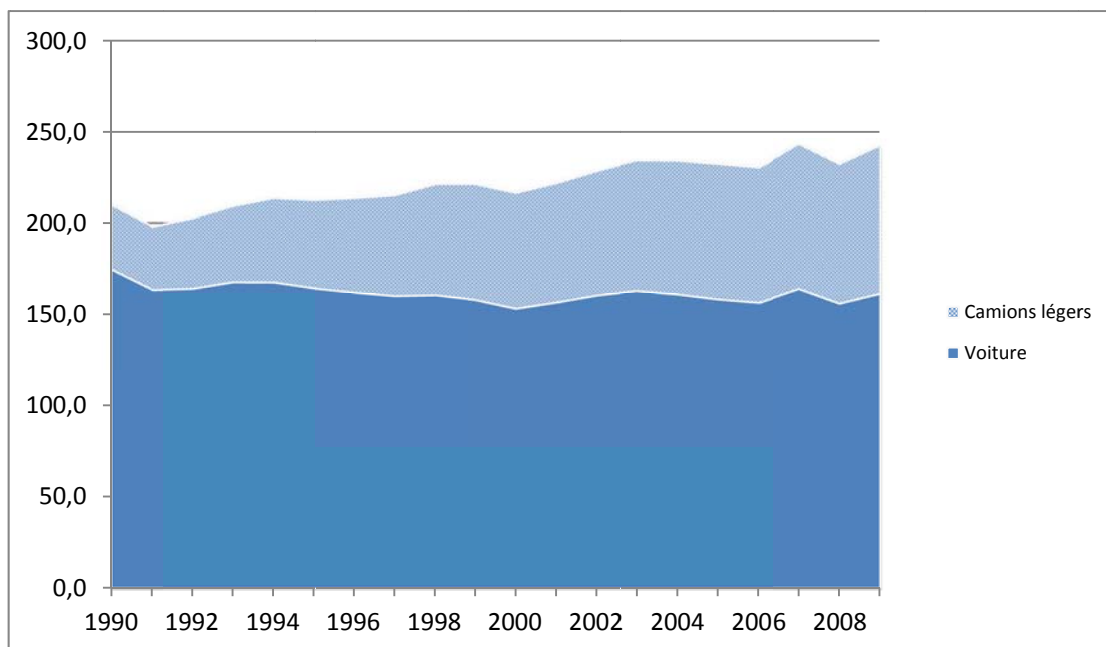
Modes de transport routier des personnes	Parc (milliers)	Distance moyenne annuelle parcourue (km)	Véhicules-kilomètres (millions)	Taux de consommation moyen de carburant sur route (L/100km)	
				Essence automobile	Diesel
Voitures					
1990	2 804	17 444	48 907	10,5	7,8
2009	3 197	16 361	52 310	8,9	6,9
Variation	+14,0 %	-6,2 %	+7,0 %	-15,1 %	-11,3 %
Camions légers					
1990	481	18 611	8 951	12,2	9,3
2009	1 169	17 286	20 203	11,5	10,4
Variation	+143,0 %	-7,1 %	+125,7 %	-5,7 %	+11,6 %

Source : Calculs de GENIVAR à partir de la BNCE (2011).

Plus précisément, en termes absolus, la quantité d'essence consommée par les voitures a considérablement diminué depuis 1990. Tel qu'indiqué au tableau 3.2, deux effets contradictoires peuvent être observés. D'une part, le nombre de véhicules-kilomètres (vkm) affiche une tendance historique à la hausse en raison d'une augmentation du parc de voitures, malgré une diminution de la distance

⁴ Seule la part de l'utilisation des camions légers pour le transport des personnes est considérée ici.

⁵ La catégorie « camions légers » inclut les camions dont le poids nominal brut ne dépasse pas 3 855 kilogrammes (8 500 livres). Le poids nominal brut du véhicule équivaut à son poids à vide plus le poids de charge maximal prévu. Cette classe de véhicules inclut les camionnettes, les fourgonnettes et les véhicules utilitaires sport.



Source : BNCÉ (2011).

Figure 3.1 Consommation d'essence automobile, voitures et camions légers, transport des personnes, en pétajoules, 1990-2009

moyenne annuelle parcourue par véhicule. D'autre part, l'amélioration de l'efficacité énergétique s'est traduite par une réduction du taux de consommation moyen de carburant sur route. Ce dernier effet a donc contrebalancé l'augmentation du nombre de voitures en circulation de manière à réduire la consommation totale d'essence liée à ce mode de transport.

La tendance historique de la consommation d'énergie par les camions légers pour le transport des personnes diffère considérablement de celle liée aux voitures. En effet, la consommation d'essence pour le transport des personnes par les camions légers a crû de 128 % entre 1990 (35,5 PJ) et 2009 (81 PJ), soit une augmentation de 45,5 PJ (tableau 3.1). Bien que le taux de consommation moyen d'essence pour ce mode de transport ait diminué au cours des deux dernières décennies, ce phénomène n'a pu faire contrepois à l'augmentation du nombre de camions légers. Malgré une diminution de la distance moyenne annuelle parcourue, la forte croissance du parc de camions légers (+143 %) a mené à une augmentation élevée du nombre de vkm (taux de croissance sur 20 ans de 125,7 %).

Au final, en annulant complètement l'effet positif de l'amélioration de l'efficacité énergétique d'essence des voitures, l'augmentation du nombre de camions légers est largement responsable de l'augmentation de la consommation d'essence automobile pour le transport de personnes.

Carburant diesel

La consommation de carburant diesel pour le transport des personnes, bien que significativement plus faible que celle d'essence automobile, demeure considérable. Depuis 1990, la consommation du diesel pour le transport des personnes a sensiblement diminué, passant de 13,6 PJ à 11,7 PJ en 2009 (tableau 3.1). Historiquement, un peu moins de la moitié de cette quantité est attribuable au transport intra-urbain par autobus⁶. Ce type de carburant est également consommé par les voitures, le transport ferroviaire, les camions légers, les autobus scolaires et les autobus interurbains, mais les quantités demeurent très faibles (toutes inférieures à 3 PJ). Par ailleurs, seul le transport par autobus scolaire affiche une croissance de la consommation de carburant diesel pour le transport de personnes.

Ainsi, de manière générale, la consommation de diesel pour fins de transport des personnes est de quantité non négligeable, mais suit une faible tendance à la décroissance depuis 1990.

Carburéacteur

Utilisé pour le transport aérien, le carburéacteur constitue le deuxième carburant en importance dans le sous-secteur du transport des personnes. En 2009, sa consommation se chiffrait à 31,2 PJ, représentant une diminution de 12 % depuis 1990. Historiquement, la consommation de carburéacteur fluctue entre 27 et 37 PJ. Toutefois, elle a atteint des valeurs supérieures à 50 PJ entre 2002 et 2004. Cette hausse semble toutefois avoir été temporaire, la consommation de carburéacteur ayant chuté depuis. La figure 3.2 illustre cette évolution.

3.2.2 Transport des marchandises

Sur une période de 20 ans, le transport des marchandises est responsable d'une consommation énergétique croissante. En 2009, la consommation d'énergie par le transport des marchandises était de 223,6 PJ, équivalant à un peu plus de 75 % de la consommation énergétique du transport des personnes à cette même date. Cette quantité représente une augmentation de 99 PJ depuis 1990, soit une variation de 79 % (tableau 3.3).

⁶ Le transport intra-urbain comprend également le métro, lequel fonctionne toutefois à l'électricité.

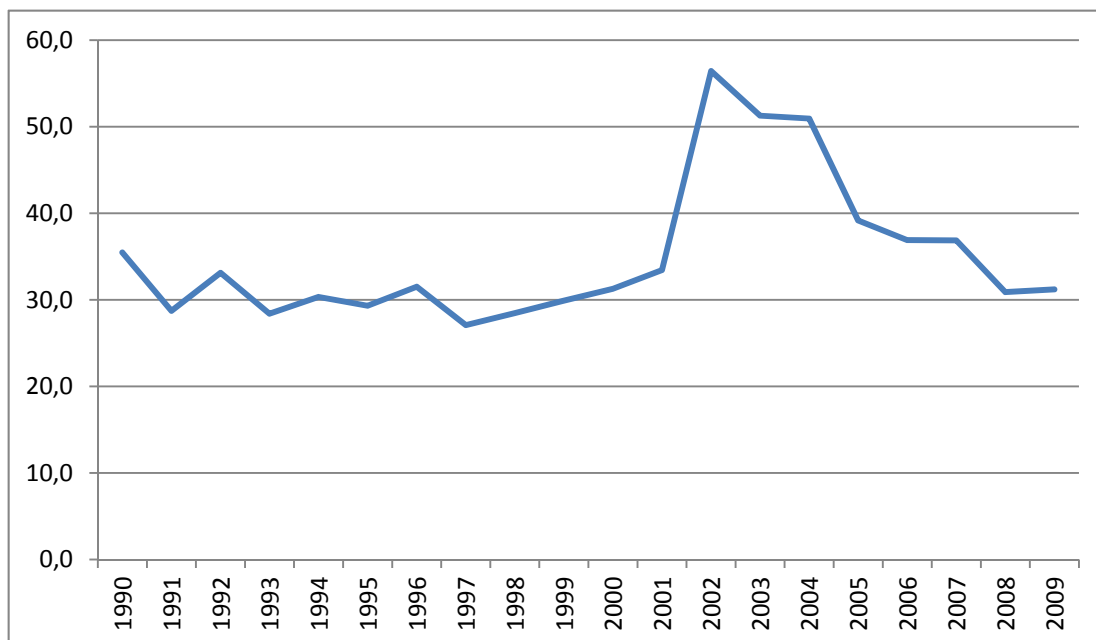


Figure 3.2 Consommation de carburéacteur, transport aérien des personnes, en pétajoules, 1990-2009

Bref, bien que le sous-secteur du transport des personnes demeure le plus important consommateur d'énergie en termes absolus, le sous-secteur du transport des marchandises a connu une croissance beaucoup plus rapide. Cette tendance à la hausse s'explique largement au regard de l'évolution de la consommation des trois carburants les plus importants dans ce sous-secteur (figure 3.3).

Essence automobile

L'essence automobile a accaparé, en moyenne sur les 20 années observées, un peu plus de 20 % de l'ensemble de la consommation énergétique du transport des marchandises. En termes absolus, la consommation énergétique attachée à ce carburant a presque doublé en 20 ans (tableau 3.3.). Notons que seuls deux modes de transport utilisent ce type de carburant, c'est-à-dire les camions légers et les camions moyens⁷.

D'une part, la quantité absolue d'essence consommée par les camions moyens a diminué de 22 %, passant de 10,4 PJ à 8,2 PJ entre 1990 et 2009. Cette tendance à la baisse est notamment caractérisée par une diminution du taux de consommation moyen d'essence (L/100 km), ainsi que par l'absence d'augmentation significative de l'utilisation de ce mode de transport (+5,8 % de tonnes-kilomètres sur 20 ans). Le tableau 3.4 présente ces informations.

⁷ Camion dont le poids nominal brut varie entre 3 856 et 14 969 kilogrammes (de 8 501 à 33 000 livres).

Tableau 3.3 Consommation énergétique du transport des marchandises, par source d'énergie et par mode de transport, 1990-2009

Sous-secteur	Marchandise																			
	Étiquettes de colonnes																			
Somme de Consommation (PJ)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Étiquettes de lignes	78,3	73,1	75,6	80,6	91,6	96,6	95,3	103,8	108,8	114,5	110,5	100,9	99,8	106,9	115,0	116,4	120,5	125,8	141,1	142,2
Diesel	43,4	39,1	41,4	46,6	55,0	59,2	59,1	68,7	69,5	75,2	71,9	67,6	65,3	74,9	74,6	82,0	87,1	90,0	105,2	110,4
Camions lourds	20,5	19,8	19,9	20,3	21,8	23,3	23,1	22,3	23,2	21,5	22,1	17,8	19,7	20,1	24,7	19,5	18,0	19,5	20,1	17,5
Camions moyens	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2
Camions légers	7,0	7,5	7,6	7,4	7,5	6,8	5,4	6,1	8,9	10,7	9,9	9,3	9,2	9,1	9,9	8,6	9,3	10,6	10,6	9,5
Ferroviaire	6,6	5,9	6,0	5,7	6,8	6,6	7,0	6,0	6,6	6,5	6,0	5,6	5,1	2,4	5,4	5,9	6,0	5,5	5,0	4,6
Maritime	24,3	23,0	24,9	26,6	29,6	30,7	35,2	32,9	35,2	38,0	38,9	34,6	36,3	37,7	40,3	38,0	37,2	39,9	38,9	40,3
Essence automobile	10,4	9,5	9,9	10,3	11,6	11,8	14,9	11,2	11,3	13,0	13,9	8,7	9,3	9,4	11,3	8,7	7,9	8,4	8,7	8,2
Camions moyens	13,8	13,4	15,0	16,2	18,0	18,8	20,2	21,7	23,9	25,0	25,0	25,9	27,0	28,3	29,0	29,3	29,3	31,5	30,2	32,2
Camions légers	20,2	21,8	21,6	16,1	21,3	13,5	14,8	15,0	27,7	19,8	24,0	31,6	30,4	35,9	26,7	30,4	22,3	29,0	40,4	40,2
Mazout lourd	1,4	1,1	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1	2,1	1,6	1,6	1,2	1,0	0,9	0,7	0,7
Carburacteur	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Essence d'aviation	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gaz naturel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Propane	0,7	0,6	0,7	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2
Total général	124,9	119,6	124,1	125,0	144,2	142,4	146,9	153,2	173,1	173,6	174,8	168,6	168,7	182,4	183,8	186,1	181,3	195,8	221,4	223,6

Source: BNCÉ (2011).

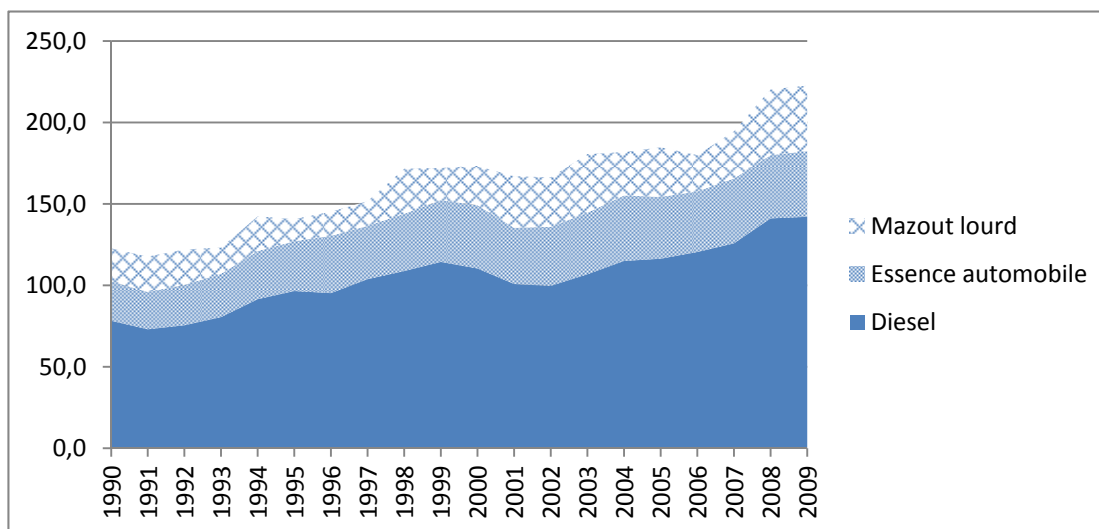


Figure 3.3 Évolution de la consommation énergétique du transport des marchandises, par principales sources d'énergie, 1990-2009

Tableau 3.4 Utilisation et consommation, transport routier des marchandises, 1990 et 2009

Modes de transport routier des marchandises	Parc (milliers)	Distance moyenne annuelle parcourue (km)	Tonnes-kilomètres (millions)	Taux de consommation moyen de carburant sur route (L/100km)	
				Essence automobile	Diesel
Camions légers					
1990	139,4	25 754	1 795	12,4	9,3
2009	331,0	24 168	4 480	11,6	10,6
Variation	+137,4 %	-6,2 %	+149,6 %	-5,9 %	+13,9 %
Camions moyens					
1990	103,4	29 367	3 341	27,1	27,6
2009	114,9	24 415	3 534	25,1	24,4
Variation	+11,1 %	-16,9 %	+5,8 %	-7,5 %	-11,7 %
Camions lourds					
1990	63,1	104 170	15 910	-	42,5
2009	70,6	113 008	41 880	-	33,0
Variation	+11,9 %	8,5 %	+163,2 %	-	-22,5 %

Source: BNCÉ (2011).

D'autre part, l'évolution de la consommation d'essence par les camions légers pour le transport des marchandises se démarque par une croissance considérable. En effet, pour ce mode de transport, l'amélioration du taux de consommation moyen d'essence n'a pu contrebalancer l'effet généré par une utilisation grandissante des camions légers. À titre d'exemple, le nombre de tonnes-kilomètres (tkm) attribuable aux camions légers a augmenté de 150 % entre 1990 et 2009, contribuant ainsi à faire plus que doubler la consommation d'essence.

Carburant diesel

Entre 1990 et 2009, la consommation de carburant diesel pour le transport des marchandises a augmenté de plus de 80 % (tableau 3.3.). Bien que le transport ferroviaire, le transport maritime, les camions moyens et légers utilisent tous ce type de carburant, il demeure que la majorité du carburant diesel est consommée par les camions lourds⁸. L'augmentation de la consommation de ce carburant est donc largement liée à la hausse de la consommation par les camions lourds.

Plus précisément, la consommation énergétique des camions lourds (lesquels ne consomment que du diesel) est passée de 43,4 PJ en 1990 à 110,4 PJ en 2009, soit une augmentation de 154 %. À l'instar des autres moyens de transport routier, le nombre de litres consommés par chaque 100 km parcourus a connu une réduction importante (de 42,5 à 33 L/100 km). Ce taux de consommation moyen de carburant demeure toutefois substantiellement supérieur à celui de tout autre moyen de transport routier (tableau 3.4).

De plus, malgré cette amélioration de leur efficacité énergétique, l'utilisation des camions lourds a presque triplé, le nombre de tkm passant de 15 milliards à 42 milliards, en raison d'augmentations parallèles du parc de camions lourds et de la distance moyenne annuelle parcourue. Une tendance similaire est également observable pour l'utilisation des camions légers à des fins de transport des marchandises, le nombre de tkm augmentant de près 150 % sur 20 ans. Les détails de l'utilisation des véhicules routiers pour le transport des marchandises sont présentés au tableau 3.4.

Mazout lourd

Notons d'abord que le mazout lourd n'est utilisé que par le transport maritime. Selon les données originales de la BNCÉ, la consommation de mazout lourd en 2009 n'affiche aucune augmentation significative comparativement à l'année 1990.

⁸ Camion dont le poids nominal brut est égal ou supérieur à 14 970 kilogrammes (33 001 livres).

Toutefois, les données ajustées pour toutes les années sur la méthodologie du MRN indiquent plutôt une croissance considérable. En effet, la consommation de mazout lourd dans le secteur du transport a doublé au cours de la période observée, passant de 20,2 PJ en 1990 à 40,2 PJ en 2009 (tableau 3.3).

3.2.3 Transport hors route

Le transport hors route inclut les véhicules qui ne sont pas enregistrés pour circuler sur les routes, tels que les véhicules tout-terrain, les motoneiges, les voitures de golf et certains véhicules militaires⁹. Seule la consommation d'essence automobile est attribuée à ce sous-secteur du transport. À 18,6 PJ en 2009, la consommation énergétique du transport hors route est non-négligeable. Historiquement, elle affiche une hausse de 55 %, ou 6,6 PJ, depuis 1990 et a atteint un sommet à 22,1 PJ en 2005, 2006 et 2007.

3.2.4 Sommaire

Au regard des informations présentées ci-dessus, il est possible d'identifier les modes de transport et les carburants affichant les tendances à la hausse les plus fortes. D'abord, bien que la voiture représente une part importante de la consommation énergétique dans le secteur du transport, elle n'est pas responsable de la croissance observée depuis 20 ans.

En effet, l'augmentation de la consommation énergétique est largement due à la croissance de l'utilisation des camions lourds (transports des marchandises seulement) et du nombre de camions légers (transports des personnes et de marchandises). Tel qu'indiqué au tableau 3.5, ces deux modes ont connu les augmentations de consommation d'énergie sur 20 ans les plus prononcées, soit 61,3 PJ pour les camions légers et 67 PJ pour les camions lourds. En somme, la figure 3.3 illustre l'ampleur de ces variations par rapport à celles des autres modes de transport routier principaux. Enfin, notons que les deux principaux carburants utilisés pour le transport, soit l'essence automobile et le diesel, sont tous deux consommés en plus grande quantité en 2009 qu'ils ne l'étaient auparavant.

⁹ Ressources naturelles Canada, Base de données nationale sur la consommation d'énergie.

Tableau 3.5 Évolution de la consommation énergétique par mode de transport, en pétajoules, 1990-2009

Mode de transport	1990 (PJ)	2009 (PJ)	Variation (PJ)	Croissance 1990-2009 (%)
Voitures	177,4	162,8	-14,7	-8 %
Camions légers	52,9	114,2	+61,3	+116 %
Camions moyens	31,0	25,6	-5,3	-17 %
Camions lourds	43,4	110,4	+67,0	+154 %
Maritime	26,8	44,8	+18,1	+67 %
Aérien	37,7	32,9	-4,8	-13 %
Hors route	12,0	18,6	+6,7	+56 %
Ferroviaire	7,3	9,8	+2,5	+34 %
Transport intra-urbain	7,5	7,1	-0,4	-6 %
Autobus scolaire	2,5	2,9	+0,4	+14 %
Autobus interurbains	2,0	1,2	-0,8	-42 %
Motocyclettes	0,7	1,2	+0,6	+89 %
Total	401,3	531,5	130,2	32 %

Source : BNCÉ (2011).

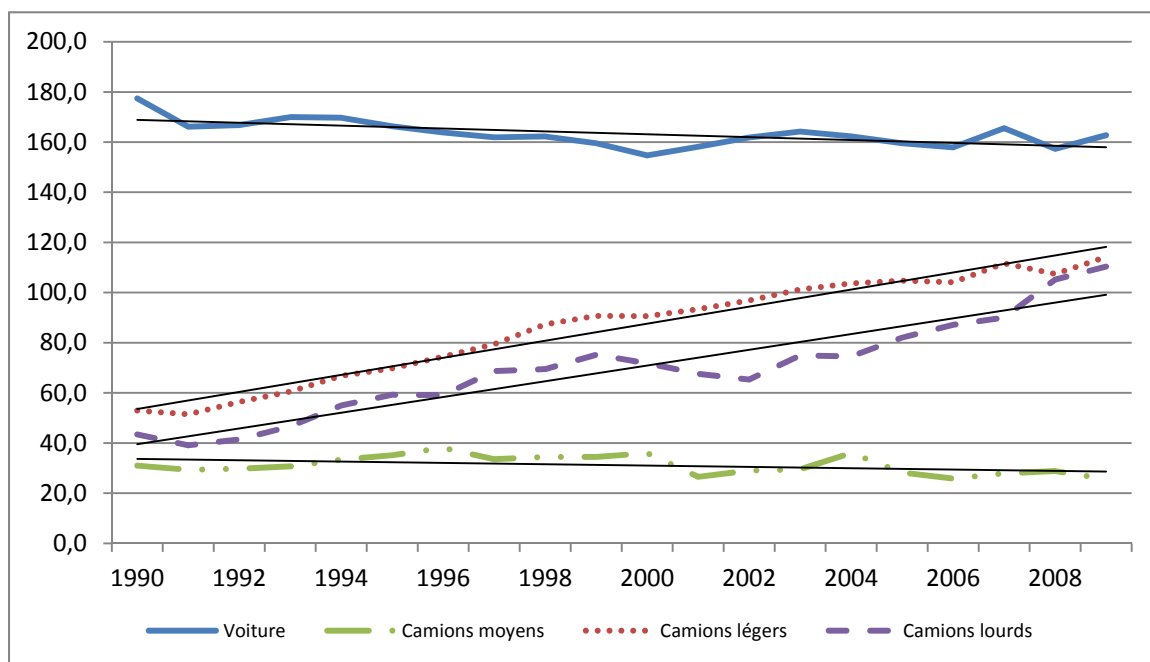


Figure 3.4 Tendances de consommation énergétique par mode de transport routier, en pétajoules, 1990-2009

Source: BNCÉ (2011).

4 BILAN DÉTAILLÉ DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE

4.1 Portrait détaillé de la consommation énergétique (2009)

Le portrait détaillé qui est présenté dans les sous-sections qui suivent est configuré de manière à désagréger la consommation énergétique dans le secteur du transport par :

- type d'utilisation (personnes, marchandises, hors route);
- type de carburant;
- mode de transport;
- type de déplacement (urbain, interurbain)
- motif de déplacement.

Les plus récentes données détaillées de la BNCÉ, soit celles pour l'année 2009, sont utilisées pour ce faire.

Par ailleurs, notons que le portrait détaillé de la consommation énergétique du secteur du transport au Québec dressé dans le cadre d'une précédente étude de potentiel technico-économique de réduction de la consommation de produits pétroliers dans le secteur du transport¹⁰ a été présenté sur la base de la nomenclature utilisée par le modèle MÉDÉE-Québec (Modèle national de prospective de demande à long terme). En utilisant principalement des données socio-économiques ainsi que des informations portant sur les déplacements des personnes et des marchandises tirées des enquêtes origine-destination, ce modèle permet une désagrégation plus fine des données de consommation énergétique.

Pour le bilan de l'année 2009, les ventilations relatives aux sous-secteurs du transport, aux types de carburants et aux modes de transport sont directement tirées des données disponibles dans la BNCÉ. Toutefois, pour les ventilations par type de déplacement et par motif de déplacement, une méthode d'estimation basée sur l'application des ratios tirés des projections produites par le modèle MÉDÉE-Québec pour l'année 2011 est employée.

Soulignons d'abord que le transport des personnes, le transport des marchandises et le transport hors route sont respectivement responsables de 54 %, 32 % et 4 % de la consommation énergétique totale du secteur du transport au Québec en 2009. Des données plus détaillées sont présentées aux sous-sections suivantes.

¹⁰ ÉcoRessources Consultants, 2008, Analyse du portrait de la consommation énergétique et aperçu du potentiel technico-économique en efficacité énergétique dans le secteur des transports au Québec, préparé pour l'Agence de l'efficacité énergétique.

4.1.1 Consommation énergétique par type de carburant

La consommation de chaque type de carburant est généralement attribuable à un nombre restreint de modes de transport. Le tableau 4.1 présente la répartition de la consommation énergétique des différents carburants par catégories de mode de transport.

Tableau 4.1 Consommation énergétique totale, 2009, par catégorie de modes de transport et type de carburant, en pétajoules

	Autos	Autobus	Camions	Ferroviaire	Maritime	Aérien	Hors route	Total
Essence automobile	162,7	0,1	121,3				18,6	302,8
Diesel	1,1	9,8	128,6	9,8	4,6			153,9
Carburéacteur						31,9		31,9
Mazout lourd					40,2			40,2
Électricité		1,3						1,3
Essence d'aviation						1,0		1,0
Propane	0,2		0,2					0,4
Gaz naturel	0,03	0,02	0,001					0,05
Total général	164,0	11,2	250,2	9,8	44,8	32,9	18,6	531,5

Source : BNCE (2011).

Note : La catégorie « Autos » inclut la consommation des voitures et des motocyclettes. La catégorie « Autobus » inclut le transport intra-urbain, les autobus scolaires et les autobus interurbains. La catégorie « Camions » inclut les camions légers, moyens et lourds.

Conformément au portrait présenté au chapitre précédent, l'essence automobile et le diesel accaparent la grande majorité de la consommation énergétique du secteur du transport en 2009, c'est-à-dire respectivement 57 % et 39 % de la consommation totale.

Les automobiles et les camions sont responsables de 94 % de la consommation d'essence automobile. Le carburant diesel, deuxième carburant en importance dans le secteur du transport, est principalement utilisé par les camions. Toutefois, notons qu'il constitue l'unique carburant consommé dans le secteur ferroviaire. Suivent le carburéacteur et le mazout lourd, dont la consommation est respectivement réservée au transport aérien et au transport maritime. Enfin, les consommations d'électricité, d'essence d'avion, de propane et de gaz naturel demeurent marginales.

4.1.2 Consommation énergétique par mode de transport routier

La consommation énergétique des modes de transport routier, lesquels correspondent aux catégories *Autos*, *Autobus* et *Camions* dans le tableau 4.1, ne représente pas moins de 80 % de l'ensemble de la consommation d'énergie par le secteur du transport en 2009. Par ailleurs, la consommation attribuable à chaque

type de véhicules est souvent liée à un carburant spécifique. Comme l'indique le tableau 4.2, les voitures consomment quasi uniquement de l'essence automobile. Dans le cas des motocyclettes, l'essence automobile est l'unique carburant consommé.

Tableau 4.2 Consommation énergétique des transports routiers, 2009, par type de véhicule routier et type de carburant, en pétajoules

	Essence automobile	Diesel	Électricité	Gaz naturel	Propane	Total
Autobus interurbains	0,03	1,2				1,19
Autobus scolaires	0,1	2,8				2,88
Camions légers	113,2	0,8		0,001	0,2	114,18
Camions lourds		110,4				110,38
Camions moyens	8,2	17,5				25,64
Motocyclettes	1,2					1,24
Transport intra-urbain	0,01	5,8	1,3	0,02		7,08
Voitures	161,5	1,1		0,03	0,2	162,76
Total	284,2	139,5	1,3	0,05	0,4	425,4

Source : BNCÉ (2011).

En ce qui a trait aux camions, la source d'énergie utilisée dépend principalement du poids de ceux-ci. En effet, alors que les camions légers n'utilisent qu'une quantité négligeable de diesel, cette forme d'énergie constitue la principale source consommée par les camions moyens et l'unique carburant des camions lourds. Notons également que les trois types d'autobus (autobus scolaires, autobus interurbains et transports intra-urbains) consomment essentiellement du carburant diesel. Toutefois, leur consommation combinée de diesel ne représente que 7 % de la consommation de ce carburant par le transport routier. Par ailleurs, le transport intra-urbain, et plus précisément le métro, demeure le seul mode de transport qui utilise l'électricité (1,3 PJ) en quantité non négligeable.

4.1.3 Consommation énergétique par type et motif de déplacement

Les quantités d'énergie consommées en fonction du type de déplacement (urbain ou interurbain) ainsi que du motif de déplacement ont été estimées à l'aide de ratios tirés des prévisions générées par le modèle MÉDÉE pour l'année 2011. Ces ratios ont ensuite été appliqués aux données de la BNCÉ pour l'année 2009. Les totaux par sous-secteur du transport et modes de transport sont ainsi conformes aux données rapportées aux sections précédentes.

Le tableau 4.3 présente les résultats détaillés de ces estimations. Le tableau 4.4 en fait la synthèse. D'abord, on remarque que près des trois quarts de l'énergie consommée pour le transport des passagers est attribuable aux déplacements

Tableau 4.3 Consommation d'énergie dans le secteur du transport au Québec en 2009, en pétajoules, par type et motif de déplacement, tableau détaillé

Consommation d'énergie dans le secteur des transports au Québec en 2009

En pétajoules

MODES		MOTIFS									
Carburant 530,2	Personnes 288,0	Automobile, camion et motocyclette 245,6	Montréal-Centre 37,91	Loisirs, aff. personnelles et magasinage	20,01						
				Étude et travail	12,95						
				Gouvernement et commercial	4,95						
			Urbain 206,7	Québec 14,62	Loisirs, aff. personnelles et magasinage	7,08					
					Étude et travail	5,15					
					Gouvernement et commercial	2,39					
			Autres 94,58		Loisirs, aff. personnelles et magasinage	55,19					
					Étude et travail	31,47					
					Gouvernement et commercial	7,91					
			Interurbain 38,9	Banlieue de Mtl 59,61	Loisirs, aff. personnelles et magasinage	32,08					
					Étude et travail	23,27					
					Gouvernement et commercial	4,26					
			Carburant 530,2	Personnes 288,0	Automobile, camion et motocyclette 245,6		Professionnels	8,62			
							Personnels	30,24			
						Urbain 5,8	Montréal-Centre 3,34	Loisirs, aff. personnelles et magasinage	1,49		
	Étude et travail	1,85									
Autres 0,59	Québec 0,89	Loisirs, aff. personnelles et magasinage				0,44					
		Étude et travail				0,45					
Interurbain 1,2	Banlieue de Mtl 1,00	Loisirs, aff. personnelles et magasinage				0,29					
		Étude et travail				0,30					
Autobus 7,0		Loisirs, aff. personnelles et magasinage				0,31					
		Étude et travail				0,69					
		Professionnels				0,23					
		Personnels				0,96					
Carburant 530,2	Personnes 288,0	Automobile, camion et motocyclette 245,6				Aut. scolaires 2,9					
						Train 0,3					
						Avion 32,2					
			Urbain 88,9	Camion 168,6							
					Interurbain 79,7						
					Train 9,5						
			Marchandises 223,6		Avion 0,7						
					Maritime 44,8						
			Carburant 530,2	Personnes 288,0	Automobile, camion et motocyclette 245,6	Hors routes 18,6					
							Automobile 0,0				
							Métro 1,3				
							Train 0,0				
							Camion 0,0				
						Carburant 530,2	Personnes 288,0	Automobile, camion et motocyclette 245,6	TOTAL 531,5		

Sources: Calculs de GENIVAR à partir de la BNCÉ (2011) et du modèle MÉDÉE (MRN, 2011).

Tableau 4.4 Consommation de carburant par le transport des personnes, par type et motif de déplacement, en pétajoules, 2009, tableau sommaire

		Consommation de carburant		
		PJ ¹	% du transport urbain	% du total
Transport interurbain²		40,0	x	13,9 %
Transport urbain²		212,5	x	73,8 %
<i>par secteur</i>	Montréal-Centre	41,2	19,4 %	14,3 %
	Québec	15,5	7,3 %	5,4 %
	Autres	95,2	44,8 %	33,0 %
	Banlieue de Montréal	60,6	28,5 %	21,0 %
<i>par motif</i>	Loisirs, aff. personnelles et magasinage	116,9	55,0 %	40,6 %
	Étude et travail	76,1	35,8 %	26,4 %
	Gouvernement et commercial	19,5	9,2 %	6,8 %
Autobus scolaire		2,9	x	1,0 %
Train		0,3	x	0,1 %
Avion		32,2	x	11,2 %
Total		288,0	x	100,0 %

Sources : Calculs de GENIVAR à partir de la BNCÉ (2011) et du modèle MÉDÉE (MRN, 2011).

1. Exclut la consommation d'électricité

2. Comprend le transport par voiture, motocyclette et camion léger

urbains. De plus, un peu moins de la moitié de ces déplacements sont effectués dans la grande région de Montréal (Montréal-Centre et banlieue de Montréal). Notons également que les déplacements ayant pour motif le loisir, les affaires personnelles et le magasinage sont responsables de plus de la moitié de la consommation énergétique liée aux déplacements urbains.

Enfin, notons que les déplacements interurbains occupent une place beaucoup plus importante pour le transport des marchandises. En effet, ceux-ci sont responsables de près de la moitié de la consommation énergétique du transport des marchandises par camion.

4.2 Identification des sous-secteurs les plus énergivores

Tel qu'indiqué aux sections précédentes, deux carburants se démarquent comme étant ceux consommés en plus grande quantité par le secteur du transport au Québec, soit l'essence automobile et le carburant diesel. Notons que le transport routier est largement responsable de cette consommation énergétique.

D'abord, bien que leur taux de consommation moyen d'énergie ait diminué au cours des deux dernières décennies, la part des voitures dans la consommation totale d'énergie pour le secteur du transport demeure significative. De plus, on observe que la plupart des déplacements à la source de cette consommation sont de type urbain et ont pour motif le loisir, les affaires personnelles ou le magasinage.

Plus importante encore est la consommation énergétique attribuable à l'utilisation des camions, notamment les camions lourds et légers. En effet, ces deux modes de transport affichent une croissance considérable de leur consommation énergétique et constituent deux des sous-secteurs les plus énergivores en 2009 (tableau 3.5).

Il est à noter que pour le transport des marchandises en 2009, les secteurs ferroviaire et maritime consomment aussi des quantités non négligeables de produits pétroliers. Néanmoins, comparativement aux modes de transport routier, le transport ferroviaire et le transport maritime demeurent beaucoup moins énergivores. À titre indicatif, le tableau 4.5 présente l'intensité énergétique des différents modes de transport des marchandises au Canada¹¹. On remarque que le transport routier des marchandises est non seulement le plus important en termes de consommation énergétique, mais également en intensité énergétique, c'est-à-dire que le transport de chaque tonne de marchandise nécessite en moyenne plus d'énergie par kilomètre s'il s'effectue par route plutôt que par tout autre mode de transport des marchandises.

Tableau 4.5 Intensité énergétique pour le transport des marchandises, par mode de transport, au Canada, en mégajoules par tonne-kilomètre, 2009

Modes de transport des marchandises	Consommation énergétique en 2009 (PJ)	Intensité énergétique (MJ/Tkm)
Routiers	168,6	3,48
Aérien	0,7	2,88
Maritime	44,8	0,42
Ferroviaire	9,5	0,28

Source : BNCÉ (2011).

¹¹ Les données d'intensité énergétique pour les modes ferroviaire, aérien et maritime ne sont pas calculées pour le Québec uniquement dans la BNCÉ.

5 PROJECTIONS DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE

Les projections du niveau de consommation énergétique attribuable au secteur du transport au Québec ont été réalisées à l'aide du modèle MÉDÉE-Québec (Modèle national de prospective de demande à long terme) du MRN. Ce modèle de projection est utilisé depuis 30 ans pour estimer différents scénarios relatifs à la demande énergétique et les émissions de gaz à effet de serre (GES), et ce, dans plus de 100 pays. Il s'agit d'un modèle d'estimation de la demande finale d'énergie, laquelle est d'abord estimée à un niveau désagrégé (par type d'usage final et par secteur économique), puis est additionnée de manière à obtenir la demande totale. Ce modèle a été sélectionné en raison du haut niveau de détail des données qu'il génère ainsi que pour sa compatibilité avec les données de la BNCÉ. Les estimations présentées ci-dessous représentent le plus récent scénario de référence produit par le MRN¹².

À titre comparatif, les prévisions de la consommation énergétique réalisées par l'ONÉ en 2011 sont également rapportées. Par ailleurs, en complément à son scénario de référence, l'ONÉ a produit des estimations pour quatre scénarios alternatifs.

Les hypothèses sur lesquelles reposent les scénarios des deux modèles de prévision sont présentées à la section 5.1. La section 5.2 rapporte les projections de la consommation énergétique aux horizons 2016 et 2021 suivant les deux modèles.

5.1 Présentation des hypothèses

5.1.1 Modèle MÉDÉE – Scénario de référence 2011

Les projections de consommation énergétique au Québec réalisées à l'aide du modèle MÉDÉE dépendent des hypothèses caractérisant le scénario de base. Dans sa plus récente version (2011), ce scénario prend en considération les hypothèses suivantes :

- Prix du pétrole en 2021 :
100,7 US\$ (dollars de 2009);
- PIB réel : taux de croissance moyen de 1,8 % de 2006 à 2021;
- Population : taux de croissance moyen de 0,8 % de 2006 à 2021
(1,2 % pour les ménages);

12 Pendant la production de la présente étude, de nouvelles modélisations ont été menées avec le modèle MÉDÉE. Ces modélisations se sont basées sur les scénarios de référence, faible et élevé de l'évolution du prix du pétrole brut du rapport Annual Energy Outlook 2012 de l'U.S. Energy Information Administration. L'annexe 1.2 présente la mise à jour des résultats des prévisions pour 2016 et 2021 selon ces nouveaux scénarios. Ce sont ces scénarios de référence à partir desquels le PTÉ est évalué.

- Différentes politiques gouvernementales en cours ou déjà annoncées (Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques (PACC 2006-2012), La stratégie énergétique du Québec 2006-2015, Plan d'ensemble 2006-2010 de l'Agence de l'efficacité énergétique).

La prise en compte du PACC 2006-2012 influence la valeur des estimations par le biais de l'inclusion de mesures précises, soit :

- Mesure 3 : Utiliser les leviers d'intervention nécessaires afin que les manufacturiers de véhicules légers vendus au Québec respectent une norme d'émissions de GES à compter de 2010¹³;
- Mesure 4 : Viser que les distributeurs d'essence fournissent 5 % d'éthanol dans l'ensemble de leurs ventes de carburants d'ici 2012;
- Mesure 6 : Favoriser le développement et l'utilisation du transport collectif;
- Mesure 7 : Favoriser le développement et l'utilisation de modes de transport alternatifs;
- Mesure 8 : Favoriser l'implantation de projets intermodaux pour le transport des marchandises;
- Mesure 9 : Mettre sur pied un programme d'aide gouvernementale à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le transport des marchandises.

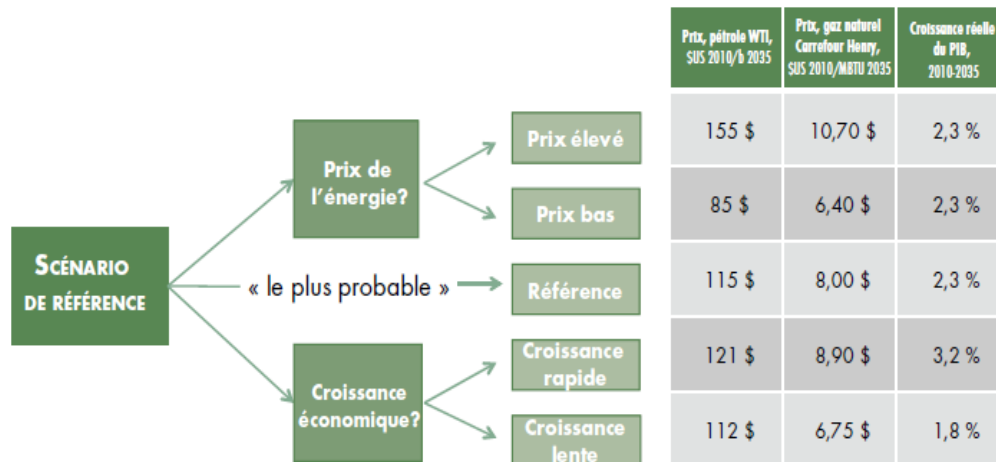
5.1.2 Office national de l'énergie

Les hypothèses principales établies par l'ONÉ sont présentées à l'échelle canadienne. Les facteurs déterminants sont la croissance économique, le prix du pétrole et le prix du gaz naturel. La figure 5.1 présente les hypothèses choisies pour chaque scénario dans le cadre de l'économie canadienne, à l'horizon de l'année 2035.

Notons toutefois que la croissance de l'économie n'est pas répartie de manière égale entre les provinces et qu'ainsi la projection de la croissance réelle du PIB du Québec, dans le modèle de l'ONÉ, ne correspond pas exactement aux hypothèses formulées pour l'ensemble du Canada.

¹³ Harmonisation avec les normes californiennes.

Croissance des prix et du PIB jusqu'en 2035 – Tous les scénarios



Source : Office national de l'énergie (2011).

Figure 5.1 Hypothèses nationales de l'Office national de l'énergie

De plus, les hypothèses énoncées quant aux prix des ressources font référence aux prix internationaux, par opposition aux prix de l'énergie pour utilisation finale, lesquels diffèrent d'une province à l'autre. Néanmoins, à l'international, le scénario de référence de l'ONÉ prévoit que le prix du pétrole WTI (West Texas Intermediate) sera de 103,36 \$US (dollars de 2010) en 2021, c'est-à-dire légèrement inférieur à l'hypothèse du MRN pour 2021 (98,7 US en dollars de 2009). Ainsi, il est peu probable que des différences majeures entre les estimés produits par l'ONÉ et par le modèle MÉDÉE soient expliquées par un prix du pétrole différent, les hypothèses étant plutôt similaires à ce niveau.

À des fins de comparaison aux hypothèses utilisées par le MRN, le tableau 5.1 présente les taux de croissance moyens du PIB et de la population ainsi que le taux d'inflation moyen utilisé par l'ONÉ pour son scénario de référence pour la province de Québec.

Tableau 5.1 Hypothèses prévisionnelles pour le Québec, Office national de l'énergie, scénario de base

	2006	2016	2021	Taux de croissance moyen 2006-2021
PIB total (en millions \$ 1997)	232 197	280 635	308 263	1,9 %
Population (en milliers)	7 632	8 291	8 599	0,8 %
Indice des prix¹	125,6	149,7	166,3	1,9 %

Source : ONÉ (2011).

1. Indice des prix à la consommation (1992 = 100)

Nous remarquons alors que les taux de croissance moyens 2006-2021 des variables considérées demeurent semblables à ceux utilisés par le MRN. De plus, soulignons que seuls les politiques et les programmes en vigueur ou sur le point de l'être au moment de la préparation du rapport de l'ONÉ (juin 2001) ont été pris en considération pour les prévisions. Ainsi, les cibles des programmes ne sont pas prises en compte; uniquement les effets des mesures sont considérés. Par exemple, parmi les mesures énoncées dans le PACC 2006-2012, les mesures 3 et 4 ont principalement été considérées. À l'inverse, l'adhésion du Québec à la Western Climate Initiative (WCI) n'a pas été intégrée à l'analyse¹⁴.

À titre indicatif, notons que l'ONÉ inclut dans le secteur du transport la consommation de biocarburants et de lubrifiants. De manière à ce que les données de l'ONÉ coïncident avec celles de la BNCÉ, ces deux catégories ont été soustraites de l'analyse.

5.2 Projections de la consommation énergétique du secteur du transport

Le tableau 5.2 présente les prévisions de la consommation énergétique du secteur du transport au Québec pour les années 2016 et 2021 en pétajoules. Les estimés sont présentés par type de carburant. Par ailleurs, afin d'assurer la cohérence entre les résultats précédents et ceux présentés ci-dessous, notons que la catégorie « essence pour moteur » est ici constituée de l'essence automobile ainsi que du propane.

À l'horizon de l'année 2016, les projections du MRN prévoient une diminution de la consommation énergétique dans le secteur du transport au Québec. Cette tendance à la baisse se confirme au cours de la période 2016-2021, lors de laquelle on observe une diminution additionnelle de la consommation énergétique.

À terme, en 2021, la réduction de la consommation énergétique d'essence pour moteurs est entièrement responsable de la réduction globale de la consommation. En effet, selon les prévisions du MRN, il s'agit du seul type de carburant dont le nombre de pétajoules consommés diminue (diminution de 18 %, soit 51,5 PJ). Au total, la consommation énergétique devrait avoir reculé de 7 % sur la période 2006-2021, passant de 484,5 PJ à 452 PJ.

¹⁴ Pareillement, l'adhésion du Québec à la WCI n'est pas prise en compte dans les prévisions du MRN.

Tableau 5.2 Prévisions de la consommation énergétique dans le secteur du transport au Québec, par type de carburant, modèles MÉDÉE et ONÉ, en pétajoules, 2016-2021

	MEDÉE				ONÉ ¹			
	2006 (PJ)	2016 (PJ)	2021 (PJ)	2006-2021 (%)	2006 (PJ)	2016 (PJ)	2021 (PJ)	2006-2021 (%)
Électricité	1,1	1,6	1,8	69	1,1	1,4	1,9	73
Gaz naturel	0,0	0,2	0,2	-	0,0	0,5	1,1	-
Essence pour moteurs	291,3	258,1	239,8	-18	291,3	302,8	308,9	6
Diesel	131,3	141,0	147,7	12	131,3	170,0	181,3	38
Carburéacteur et essence d'avion	38,4	36,7	38,8	1	38,4	37,9	41,6	8
Mazout lourd	22,3	22,9	23,7	6	11,9	18,9	19,4	63
Total	484,5	460,4	452,0	-7	474,0	531,5	554,2	17

Sources : Modèles MÉDÉE (MRN, 2011) et ONÉ (2011).

1. Scénario de référence.

Toutefois, soulignons que les prévisions réalisées par l'ONÉ présentent un résultat beaucoup plus conservateur en termes de réduction de la consommation des produits pétroliers par le secteur du transport. En effet, le scénario de référence de l'ONÉ, basé sur des hypothèses socioéconomiques similaires à celles du scénario de référence du MRN, prévoit une augmentation de la consommation énergétique de 17 % entre 2006 et 2021. De plus, les cinq scénarios considérés par l'ONÉ prévoient une augmentation de la consommation énergétique par le secteur du transport entre 2006 et 2021¹⁵. Par exemple, la quantité d'énergie consommée en 2021 varie de 507,7 PJ à 602,9 PJ dépendamment du scénario choisi.

Contrairement aux projections de l'ONÉ, le modèle MÉDÉE permet d'obtenir les prévisions de la consommation énergétique sous une plus fine désagrégation. Le tableau 5.3 présente une synthèse des prévisions désagrégées aux horizons 2016 et 2021 pour certains modes de transport, par type d'utilisation (transport des personnes et transport des marchandises), par type de déplacement (urbain ou interurbain) et par motif de déplacement. Des tableaux présentant les résultats plus détaillés sont présentés à l'annexe 1.1.

D'une part, au tableau 5.3, nous remarquons que le modèle prévoit une diminution de 56,5 PJ (-20 %) de la consommation énergétique pour le transport des personnes entre 2006 et 2021. Dans cette sous-catégorie, la réduction est beaucoup plus forte pour le transport urbain (-26,4 %) que pour le transport interurbain (-8,6 %). Par ailleurs, en milieu urbain, la réduction de la consommation d'énergie est moins prononcée dans le secteur « Banlieue de Montréal » (-23,2 %) qu'ailleurs et est

¹⁵ Toutefois, par rapport à l'année 2009, le scénario « prix élevé » affiche une très faible diminution de la consommation énergétique en 2021.

considérablement plus forte pour les déplacements ayant pour motif les études et le travail (-33,5 %) que pour ceux liés aux loisirs (-22,2 %), ainsi qu'aux activités gouvernementales (-23,5 %). Enfin, pour le transport des personnes, seuls les modes de transport ferroviaire et aérien voient leur consommation énergétique augmenter au cours de la période 2006-2021.

D'autre part, à l'inverse du transport des personnes, le scénario de base du MRN prévoit une augmentation de 17,7 PJ (+9,7 %) de la consommation énergétique par le transport des marchandises entre 2006 et 2021 (tableau 5.3). Cette hausse est principalement due à une augmentation de la consommation de produits pétroliers par le transport par camion en milieu urbain (+28,5 %). Les estimations de la consommation énergétique future des modes de transport ferroviaire et maritime montrent également des augmentations, lesquelles demeurent toutefois faibles en termes absolus : hausse de 1,6 PJ pour le transport ferroviaire et de 1,4 PJ pour le transport maritime.

Tableau 5.3 Prévisions de la consommation énergétique dans le secteur du transport au Québec, modèle MÉDÉE, par type et motif de déplacement, en pétajoules, 2016-2021

		Consommation de carburant ¹			
		2006	2016	2021	Variation 2006-2021
Transport des personnes					
Transport interurbain²		35,8	34,8	32,7	-8,6 %
Transport urbain²		204,8	170,1	150,6	-26,4 %
<i>par secteur</i>	Montréal-Centre	39,4	32,3	28,6	-27,6 %
	Québec	14,8	12,1	10,5	-28,9 %
	Autres	92,5	76,2	67,0	-27,6 %
	Banlieue de Montréal	58,0	49,6	44,5	-23,2 %
<i>par motif</i>	Loisirs, aff. personnelles et magasinage	111,7	95,3	86,9	-22,2 %
	Étude et travail	74,6	58,8	49,6	-33,5 %
	Gouvernement et commercial	18,5	16,1	14,1	-23,5 %
Autobus scolaire		2,0	1,8	1,8	-10,1 %
Train		1,1	1,3	1,4	+25,1 %
Avion		35,8	34,1	36,4	+1,7 %
Total		279,4	242,1	222,9	-20,2 %
Transport des marchandises					
Camion	Urbain	61,9	73,1	79,6	+28,5 %
	Interurbain	81,5	77,8	78,8	-3,3 %
Train		8,5	9,7	10,1	+19,1 %
Avion		2,6	2,5	2,4	-8,1 %
Maritime		28,3	28,7	29,7	+4,9 %
Total		182,8	191,8	200,5	+9,7 %

Source : Modèle MÉDÉE (MRN, 2011).

1. Exclut la consommation d'électricité

2. Comprend le transport par voiture, motocyclette et camion léger

6 CONSTATS DU BILAN DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DU SECTEUR DU TRANSPORT AU QUÉBEC

Quelques constats tirés des analyses présentées aux sections précédentes permettent de mettre en lumière les sous-secteurs présentant les plus forts potentiels de réduction de consommation de produits pétroliers.

D'un point de vue historique, il a été démontré que la consommation énergétique des voitures diminue depuis quelques années. Néanmoins, la consommation totale des voitures, spécialement en milieu urbain et ayant pour motif de déplacement les loisirs, les affaires personnelles ou le magasinage, demeure importante relativement à l'ensemble de la consommation énergétique du secteur du transport.

Depuis 1990, la consommation des camions légers et des camions lourds affiche une croissance considérable, ce qui a un impact majeur respectivement sur la consommation d'essence automobile et celle de carburant diesel. Il sera donc essentiel de considérer l'apport potentiel de ces modes de transport à la réduction de la consommation des produits pétroliers lors de l'étude du potentiel technico-économique.

Enfin, malgré les différences notables entre les projections globales générées par les deux modèles prévisionnels considérés, la consommation du carburant diesel affiche des taux de croissance forts dans les deux cas. À l'inverse, les deux modèles prévoient que la consommation d'essence automobile diminuera (MÉDÉE) ou affichera une croissance relativement faible (ONÉ).

SECTION 2

APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE ET

INVENTAIRE DES MESURES

ET INTERVENTIONS EN MATIÈRE

D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DANS LE

SECTEUR DU TRANSPORT

7 APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Les sous-sections qui suivent présentent l'approche méthodologique générale qui permet de réaliser l'analyse du PTÉ de réduction de la consommation de produits pétroliers du secteur du transport au Québec. Plus précisément y sont présentées les méthodes de recherche utilisées dans le cadre de la réalisation de l'inventaire des mesures ainsi que les équations et méthodes de calcul choisies pour estimer les potentiels techniques, la rentabilité des mesures et le PTÉ.

Toutefois, considérant la nature variée des mesures considérées, le PTÉ de réduction de la consommation de produits pétroliers propre à chaque mesure ne peut être estimé par une formule universelle. Ainsi, chaque mesure doit d'abord être analysée individuellement de manière à cerner son champ d'application et ainsi permettre d'adapter le calcul de son PTÉ en conséquence. Cette section vise à définir l'approche générale plutôt que les méthodes de calculs spécifiques à chaque mesure. À noter que l'annexe 2 présente une fiche descriptive de chacune des mesures retenues pour les calculs relatifs aux estimations du PTÉ. Pour chaque fiche, la méthodologie de calcul spécifique à la mesure est décrite et expliquée.

7.1 Justification du choix de l'approche

La méthodologie présentée ci-dessous est principalement inspirée des approches analytiques utilisées dans le cadre de récentes études de PTÉ réalisées au Québec. À cet égard, le choix des méthodes de calcul de la rentabilité économique des mesures (selon le test du coût total en ressources et le test du coût social) a été fait de manière à assurer la comparabilité entre les résultats obtenus et les estimations tirées des analyses faites précédemment. Plus précisément, deux études de PTÉ dans le secteur du transport au Québec ont été utilisées dans le cadre de l'élaboration de l'approche favorisée (ÉcoRessources, 2008; MARCON, 2010). Des études québécoises de PTÉ réalisées pour des secteurs autres que le transport ont également été utilisées pour l'établissement des bases méthodologiques de la présente analyse, notamment les études produites par JHarvey (2010, 2011). L'approche privilégiée s'inscrit donc en continuité des études québécoises précédentes.

7.2 Description générale de la méthodologie

Chaque secteur économique possède une dynamique qui lui est propre. Ainsi, une étude de PTÉ de réduction de la consommation énergétique du secteur du transport diffère en plusieurs points d'une analyse portant sur la consommation des secteurs résidentiel et commercial, notamment en ce qui a trait aux types d'énergie

consommées et aux technologies utilisées. L'approche méthodologique doit donc être définie en fonction de l'objet à l'étude, c'est-à-dire de la structure de consommation énergétique qui caractérise le secteur du transport. Pour estimer le potentiel technique d'une mesure visant à réduire la consommation d'énergie du secteur du transport, une connaissance des facteurs qui déterminent ce niveau de consommation est préalablement nécessaire. Pour cette raison, le transport des personnes et le transport des marchandises doivent être approchés différemment.

Les données relatives à la consommation énergétique des véhicules légers pour le transport des personnes sont d'abord construites selon l'identité suivante :

$$\text{Consommation totale de carburant (L)} = \text{Véhicules-kilomètres (km)} \times \text{Taux de consommation moyen de carburant (L/km)}$$

où :

$$\text{Véhicules-kilomètres (km)} = \text{Taille du parc automobile (véh.)} \times \text{Distance moyenne parcourue par véhicule (km/véh.)}$$

Ainsi, pour réduire la consommation de carburant, les mesures visent l'une ou plusieurs des composantes de cette identité. Généralement, en améliorant les performances énergétiques des véhicules, les mesures techniques permettent de réduire le taux de consommation moyen de carburant. À l'inverse, les mesures visant à influencer le comportement des automobilistes permettent généralement de diminuer le nombre de vkm. En outre, certaines mesures incitatives visent à influencer le choix du mode de transport pour certains déplacements. Ces interventions peuvent ainsi avoir un impact sur le nombre de vkm de plus d'un mode de transport simultanément. Enfin, les mesures visant à influencer le choix lors de l'achat d'un véhicule peuvent modifier la composition du parc automobile ce qui, en retour, pourrait aussi avoir un impact sur le taux de consommation moyen de carburant.

La consommation énergétique pour le transport des marchandises sera plutôt définie en fonction de l'identité suivante :

$$\text{Consommation totale de carburant (L)} = \text{Tonnes-kilomètres (tkm)} \times \text{Taux de consommation moyen de carburant (L/tkm)}$$

où

$$\text{Tonnes-kilomètres (tkm)} = \text{Stock de véhicules} \times \text{Distance moyenne parcourue par véhicule (km)} \times \text{Tonnage moyen (t)}$$

Tout comme pour le transport des passagers, les mesures techniques permettent généralement de réduire le taux de consommation moyen de carburant, alors que les mesures réglementaires, comportementales ou les incitatifs économiques cherchent habituellement à diminuer le nombre de tkm.

La réduction de la consommation de produits pétroliers est donc estimée à partir de ces identités en calculant l'impact des mesures sur leurs composantes. Pour ce faire, l'analyse suit l'ensemble des étapes méthodologiques présentées ci-dessous. Par ailleurs, les valeurs de base de ces composantes pour les années 2016 et 2021, c'est-à-dire les valeurs correspondant au scénario de référence sans l'implantation de mesures, ont été déterminées à partir du modèle MÉDÉE et peuvent être consultées au chapitre 5 de la présente étude.

7.2.1 Mise sur pied d'un inventaire de mesures et interventions

Un recensement préliminaire des mesures et interventions pouvant potentiellement être appliquées au secteur du transport au Québec a d'abord été réalisé. La liste de mesures mise sur pied dans le cadre de l'étude de PTÉ réalisée par ÉcoRessources (2008) a été utilisée comme référence de base. Certaines mesures y ont été ajoutées, d'autres ont été ajustées au regard des nouvelles technologies et de la plus récente littérature, et certaines ont été retirées lorsqu'il a été conclu qu'elles étaient obsolètes¹⁶.

La mise à jour de cette banque de mesures a été réalisée pour trois catégories d'interventions, soit les mesures de type technique, réglementaire et économique-comportemental.

Pour les mesures de gestion de la demande de transport, c'est-à-dire les mesures de type économique-comportemental, plusieurs sources principales ont été utilisées en addition à l'étude réalisée par ÉcoRessources (2008) pour dresser une première liste de mesures potentielles. En 1999, la Table des transports sur le changement climatique réalisait une importante étude des mesures et des programmes permettant de réduire la production de GES au Canada. Toujours au Canada, les études de l'Institut de recherche en politiques du transport de Victoria (VTPI) ont constitué une source importante pour établir l'inventaire des mesures de type économique-comportemental et les élasticités calculées pour cet institut par Litman (2012) sont utilisées à plusieurs reprises.

¹⁶ Par exemple, si une mesure est déjà pleinement implantée au Québec.

Aux États-Unis, les changements climatiques ont récemment suscité une vague d'analyses sur les mesures comportementales dans le secteur du transport, avec comme plus importantes les revues de littératures thématiques réalisées entre 2003 et 2006 par le Transportation Research Board (TRB), l'étude « Moving Cooler » de Cambridge Systematics (2009), les études de politiques du transport réalisées par l'Université de Californie à Davis (UCD, 2010), ainsi que l'étude « Transportation's Role in Reducing U.S.Greenhouse Gas Emission » du Department of Transport (DOT, 2010) américain.

Ce premier survol a ainsi permis de mettre sur pied un inventaire préliminaire de mesures, sans égard à la disponibilité des données relatives à celles-ci. Un second recensement de la littérature a été réalisé afin de bonifier la liste préliminaire ainsi que pour recueillir des données permettant de procéder à l'analyse du potentiel technique de chaque mesure dans le contexte québécois. Certaines données ont été puisées à même les trois sources principales nommées ci-dessus, mais la majorité des informations de coûts et de réduction de la consommation énergétique est tirée de documents scientifiques et d'études portant sur des mesures spécifiques.

Pour les mesures techniques et réglementaires, les ajouts et modifications apportés à la liste de mesures originale ont été réalisés à partir d'une revue de la littérature scientifique orientée sur la base des connaissances et de l'expertise des chercheurs du groupe FPInnovations. Les données de coût pour chaque mesure et les estimations des gains énergétiques sont tirées de recherches scientifiques et de rapports de tests en laboratoire.

Enfin, pour chaque mesure retenue, deux fiches sont produites. Une première fiche, en format texte (voir annexe 2) contient la description de la mesure, son champ d'application, sa durée de vie, l'économie d'énergie qui lui est associée, ses coûts, les différentes hypothèses en regard des taux de pénétration naturels prévus ainsi que les résultats des estimations du potentiel technique et de la rentabilité de la mesure. Enfin, cette fiche décrit également les différentes hypothèses spécifiques retenues pour les estimations. Une deuxième fiche, en format Excel, a également été produite de manière à regrouper toutes les informations quantitatives et les résultats relatifs à chaque mesure. Ces fiches servent également de base aux calculs de potentiel technique, rentabilité économique et PTÉ.

7.2.2 Potentiel technico-économique

7.2.2.1 Potentiel technique

Potentiels techniques individuels

Le potentiel technique individuel d'une mesure se définit comme la quantité d'énergie pouvant être économisée advenant la pénétration complète de la mesure sur les marchés où il est techniquement possible de l'implanter. Soulignons que les méthodes d'estimation du potentiel technique varient selon la nature de la mesure concernée. La fiche Excel produite pour chaque mesure contient un espace de calcul qui permet de réviser les calculs de potentiel technique.

Par exemple, pour la plupart des mesures de type technique, l'impact en termes d'économie d'énergie est représenté par une réduction du taux de consommation moyen de carburant pour le type de véhicules visé par la mesure. Supposant une pénétration complète de la mesure, c'est-à-dire qu'elle s'applique à l'ensemble des véhicules de ce type, la réduction du taux de consommation moyen de carburant résulte en une diminution de la consommation énergétique pour la catégorie de véhicules concernée (voir les identités présentées au début de la section 7.2). La différence entre la consommation énergétique de référence (sans mesure) et la consommation d'énergie estimée après la variation du taux de consommation moyen constitue le potentiel technique de la mesure étudiée.

À cette étape, des taux de pénétration initiaux et naturels sont appliqués de manière à obtenir un estimé réaliste des économies d'énergies potentiellement réalisables. L'implantation des mesures peut être faite de manière graduelle, ce qui implique des taux de pénétration différents à travers le temps. L'approche servant à définir les différents taux de pénétration à utiliser varie selon la nature de la mesure. Par exemple, les taux de pénétration pour les mesures techniques sont estimés sur la base de la littérature scientifique consultée et de l'expertise des chercheurs de FPInnovations. À l'inverse, les taux de pénétration pour les mesures comportementales sont estimés à l'aide des coefficients d'élasticité et dépendent d'hypothèses relatives à l'intensité d'application de la mesure¹⁸.

À noter que pour l'estimation du potentiel technique (PT), les taux de pénétration initiaux et naturels prévus influencent directement l'ampleur du potentiel. En effet, plus la pénétration naturelle prévue de la mesure est importante, plus la différence entre la pénétration complète et naturelle de la mesure sera faible et plus le potentiel

¹⁸ Par exemple, la valeur d'une taxe sur l'essence ou le prix d'un péage.

technique sera faible également. En guise d'exemple, si une mesure permet par exemple de réduire de 5 % la consommation moyenne de carburant et que son taux de pénétration naturel prévu pour 2016 est de 50 %, le potentiel technique de 2016 serait donné par $(100 \% - 50 \%) \times 5 \% \times$ la consommation énergétique prévue en 2016 pour la catégorie de véhicules sur laquelle s'applique la mesure. À noter que trois scénarios différents (faible, modéré, élevé) de taux de pénétration naturels prévus sont considérés dans l'estimation du potentiel technique de manière à faire une analyse de sensibilité de ce paramètre. Il est possible de résumer l'exemple précédent par l'équation suivante :

$$PT = (1 - \text{le taux pénétration naturel prévu (\%)}) \times \text{l'économie énergétique inhérente à la mesure (\%)} \\ \times \text{la consommation énergétique prévue pour la catégorie de véhicules sur laquelle s'applique la mesure}$$

Pour les mesures de type économique-comportemental, le potentiel technique est estimé différemment. Le scénario de pénétration varie avec l'ampleur de l'implantation ou avec l'ampleur de la réponse des consommateurs. De surcroît, la variable affectée par une mesure de type économique-comportemental dépend de son champ d'application. Par exemple, les mesures visant à influencer le choix du véhicule (dans la même catégorie) permettent d'améliorer le taux de consommation moyen de carburant de la catégorie de véhicules visée. À l'inverse, les mesures visant à influencer le niveau d'utilisation du véhicule peuvent avoir un impact sur le nombre de vkm ou de tkm parcourus. Ainsi, les méthodes d'estimation sont adaptées au champ d'application propre à chaque mesure. Néanmoins, il importe de souligner que l'impact de nombreuses mesures de type économique-comportemental est estimé à l'aide d'élasticités. Si certaines élasticités utilisées concernent le choix de véhicule, la plupart illustrent la relation entre le nombre de vkm (ou de tkm) et une variable directement visée par une mesure (p. ex. le prix du stationnement, le prix du carburant, la densité urbaine, la couverture du réseau de transport en commun, etc.). Plus précisément, un coefficient d'élasticité représente la variation en pourcentage d'une composante de la consommation énergétique (p. ex. le nombre de vkm) en réaction à une variation de 1 % d'une variable pouvant l'affecter (p. ex. le prix de l'essence). Ainsi, l'utilisation d'élasticités permet d'évaluer l'impact de certaines mesures sur le nombre de vkm ou de tkm parcourus ou, de façon plus générale, sur la consommation énergétique globale pour un mode de transport donné. Lorsque des élasticités calculées à partir de données québécoises existent, celles-ci sont favorisées par rapport aux élasticités calculées sur la base de données canadiennes ou américaines.

Dans le cas spécifique des mesures de gestion de la demande de transport des employeurs, l'économie d'énergie est estimée à partir de données du modèle TRIMMS 2.0, élaboré par le Département de transport de l'État de la Floride. À partir de coefficients d'élasticité tirés de la littérature, ce modèle définit les changements dans les choix des modes de transport par les travailleurs en réaction à l'implantation de multiples mesures incitatives telles que le télétravail et les horaires de travail flexibles. Le modèle est appliqué aux régions de Montréal, de Laval et de la Montérégie ainsi qu'aux villes de Québec, de Gatineau, de Sherbrooke et de Trois-Rivières¹⁸. Pour ce faire, l'économie d'énergie est calculée pour une région des États-Unis similaire en densité et en population, soit la région métropolitaine de recensement combinée (CMSA) de Boston.

TRIMMS 2.0 intègre des données sur la population et l'aménagement urbain des villes et utilise des élasticités pour calculer l'impact d'une mesure sur le nombre total de déplacements et les parts de marché de chaque mode de transport. Les données québécoises suivantes sont entrées dans le modèle pour effectuer les calculs :

- la distance moyenne d'un trajet en automobile, en covoiturage, en mini-fourgonnette d'employés (vanpool), en transport en commun, à bicyclette et à la marche;
- la part actuelle de chacun de ces modes dans les déplacements liés au travail;
- le nombre total de migrants journaliers touchés par la mesure.

Ces données proviennent du modèle MÉDÉE et de calculs de GENIVAR.

Enfin, les économies d'énergies attribuables à l'implantation d'une mesure de type redevances-remises (à l'achat ou à l'immatriculation) au Québec ont été calculées à l'aide du modèle mis sur pied par GENIVAR (2011) dans le contexte d'une étude portant spécifiquement sur ce type de mesures.

Ce modèle est une variante du modèle d'achat des véhicules développé par Greene et al. (2005) adaptée au contexte québécois par GENIVAR. Il s'agit d'un modèle de choix des consommateurs, de type multinomial imbriqué, qui permet d'estimer les répercussions d'une mesure de type redevances-remises sur les comportements d'achat des consommateurs, ainsi que sur les décisions d'investissement des manufacturiers dans les technologies d'économie de carburant. Ce modèle permet,

¹⁸ Ces villes ont été considérées puisque les données nécessaires au modèle étaient disponibles. Les deux seules villes desservies par une société de transport en commun membre de l'Association du transport urbain au Québec (ATUQ) qui n'ont pas été considérées sont Lévis et Saguenay.

notamment, d'estimer l'impact énergétique (réduction de la consommation d'énergie) de l'implantation d'une mesure de type redevances-remises. L'extrant considéré est donc la réduction de la quantité d'énergie consommée par les véhicules légers au Québec.

Les intrants nécessaires sont les données relatives au parc automobile québécois et à la distance moyenne parcourue par véhicule, au prix des carburants, aux élasticités des choix des consommateurs et aux coûts technologiques. Notons également que ce modèle tient compte de l'effet rebond attribuable à la mesure¹⁹.

Ainsi, de manière générale, le calcul du potentiel technique de chaque mesure sera effectué en quelques étapes :

- i. Identifier les marchés visés (type de véhicules neufs et/ou usagés, propriétaires et/ou conducteurs);
- ii. En déduire le taux de pénétration initial, c'est-à-dire la proportion du marché ayant déjà adopté cette mesure;
- iii. Identifier la variable qui sera affectée (nombre de véhicules, distance moyenne parcourue par véhicule, vkm, tkm, taux de consommation moyen de carburant, ou consommation de carburant dans son ensemble si une factorisation n'est pas possible);
- iv. Identifier la méthode de calcul permettant d'estimer l'impact de la mesure sur la variable concernée (modèle, coefficient d'élasticité, résultats de tests en laboratoire);
- v. Procéder au calcul du potentiel technique de chaque mesure sur une base annuelle, de même qu'aux horizons de 2016 et 2021.

Potentiel technique total

Le potentiel technique total de réduction de la consommation de produits pétroliers du secteur du transport est ensuite estimé en considérant simultanément l'ensemble des mesures à l'étude aux horizons 2016 et 2021. Ce potentiel technique total correspond à la somme de l'ensemble des potentiels techniques individuels. Toutefois, puisque certaines mesures ne peuvent être considérées comme mutuellement exclusives, c'est-à-dire qu'elles ne peuvent être implantées

19 L'effet rebond consiste en une augmentation de la distance parcourue résultant d'un changement dans les coûts d'utilisation d'un véhicule pour une distance donnée. Selon ce principe, les consommateurs auront tendance à parcourir une plus grande distance avec un véhicule qui connaît une plus grande efficacité énergétique, puisqu'il en coûte moins cher par kilomètre parcouru.

simultanément (véhicules électriques et véhicules hybrides), l'évaluation du PTÉ doit considérer cette réalité et corriger le potentiel technique total (des exemples concrets sont donnés à la section 9.1.1). Enfin, certaines mesures interagissent de manière synergique. Ainsi, si deux mesures complémentaires sont implantées simultanément, il est possible que l'impact final sur la consommation d'énergie soit plus grand que la somme de leurs impacts individuels. Par exemple, l'implantation d'espaces de stationnement incitatifs en fin de ligne de transport en commun jumelée à la mise en place de voies réservées au transport collectif peut générer de tels effets synergiques qui sont pris en considération dans l'évaluation du potentiel technique total.

7.2.2.2 Rentabilité économique

Au-delà du potentiel technique de réduction de la consommation de produits pétroliers attribuable à une mesure spécifique, il importe de connaître la rentabilité économique de cette mesure afin d'estimer le PTÉ. De manière générale, cette rentabilité économique est calculée sur la base de la valeur actualisée nette (VAN), exprimées en dollars constants de 2011, de la différence entre les coûts et les bénéfices énergétiques monétaires annuels imputables à la mesure.

Toutefois, il est à noter que deux différentes méthodes d'évaluation de la rentabilité des mesures ont été utilisées dans la présente étude, soit la méthode basée sur la VAN des flux des gains énergétiques monétaires moins les coûts, ainsi que la méthode de la théorie économique selon laquelle la rentabilité est estimée du point de vue de la variation du bien-être de la société dans son ensemble. Alors que la première méthode est utilisée pour toutes les mesures techniques, la seconde concerne la grande majorité des mesures de type économique-comportemental. Les sous-sections suivantes expliquent de quelles manières sont estimées les coûts et les bénéfices énergétiques monétaires de chacune des méthodes et pourquoi et dans quels contextes ces méthodes respectives sont utilisées.

D'une part, les coûts, c'est-à-dire l'investissement initial et les coûts récurrents (coûts annuels d'opération, frais d'entretien, coûts du combustible ou du carburant de remplacement, etc.) de chaque mesure doivent être estimés. D'autre part, les gains énergétiques doivent être monétisés afin de permettre de les comparer aux coûts et ainsi obtenir une valeur de rentabilité économique. Plus précisément, cette méthodologie nous permet de ramener chaque mesure sur une même base comparable et ainsi d'identifier les plus rentables.

Les coûts et bénéfices énergétiques monétaires

Tout d'abord, les coûts, c'est-à-dire l'investissement initial et les coûts récurrents (coûts annuels d'opération, frais d'entretien, coûts du combustible ou du carburant de remplacement, etc.) de chaque mesure doivent être estimés. Ici, il est également pertinent d'ajouter que dans le cadre d'une étude de PTÉ, les coûts de programme et administratifs sont exclus de l'analyse de la rentabilité économique. La structure de coût des mesures dépend de leur champ d'application, de leur durée de vie et de leur nature.

Par exemple, pour les mesures de type technique, les coûts sont généralement calculés à partir du coût unitaire attaché à l'implantation ou à l'achat d'une technologie supérieure. Par définition, le surcoût est considéré dans le cas de l'acquisition d'une technologie neuve par rapport à une technologie conventionnelle (p. ex. l'achat d'un véhicule électrique vs l'achat d'un véhicule à moteur thermique), tandis que le coût complet est utilisé dans le cas de l'installation d'une technologie (p. ex. l'installation de déflecteurs arrière) sur un véhicule existant. Notons que les coûts sont exprimés en dollars constants de 2011. La VAN des coûts sur la durée de vie de la mesure est ensuite estimée.

Toujours pour les mesures de type technique, l'économie d'énergie inhérente à l'implantation d'une mesure exprimée en joules ou en litres de carburant est par la suite monétisée, c'est-à-dire transformée de manière à ce que l'unité de mesure soit monétaire (en dollars constants 2011). Pour ce faire, la méthode des coûts évités est employée. Concrètement, une valeur monétaire correspondant au coût attribuable à la consommation d'une unité de carburant est assignée aux économies d'énergies estimées. Plus précisément, les coûts évités représentent ici les bénéfices exprimés en termes du coût des carburants ou combustibles qui auraient été consommés en l'absence de la mesure. Par ailleurs, à l'instar des coûts d'implantation, les coûts évités sont exprimés en dollars constants de 2011. Enfin, le coût évité peut également inclure la valeur monétaire des externalités environnementales attribuables à la consommation d'une unité de carburant. Les valeurs de coûts évités incluant et excluant ces externalités seront toutes deux considérées lors du calcul de la rentabilité économique.

Une étude récente réalisée par GENIVAR (2009) pour l'Agence de l'efficacité énergétique a permis d'estimer les valeurs des coûts évités pour plusieurs types de carburants et combustibles jusqu'à l'an 2038. Pour les besoins de l'étude de PTÉ de réduction de la consommation de produits pétroliers du secteur du transport, ces

estimés ont été mis à jour, puis utilisés afin de monétiser les gains énergétiques des mesures étudiées²⁰. Au total, six scénarios de coûts évités ont été considérés, soit trois scénarios chacun pour les coûts évités excluant et incluant les externalités (les GES). Ces scénarios ont été estimés à partir des trois scénarios de références du prix du pétrole brut (prix faible, prix référence et prix élevé) du rapport Annual Energy Outlook 2012 de l'U.S. Energy Information Administration. À noter également que les coûts évités incluant les externalités, c'est-à-dire les GES, ont été estimés à partir des prix des contrats du Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI) pour le CO₂, du NFI-A pour le NO_x et du SFI pour le SO_x, contrats transigés sur la bourse Chicago Climate Futures Exchange (CCFE).

Pour les mesures de type économique-comportemental, dans le même ordre d'idée que les mesures techniques, il est commun qu'une mesure comporte des coûts d'investissement et des coûts de maintien. Par exemple, l'installation d'un péage routier nécessite un investissement en infrastructures (poste de péage, détecteurs électroniques, etc.) ainsi que des coûts récurrents pour maintenir le poste de péage en opération. Il est ainsi possible de déterminer les coûts annuels de chaque mesure puis de calculer la VAN de ces montants. Toutefois, toujours pour les mesures de type économique-comportemental, le calcul de la rentabilité des mesures nécessite également l'estimation de la variation du bien-être de la société dans son ensemble. La rentabilité est donc donnée par l'addition de la variation du bien-être de la société et des coûts d'investissement et de maintien, le tout, actualisé en dollars constants 2011. Les paragraphes suivants expliquent clairement les deux méthodologies distinctes pour l'évaluation de la rentabilité des mesures techniques et des mesures de type économique-comportemental.

Rentabilité économique des mesures technique

La rentabilité économique de chaque mesure technique est évaluée par les méthodes d'analyse coût-bénéfices du test du coût total en ressources (TCTR) et du test du coût social (TCS)²¹. Le TCTR utilise, comme coût évité, le prix de détail du carburant ou combustible économisé par la mesure, alors que le TCS permet de monétiser les économies d'énergie d'une mesure en considérant également les externalités environnementales.

La rentabilité correspond à la différence entre la VAN des gains énergétiques monétisés et la VAN des coûts d'implantation. La formule de l'estimation de la rentabilité d'une mesure peut donc être définie ainsi :

²⁰ Les coûts évités mis à jour peuvent être consultés à l'annexe 3.

²¹ Contrairement au TCTR, le TCS inclut les externalités liées à la consommation d'un type de carburant ou combustible dans le calcul du coût évité.

$$\text{Rentabilité} = \text{VAN} (\text{Économie d'énergie (GJ)} * \text{Coûts évités (\$/GJ)}) - \text{VAN} \\ (\text{Coûts d'implantation (\$)})$$

La VAN est exprimée en dollars constants de 2011 et estimée sur la durée de vie de la mesure, qui équivaut généralement à la durée de vie du véhicule. Le taux d'actualisation réel utilisé est de 6 %, ce qui correspond à un taux nominal de 8 % et à un taux d'inflation de 2 %. Néanmoins, le chiffrier Excel permet de faire varier le taux d'actualisation et de générer à nouveau l'ensemble des résultats de la rentabilité économique des mesures.

Une mesure est jugée rentable si l'expression précédente est positive pour cette mesure, c'est-à-dire si les bénéfices qu'elle procure en termes d'économies d'énergie sont supérieurs aux coûts nécessaires à son implantation et à son maintien.

Rentabilité économique pour le cas spécifique des mesures techniques de conversion

Tel qu'énoncé précédemment, pour la majorité des mesures techniques, les économies d'énergie sont calculées comme la différence entre les quantités après et avant l'implantation de la mesure et elles sont ensuite monétisées en les multipliant par le coût évité. Toutefois, pour les mesures de conversion (conversion au propane ou au gaz naturel) qui ne font que remplacer un type de carburant par un autre sans entraîner de changement dans la quantité d'énergie consommée (bien qu'elles puissent entraîner des réductions d'émissions de GES), les consommations énergétiques après vs avant sont d'abord monétarisées, puis soustraites l'une de l'autre. Ceci permet d'évaluer leur rentabilité non nulle en termes monétaires (due à la différence de prix entre les deux formes d'énergie impliquées) même si elles n'engendrent pas réellement d'économie d'énergie (en PJ, l'économie d'énergie est nulle puisque les quantités consommées avant et après l'implantation de la mesure sont les mêmes. La VAN de ces économies monétaires doit ensuite être comparée à la valeur VAN des coûts d'implantation de la mesure de conversion pour en estimer sa rentabilité.

Rentabilité économique des mesures de type économique-comportemental

Enfin, pour les mesures de type économique-comportemental, une approche quelque peu différente a dû être retenue. Contrairement aux mesures techniques, l'estimation de la rentabilité de celles de type économique-comportemental est moins intuitive. En effet, par exemple, quel est le coût d'une taxe, d'une subvention,

de l'implantation d'un péage, de mesures favorisant le transport en commun ou le covoiturage? Selon la théorie économique, ces différentes mesures induisent un coût ou un rabais pour le consommateur ou le producteur de manière à influencer un comportement. Toutefois, ces coûts ou ces rabais ne sont en réalité qu'un transfert entre agents, par exemple un transfert des consommateurs au gouvernement pour ce qui est d'une taxe. Ces mesures impliquent également un changement dans les prix relatifs et une distorsion dans le marché dans la mesure où les prix du marché ne sont plus déterminés exclusivement par l'offre et la demande. Dans ce contexte, la rentabilité de telles mesures de type économique-comportemental est estimée du point de vue de la richesse de la société dans son ensemble. Ainsi, chaque année, la variation du bien-être global, ou du « surplus », est calculée et utilisée pour calculer la rentabilité des mesures de 2011 à 2021. Le surplus correspond à la différence entre la valeur unitaire des biens consommés et leur coût marginal, tel qu'illustré à la figure 7.1.

Lorsqu'il y a présence d'externalités, telles que des émissions de GES par exemple, le surplus est inférieur puisque le prix diffère du coût marginal, tel que montre la figure 7.2. Le coût social attribuable aux émissions de GES correspond à la différence entre le coût évité incluant les externalités et le prix de détail du carburant.

La perte sèche est un coût, car des déplacements sont effectués à un coût marginal supérieur à leur valeur. Dans cette situation, une taxe qui équivaldrait à la valeur de l'externalité permettrait de rééquilibrer le marché de sorte que le prix soit égal au coût marginal. De façon analogue, ne pas effectuer un déplacement alors que sa valeur est supérieure à son coût marginal génère une perte sèche. En absence d'externalités, les taxes génèrent une perte sèche puisqu'elles diminuent la quantité consommée du bien taxé²³. L'effet de cette distorsion des prix doit être considéré dans l'estimation de la rentabilité des mesures de type économique-comportemental. Le montant d'une perte sèche équivaut approximativement à :

$$(La\ variation\ du\ prix\ X\ la\ variation\ de\ la\ quantité) / 2$$

En résumé, une taxe produit l'effet inverse d'une perte sèche lorsque le prix du marché est trop faible. Cela se produit lorsque la consommation d'un bien a des effets néfastes sur la société, telles les émissions de GES. Dans ce cas, la taxe est bénéfique jusqu'à ce qu'elle ait récupéré le coût pour la société des émissions de GES.

²³ Comme la rentabilité des mesures de type économique-comportemental est nécessairement négative sans la présence d'externalités, la présente étude s'est intéressée seulement à la rentabilité lorsque des externalités sont considérées pour ces mesures.

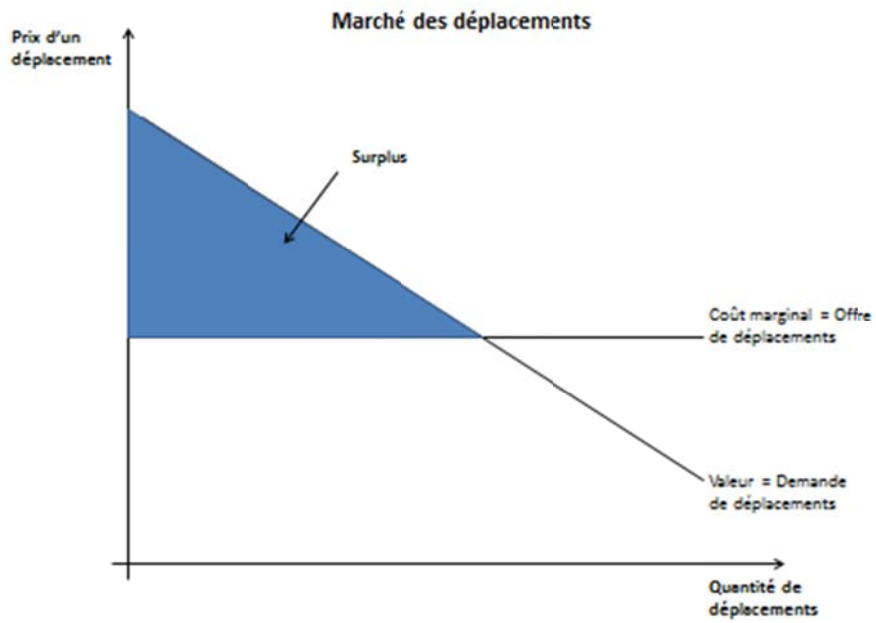


Figure 7.1 Surplus économique sur le marché des déplacements

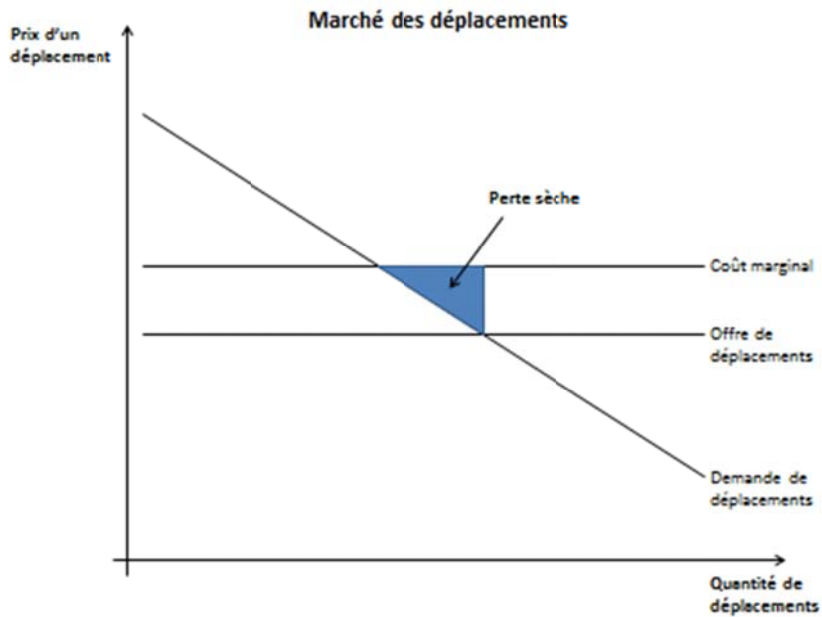


Figure 7.2 Perte sèche sur le marché des déplacements

De manière plus spécifique, la consommation d'un carburant ou d'un combustible génère un coût pour la société puisque cette consommation entraîne des émissions de GES. Comme expliqué à la section précédente, dans le cadre de la présente étude, les coûts liés aux émissions de GES proviennent de la bourse du CCFE. Toute taxe qui augmente le prix du marché jusqu'à la valeur du coût des GES crée une variation positive du surplus, et toute taxe au-delà de ce montant crée une perte sèche. Il s'agit donc de déterminer l'effet net de la perte sèche et du surplus générés par la taxe pour obtenir la rentabilité de la mesure. Ainsi, plus le coût imputé aux GES est important, plus le montant d'une taxe pourra également être important avant de créer une perte sèche. Dans le cadre de la présente étude, le coût imputé à une tonne de GES est relativement faible, à l'image de ce qui est observé à la bourse du CCFE. Ceci implique qu'il est beaucoup plus difficile de rentabiliser une mesure de type économique-comportemental. Les fiches descriptives de chacune des mesures de l'annexe 2.3 expliquent de manière détaillée le calcul de la rentabilité de ce type de mesure.

En définitive, pour les mesures de type économique-comportemental, la variation dans le bien-être de la société de 2011 à 2021 est additionnée en valeur actualisée nette (dollars constants 2011), pour obtenir la rentabilité sur la période concernée.

7.2.2.3 Potentiel technico-économique

Le PTÉ est par la suite calculé en additionnant les économies d'énergies associées à l'ensemble des mesures pour lesquelles une rentabilité économique positive (supérieure à zéro) a été démontrée²³. Cette sommation est effectuée pour les horizons 2016 et 2021 à l'aide d'un chiffrier Excel qui permet de reproduire l'entièreté des résultats, incluant les calculs des potentiels techniques, de la rentabilité économique et du PTÉ.

Ce chiffrier dynamique permet également de réaliser de multiples analyses de sensibilité en offrant à l'utilisateur la possibilité de modifier les hypothèses de base. Ces hypothèses sont décrites au début du chapitre 9. Ainsi, l'utilisateur de cet outil informatique peut générer les résultats désirés en sélectionnant les scénarios de pénétration de son choix (faible, modéré, fort) et en modifiant la valeur de certaines variables telles que le taux d'actualisation et les coûts évités notamment²⁴.

²³ En cas de mesures concurrentes (différentes versions d'une même mesure), seules les économies attribuables à la mesure la plus rentable sont conservées dans ce calcul.

²⁴ Les coûts évités sont estimés en fonction d'hypothèses relatives à l'évolution des prix des carburants et du carbone, lesquelles peuvent être modifiées par l'utilisateur.

Au final, le PTÉ de réduction de la consommation de produits pétroliers dans le secteur du transport au Québec est exprimé en unités énergétiques (GJ, PJ) ainsi qu'en pourcentage de réduction par rapport au scénario de référence. Les résultats de l'analyse de PTÉ sont présentés cumulativement, de même qu'individuellement pour chacune des mesures rentables, par ordre décroissant de leur rentabilité respective. Les résultats sont présentés au chapitre 9.

7.4 Limites et hypothèses

Pour l'ensemble des méthodes de calcul exposées aux sections précédentes, certaines hypothèses générales doivent être formulées. D'autres hypothèses plus spécifiques à l'analyse de chacune des mesures sont précisées dans les fiches descriptives des mesures figurant à l'annexe 2 du rapport, de même que dans le chiffrier Excel présentant les calculs afférents.

D'abord, aux fins des calculs de rentabilité économique, pour rendre compte des préférences intertemporelles et du coût d'opportunité, les valeurs sont exprimées en termes de VAN. Dans ce contexte, un taux d'actualisation de base doit être choisi. Dans le cadre de cette étude, un taux réel de 6 % a été retenu. Ce taux correspond à celui généralement utilisé par le BEIE.

Ensuite, la rentabilité de certaines mesures est difficile à calculer en raison de l'impact très large qu'elles ont sur le bien-être de la société. Par exemple, dans l'aménagement du territoire, la diminution du kilométrage parcouru en voiture n'est qu'une facette des bienfaits de la densification, et une étude approfondie serait nécessaire pour comptabiliser l'ensemble des coûts et des bienfaits à l'échelle de la société d'une telle mesure.

De surcroît, bien que le modèle MÉDÉE du MRN permette de fournir des estimations quant à la consommation énergétique future pour différents modes de transport et selon différents types de carburants, plusieurs données relatives aux vkm, aux taux moyens de consommation, ainsi qu'aux parcs selon différentes catégories de véhicules ne sont pas générées par le modèle. Ainsi, certains calculs reliés au potentiel technique et à la rentabilité des mesures ont nécessité l'utilisation de données statistiques de la BNCÉ (2011)²⁵, notamment pour le nombre de véhicules, le kilométrage annuel moyen, le taux de consommation moyen et le nombre moyen de vkm ou de tkm pour différentes catégories de véhicules et modes de transport. Il est à noter que la valeur de certaines données provenant de la BNCÉ (2011) ont soulevé des doutes malgré la crédibilité de la référence. Dans ce contexte, l'utilisation de données d'autres sources est une alternative qui mériterait d'être analysée lors d'études semblables subséquentes.

²⁵ Les données utilisées provenant de la BNCÉ sont présentées au chapitre 3, tableaux 3.2 à 3.4.

Voici les principaux paramètres et statistiques visés par cette remarque :

- Les taux de consommation moyens de carburant utilisés sont de 42,3 L/100 km pour les autobus urbains et de 33 L/100 km pour les camions lourds. Ces valeurs paraissent faibles. Elles devraient être vérifiées lors d'études ultérieures.
- Les nombres de véhicules présentés dans la BNCÉ comportent également d'importantes différences avec ceux issus du bilan statistique annuel de la SAAQ, notamment en ce qui concerne le parc de véhicules lourds. Bien qu'une mise en garde concernant ces disparités entre les deux sources soit faite dans la présente étude, la source de ces différences n'a pu être identifiée.

De plus, comme il est difficile de faire des hypothèses à propos du moment où une mesure est appliquée sur un véhicule (p. ex. un véhicule ayant déjà quelques années), il a été considéré que les mesures s'appliquaient à tous les véhicules pour le potentiel technique, peu importe leur âge. Toutefois, comme le PTÉ est estimé pour les années 2016 et 2021, cette hypothèse se veut moins limitative compte tenu que le parc de véhicules aura en grande partie été renouvelé à moyen et long termes.

Les prix des carburants constituent également des facteurs fondamentaux. D'une part, ces prix ont une influence sur les décisions des consommateurs en matière de transport et, d'autre part, ils sont à la base des estimations de coûts évités qui sont utilisées dans les analyses de rentabilité économique. Néanmoins, ces prix sont considérés comme exogènes au modèle puisque le Québec est un preneur de prix sur les marchés des produits pétroliers. Ainsi, les prix des carburants sont déterminés sur la base d'hypothèses documentées. Toutefois, soulignons que ces prix sont également appelés à varier dans le contexte où certaines mesures (p. ex. taxe sur l'essence) visent à modifier directement le prix à la pompe.

En regard de l'ensemble des mesures réduisant la consommation d'énergie des véhicules légers, la redirection possible de certains déplacements vers le transport en commun et la possible hausse de la consommation énergétique du transport en commun sont ignorées. Cela correspond à poser l'hypothèse que la hausse de la clientèle du transport en commun sera trop faible pour inciter les sociétés de transport à augmenter leur offre de service. Les seules mesures où le transfert modal vers le transport en commun est considéré sont les mesures qui ciblent les transports en commun. Pour ces mesures, la consommation énergétique additionnelle des véhicules de transport en commun est incluse dans les calculs.

Enfin, les effets d'interactions, notamment les effets synergiques et les effets rebonds, ont été pris en compte dans les estimations du potentiel technique et du PTÉ lorsque les données étaient disponibles pour les mesurer.

8 LISTE DES MESURES ET INTERVENTIONS

Tel qu'indiqué à la section précédente, les études de PTÉ antérieures (ÉcoRessources, 2008; MARCON, 2010) ont servi de point de départ pour l'élaboration de la liste des mesures et interventions potentiellement applicables au secteur du transport au Québec. Cette section dresse une liste exhaustive des 142 mesures considérées pour la présente étude, indépendamment du fait qu'elles aient été retenues ou pas pour les étapes subséquentes de l'analyse du PTÉ. Les justifications qui expliquent pourquoi une mesure n'a pas été retenue se trouvent dans les tableaux de cette section. À cette étape, 102 mesures ont été retenues pour l'analyse du PTÉ. Des fiches descriptives détaillées sont présentées en annexe pour les mesures retenues.

Notons qu'un identifiant unique est attribué à chaque mesure retenue. Cet identifiant comporte un numéro ainsi qu'une lettre, laquelle indique le type de mesure selon les catégories suivantes :

- A) Mesure technique, transport des personnes;
- B) Mesure technique, transport des marchandises²⁶;
- C) Mesure réglementaire, transport des personnes;
- D) Mesure réglementaire, transport des marchandises;
- E) Mesure économique-comportementale, transport des personnes;
- F) Mesure économique-comportementale, transport des marchandises.

Les catégories de véhicules retenues sont les mêmes que dans la BNCÉ (2011), soit :

- Transport des personnes :
 - Véhicules légers (voiture et camions légers²⁷).
- Transport des marchandises :
 - Camions légers de classes 1 et 2;
 - Camions moyens²⁸ de classes 3 à 7;
 - Camions lourds²⁹ de classe 8.

²⁶ Inclut les mesures relatives au transport aérien, ferroviaire et maritime.

²⁷ La catégorie « camions légers » inclut les camions dont le poids nominal brut ne dépasse pas 3 855 kilogrammes (8 500 livres).

²⁸ Camion dont le poids nominal brut varie entre 3 856 et 14 969 kilogrammes (de 8 501 à 33 000 livres).

²⁹ Camion dont le poids nominal brut est égal ou supérieur à 14 970 kilogrammes (33 001 livres).

8.1 Mesures par type d'intervention

8.1.1 Mesures techniques

Les mesures de nature technique correspondent à l'adoption de technologies supérieures ou de carburants de remplacement de manière à améliorer l'efficacité énergétique de différents modes de transport.

De manière spécifique, la liste des mesures techniques contient :

- 96 mesures, dont 67 ont été retenues pour l'analyse du PTÉ;
- 28 mesures liées au transport des personnes :
 - 16 mesures pour véhicules légers (11 retenues);
 - 5 mesures pour autobus urbains (5 retenues);
 - 7 pour l'ensemble des autobus (7 retenues).
- 68 mesures liées au transport des marchandises :
 - 11 mesures pour camions légers (11 retenues);
 - 43 mesures pour véhicules moyens et lourds (22 retenues);
 - 3 mesures pour le transport aérien (3 retenues);
 - 5 mesures pour le transport ferroviaire (4 retenues);
 - 6 mesures pour le transport maritime (4 retenues).

Les tableaux 8.1 et 8.2 présentent les mesures de nature technique pour l'ensemble des modes de transport à l'étude.

8.1.2 Mesures réglementaires

Les mesures de type réglementaire compilées sont des mesures qui nécessitent, jusqu'à un certain niveau, une intervention des autorités publiques afin de pouvoir être implantées de manière optimale. Plus précisément, ces mesures requièrent que certains règlements soient ajustés de manière à soit imposer un changement de comportement sur la route ou encore à permettre à certaines technologies alternatives d'être mises en application. Celles-ci sont présentées aux tableaux 8.3 et 8.4.

Tableau 8.1 Liste des mesures techniques – transport des personnes

ID	Catégorie	Nom de la mesure	La catégorie de transport	Mode de transport	Variable sur laquelle la mesure a un impact	Si retranchée, justification
A1	Technique	Véhicules électriques légers	Personne	Véhicules légers	Efficacité énergétique	
A2	Technique	Véhicules électriques autobus urbains	Personne	Transport collectif (autobus urbains)	Efficacité énergétique	
A3	Technique	Véhicules hybrides légers	Personne	Véhicules légers	Efficacité énergétique	
A4	Technique	Véhicules hybrides autobus urbains	Personne	Transport collectif (autobus urbains)	Efficacité énergétique	
A5	Technique	Véhicules légers à pile à combustible	Personne	Véhicules légers	Efficacité énergétique	
A6	Technique	Autobus urbains à pile à combustible	Personne	Transport collectif (autobus urbains)	Efficacité énergétique	
A7	Technique	Véhicules légers à gaz naturel comprimé (GNC)	Personne	Véhicules légers	Efficacité énergétique (émissions de CO2)	
A8	Technique	Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)	Personne	Transport collectif (autobus urbains)	Efficacité énergétique (émissions de CO2)	
A9	Technique	Véhicules légers alimentés au propane	Personne	Véhicules légers	Efficacité énergétique (émissions de CO2)	
A10	Technique	Autobus urbains alimentés au propane	Personne	Autobus	Efficacité énergétique (émissions de CO2)	
A11	Technique	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour véhicules légers	Personne	Véhicules légers	Efficacité énergétique	
A12	Technique	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains	Personne	Transport collectif (autobus urbains)	Efficacité énergétique	
A13	Technique	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules légers	Personne	Véhicules légers	Efficacité énergétique	
A14	Technique	Pneus à faible résistance au roulement pour autobus	Personne	Autobus	Efficacité énergétique	
A15	Technique	Pneus gonflés à l'azote pour véhicules légers	Personne	Véhicules légers	Efficacité énergétique	
A16	Technique	Pneus gonflés à l'azote pour autobus	Personne	Autobus	Efficacité énergétique	
A17	Technique	Matériaux légers pour véhicules légers	Personne	Véhicules légers	Efficacité énergétique	
A18	Technique	Chauffe-moteur pour véhicules légers	Personne	Véhicules légers	Efficacité énergétique	
A19	Technique	Systèmes de microfiltration pour l'huile de moteur pour autobus	Personne	Autobus	Efficacité énergétique	
A20	Technique	Programmation des moteurs pour autobus	Personne	Autobus	Efficacité énergétique	

Tableau 8.1 (suite) Liste des mesures techniques – transport des personnes

ID	Catégorie	Nom de la mesure	La catégorie de transport	Mode de transport	Variable sur laquelle la mesure a un impact	Si retranchée, justification
A21	Technique	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour véhicules légers	Personne	Véhicules légers	Efficacité énergétique	
A22	Technique	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour autobus	Personne	Autobus	Efficacité énergétique	
A23	Technique	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus	Personne	Autobus	Efficacité énergétique	
A24	Technique	Moteur haute vitesse avec levée et calage variable des soupapes	Personne	Véhicules légers	Efficacité énergétique	Mesure qui est déjà la norme ou qui est au minimum largement répandue sur les véhicules existants (pour l'ensemble ou pour les segments de marchés applicables).
A25	Technique	Moteur avec désactivation de cylindres au ralenti et en vitesse de croisière	Personne	Véhicules légers	Efficacité énergétique	Mesure qui est au minimum largement répandue sur les véhicules existants. En outre, une mesure limitée à un segment mineur du marché québécois : véhicules haut de gamme et/ou de puissance.
A26	Technique	Transmission variable continue	Personne	Véhicules légers	Efficacité énergétique	L'efficacité n'est pas clairement démontrée pour la majorité des conditions d'opération, le rendement mécanique et les économies de carburant sont généralement au mieux égaux à celles d'une transmission manuelle.
A27	Technique	Ventilateurs de refroidissement thermostatiques	Personne	Véhicules légers	Efficacité énergétique	Mesure qui est déjà la norme ou qui est au minimum largement répandue sur les véhicules existants (pour l'ensemble ou pour les segments de marchés applicables).
A28	Technique	Moteur à injection directe	Personne	Véhicules légers	Efficacité énergétique	Mesure qui est déjà la norme ou qui est au minimum largement répandue sur les véhicules existants (pour l'ensemble ou pour les segments de marchés applicables).

Tableau 8.2 Liste des mesures techniques – transport des marchandises

ID	Catégorie	Nom de la mesure	La catégorie de transport	Mode de transport	Variable sur laquelle la mesure a un impact	Si retranchée, justification
B1	Technique	Véhicules électriques camions (classes 1 et 2)	Marchandise	Camions légers (classes 1 et 2)	Efficacité énergétique	
B2	Technique	Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)	Marchandise	Camions légers (classes 1 et 2)	Efficacité énergétique	
B3	Technique	Véhicules à pile à combustible camions (classes 1 et 2)	Marchandise	Camions légers (classes 1 et 2)	Efficacité énergétique	
B4	Technique	Camions à gaz naturel comprimé (GNC)(classes 1 et 2)	Marchandise	Camions légers (classes 1 et 2)	Efficacité énergétique (émissions de CO2)	
B5	Technique	Camions alimentés au propane(classes 1 et 2)	Marchandise	Camions légers (classes 1 et 2)	Efficacité énergétique (émissions de CO2)	
B6	Technique	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)	Marchandise	Camions légers (classes 1 et 2)	Efficacité énergétique	
B7	Technique	Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)	Marchandise	Camions légers (classes 1 et 2)	Efficacité énergétique	
B8	Technique	Pneus gonflés à l'azote pour camions (classes 1 et 2)	Marchandise	Camions légers (classes 1 et 2)	Efficacité énergétique	
B9	Technique	Matériaux légers pour camions (classes 1 et 2)	Marchandise	Camions légers (classes 1 et 2)	Efficacité énergétique	
B10	Technique	Chauffe-moteur pour camions (classes 1 et 2)	Marchandise	Camions légers (classes 1 et 2)	Efficacité énergétique	
B11	Technique	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour camions (classes 1 et 2)	Marchandise	Camions légers (classes 1 et 2)	Efficacité énergétique	
B12	Technique	Véhicules lourds alimentés au propane (classes 3 à 8)	Marchandise	Camions (classes 3 à 8)	Efficacité énergétique (émissions de CO2)	
B13	Technique	Pneus gonflés à l'azote pour véhicules lourds (classes 3 à 8)	Marchandise	Camions (classes 3 à 8)	Efficacité énergétique	
B14	Technique	Système de microfiltration pour l'huile de moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Marchandise	Camions (classes 3 à 8)	Efficacité énergétique	
B15	Technique	Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Marchandise	Camions (classes 3 à 8)	Efficacité énergétique	
B16	Technique	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Marchandise	Camions (classes 3 à 8)	Efficacité énergétique	
B17	Technique	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	Marchandise	Camions moyens (classes 3 à 7)	Efficacité énergétique	
B18	Technique	Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Marchandise	Camions lourds (classe 8)	Efficacité énergétique	
B19	Technique	Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Marchandise	Camions lourds (classe 8)	Efficacité énergétique	

Tableau 8.2 (suite) Liste des mesures techniques – transport des marchandises

ID	Catégorie	Nom de la mesure	La catégorie de transport	Mode de transport	Variable sur laquelle la mesure a un impact	Si retranchée, justification
B20	Technique	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Marchandise	Camions lourds (classe 8)	Efficacité énergétique	
B21	Technique	Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Marchandise	Camions lourds (classe 8)	Efficacité énergétique	
B22	Technique	Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)	Marchandise	Camions lourds (classe 8)	Efficacité énergétique	
B23	Technique	Véhicules commerciaux hybrides (classes 3 à 7)	Marchandise	Camions moyens (classes 3 à 7)	Efficacité énergétique	
B24	Technique	Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)	Marchandise	Camions lourds (classe 8)	Efficacité énergétique	
B25	Technique	Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)	Marchandise	Camions lourds (classe 8)	Efficacité énergétique	
B26	Technique	Défecteurs arrière pour remorque (boat tails) pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Marchandise	Camions lourds (classe 8)	Efficacité énergétique	
B27	Technique	Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Marchandise	Camions lourds (classe 8)	Efficacité énergétique	
B28	Technique	Matériaux légers pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	Marchandise	Camions moyens (classes 3 à 7)	Efficacité énergétique	
B29	Technique	Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Marchandise	Camions lourds (classe 8)	Efficacité énergétique	
B30	Technique	Fourgon réfrigéré éco-énergétique véhicules commerciaux (classe 7)	Marchandise	Camions moyens (classes 3 à 7)	Efficacité énergétique	
B31	Technique	Camion à moteur à GNC pour transport local, véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	Marchandise	Camions moyens (classes 3 à 7)	Efficacité énergétique (émissions de CO2)	
B32	Technique	Camion à moteur à GNL pour transport régional, véhicules commerciaux (classe 8)	Marchandise	Camions lourds (classe 8)	Efficacité énergétique (émissions de CO2)	
B33	Technique	Systèmes de gestion de la pression des pneus pour véhicules lourds (classe 8)	Marchandise	Camions lourds (classe 8)	Efficacité énergétique	
B34	Technique	Composantes en fibre de carbone pour avions	Marchandise	Transport aérien	Efficacité énergétique	
B35	Technique	Winglet pour avions	Marchandise	Transport aérien	Efficacité énergétique	
B36	Technique	Turbosoufflante à réducteur pour avions	Marchandise	Transport aérien	Efficacité énergétique	
B37	Technique	Aileron de poupe pour bateaux	Marchandise	Transport maritime	Efficacité énergétique	
B38	Technique	Étrave à bulbe pour bateaux	Marchandise	Transport maritime	Efficacité énergétique	

Tableau 8.2 (suite) Liste des mesures techniques – transport des marchandises

ID	Catégorie	Nom de la mesure	La catégorie de transport	Mode de transport	Variable sur laquelle la mesure a un impact	Si retranchée, justification
B39	Technique	Système d'alimentation à quai des navires de croisière	Marchandise	Transport maritime	Efficacité énergétique	
B40	Technique	Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour bateaux (SRECC)	Marchandise	Transport maritime	Efficacité énergétique	
B41	Technique	Groupes électrogènes d'appoint sur des locomotives	Marchandise	Transport ferroviaire	Efficacité énergétique	
B42	Technique	Dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives	Marchandise	Transport ferroviaire	Efficacité énergétique	
B43	Technique	Les réducteurs de frottement roue-rail (FRR) pour locomotives	Marchandise	Transport ferroviaire	Efficacité énergétique	
B44	Technique	Électrification des trains	Marchandise	Transport ferroviaire	Efficacité énergétique	
B45	Technique	Divers composants du moteur, du châssis ou de la transmission en métaux légers	Marchandise	Véhicules lourds	Efficacité énergétique	Mesure qui est déjà la norme ou qui est au minimum largement répandue sur les véhicules existants (pour l'ensemble ou pour les segments de marchés applicables).
B46	Technique	Divers composants de carrosserie en matériaux légers (ails, capotes, carénages etc.)	Marchandise	Véhicules lourds	Efficacité énergétique	Mesure qui est déjà la norme ou qui est au minimum largement répandue sur les véhicules existants (pour l'ensemble ou pour les segments de marchés applicables).
B47	Technique	Carénages des réservoirs	Marchandise	Véhicules lourds	Efficacité énergétique	Mesure qui est déjà la norme ou qui est au minimum largement répandue sur les véhicules existants (pour l'ensemble ou pour les segments de marchés applicables).
B48	Technique	Tracteurs avec couchette à cabine aérodynamique	Marchandise	Véhicules lourds	Efficacité énergétique	Mesure qui est déjà la norme ou qui est au minimum largement répandue sur les véhicules existants (pour l'ensemble ou pour les segments de marchés applicables).
B49	Technique	Générateurs de vortex	Marchandise	Véhicules lourds	Efficacité énergétique	Potentiel insuffisant (moins de 1% d'économie en moyenne).
B50	Technique	Défecteurs d'air pour les essieux de remorque	Marchandise	Véhicules lourds	Efficacité énergétique	Potentiel insuffisant (moins de 1% d'économie en moyenne).
B51	Technique	Défecteurs pour l'espace cabine-remorque ou l'espace entre remorques	Marchandise	Véhicules lourds	Efficacité énergétique	Potentiel insuffisant (moins de 1% d'économie en moyenne).
B52	Technique	Dispositifs actifs équilibrateurs de roues	Marchandise	Véhicules lourds	Efficacité énergétique	Potentiel insuffisant (moins de 1% d'économie en moyenne).
B53	Technique	Produits d'étanchéité pour pneumatique	Marchandise	Véhicules lourds	Efficacité énergétique	Potentiel insuffisant (moins de 1% d'économie en moyenne).
B54	Technique	Ventilateurs moteur thermostatiques	Marchandise	Véhicules lourds	Efficacité énergétique	Mesure qui est déjà la norme ou qui est au minimum largement répandue sur les véhicules existants (pour l'ensemble ou pour les segments de marchés applicables).
B55	Technique	Utilisation de transmissions automatiques ou automatisées pour les véhicules lourds	Marchandise	Véhicules lourds	Efficacité énergétique	Mesure qui est déjà la norme ou qui est au minimum largement répandue sur les véhicules existants (pour l'ensemble ou pour les segments de marchés applicables).
B56	Technique	Dispositifs d'économie de carburant	Marchandise	Véhicules lourds	Efficacité énergétique	Potentiel insuffisant (moins de 1% d'économie en moyenne).

Tableau 8.2 (suite) Liste des mesures techniques – transport des marchandises

ID	Catégorie	Nom de la mesure	La catégorie de transport	Mode de transport	Variable sur laquelle la mesure a un impact	Si retranchée, justification
B57	Technique	Injection d'hydrogène	Marchandise	Véhicules lourds	Efficacité énergétique	Potentiel insuffisant (moins de 1% d'économie en moyenne).
B58	Technique	Additifs pour le carburant	Marchandise	Véhicules lourds	Efficacité énergétique	Potentiel insuffisant (moins de 1% d'économie en moyenne).
B59	Technique	Additifs pour les huiles de moteur et transmission	Marchandise	Véhicules lourds	Efficacité énergétique	Potentiel insuffisant (moins de 1% d'économie en moyenne).
B60	Technique	Silencieux d'échappement « optimisés »	Marchandise	Véhicules lourds	Efficacité énergétique	Potentiel insuffisant (moins de 1% d'économie en moyenne).
B61	Technique	Enrobages céramiques pour les collecteurs d'échappement et d'admission	Marchandise	Véhicules lourds	Efficacité énergétique	Potentiel insuffisant (moins de 1% d'économie en moyenne).
B62	Technique	Équiper les véhicules de GPS	Marchandise	Véhicules lourds	Efficacité énergétique	Mesure qui est déjà la norme ou qui est au minimum largement répandue sur les véhicules existants (pour l'ensemble ou pour les segments de marchés applicables).
B63	Technique	Équiper les véhicules avec des ordinateurs embarqués	Marchandise	Véhicules lourds	Efficacité énergétique	Mesure qui est au minimum largement répandue sur les véhicules existants et qui est considérée dans l'écoconduite.
B64	Technique	Équiper les véhicules de limiteurs de vitesse	Marchandise	Véhicules lourds	Efficacité énergétique	Mesure qui est déjà la norme ou qui est au minimum largement répandue sur les véhicules existants (pour l'ensemble ou pour les segments de marchés applicables).
B65	Technique	Hydroptères pour bateaux	Marchandise	Transport maritime	Efficacité énergétique	La technologie n'est pas encore assez avancée pour être applicable dans le cadre du transport maritime, mais elle est tout même utilisée pour des bateaux de récréation.
B66	Technique	Vaisseaux à énergie éolienne	Marchandise	Transport maritime	Efficacité énergétique	La technologie n'est pas encore assez avancée pour être applicable dans le cadre du transport maritime.
B67	Technique	Augmentation de la capacité	Marchandise	Transport ferroviaire	Efficacité énergétique	Mesure qui est déjà la norme ou au moins qui est largement répandue.

Tableau 8.3 Liste des mesures réglementaires – transport des personnes

ID	Catégorie	Nom de la mesure	La catégorie de transport	Mode de transport	Variable sur laquelle la mesure a un impact	Si retranchée, justification
C1	Réglementaire	Véhicules légers polycarburants à éthanol E85	Personne	Véhicules légers	Efficacité énergétique	

Tableau 8.4 Liste des mesures réglementaires – transport des personnes

ID	Catégorie	Nom de la mesure	La catégorie de transport	Mode de transport	Variable sur laquelle la mesure a un impact	Si retranchée, justification
D1	Réglementaire	Réduction de la vitesse des véhicules lourds (classe 8)	Marchandise	Camions lourds (classe 8)	Efficacité énergétique	
D2	Réglementaire	Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)	Marchandise	Camions lourds (classe 8)	Efficacité énergétique	
D3	Réglementaire	Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)	Marchandise	Camions (classes 3 à 8)	Efficacité énergétique (émissions de CO2)	
D4	Réglementaire	Biocarburant pour avions	Marchandise	Transport aérien	Efficacité énergétique (émissions de CO2)	
D5	Réglementaire	Biodiesel B20 pour le transport par eau	Marchandise	Transport maritime	Efficacité énergétique (émissions de CO2)	
D6	Réglementaire	Biodiesel pour l'industrie ferroviaire	Marchandise	Transport ferroviaire	Efficacité énergétique (émissions de CO2)	

De manière spécifique, la liste des mesures réglementaires contient :

- 7 mesures, toutes retenues pour l'analyse du PTÉ;
- 1 mesure liée au transport des personnes :
 - 1 mesure pour véhicules légers.
- 6 mesures liées au transport des marchandises :
 - 3 mesures pour véhicules lourds;
 - 1 mesure pour le transport aérien;
 - 1 mesure pour le transport ferroviaire;
 - 1 mesure pour le transport maritime.

8.1.3 Mesures de type économique-comportemental

Les mesures de type économique-comportemental visent à influencer les décisions prises par les utilisateurs de moyens de transport ou les gestionnaires de parcs de manière à modifier leurs comportements. Ces mesures peuvent viser directement une ou plusieurs composantes des identités de consommation énergétique. Par exemple, les mesures visant à influencer le choix du mode de transport pour des déplacements spécifiques peuvent affecter le niveau d'utilisation de certains modes et ainsi avoir un impact sur le nombre de vkm ou de tkm parcourus par ceux-ci. Alternativement, certaines des interventions étudiées peuvent influencer le choix lors de l'achat d'un véhicule, modifiant ainsi la composition du parc de véhicules et donc le taux de consommation moyen de carburant qui le caractérise. Une liste des mesures de type économique-comportemental étudiées est présentée aux tableaux 8.5 et 8.6.

De manière spécifique la liste des mesures réglementaires contient :

- 39 mesures, dont 28 retenues pour l'analyse du PTÉ;
- 31 mesures liées au transport des personnes :
 - 26 mesures pour véhicules légers (21 retenues);
 - 5 mesures pour le transport collectif (2 retenues).
- 8 mesures liées au transport des marchandises :
 - 8 mesures pour véhicules lourds (5 retenues).

Tableau 8.5 Liste des mesures de type économique-comportementale – transport des personnes

ID	Catégorie	Nom de la mesure	Nom des sous-mesures ou variantes	La catégorie de transport	Mode de transport	Variable sur laquelle la mesure a un impact	Si retranchée, justification
E1	Économique-comportementale	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements		Personne	Véhicules légers		
E1.1	Économique-comportementale	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Hausse du prix des carburants	Personne	Véhicules légers	Consommation d'essence	
E1.1.1	Économique-comportementale	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Hausse du prix de l'essence	Personne	Véhicules légers	Consommation d'essence	
E1.1.2	Économique-comportementale	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)	Personne	Véhicules légers	Consommation d'essence	
E1.2	Économique-comportementale	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Mesures visant à réduire le kilométrage parcouru	Personne	Véhicules légers	Véhicules-kilomètres	
E1.2.1	Économique-comportementale	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Assurance auto progressive au kilométrage (Pay-as-you-drive)	Personne	Véhicules légers	Véhicules-kilomètres	
E1.2.2	Économique-comportementale	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Frais chargé au kilomètre (VMT fee)	Personne	Véhicules légers	Véhicules-kilomètres	
E1.3	Économique-comportementale	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Variante aux mesures de prix à l'utilisation par modulation : Tarif modulé en fonction du kilométrage et du poids du véhicule/de l'efficacité énergétique du véhicule	Personne	Véhicules légers	Véhicules-kilomètres et efficacité énergétique	Supprimée, car trop spécialisée (Une seule référence) et chevauchement important avec d'autres mesures.
E2	Économique-comportementale	Achat de véhicules neufs à faible consommation		Personne	Véhicules légers		
E2.1	Économique-comportementale	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule	Personne	Véhicules légers	Choix de véhicules ayant une meilleure efficacité énergétique	
E2.2	Économique-comportementale	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Mesure de type redevances-remises	Personne	Véhicules légers	Choix de véhicules ayant une meilleure efficacité énergétique	
E3	Économique-comportementale	Restriction de l'accès aux centres urbains		Personne	Véhicules légers		
E3.1	Économique-comportementale	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péages routiers	Personne	Véhicules légers		
E3.1.1	Économique-comportementale	Restriction de l'accès aux centres urbains	Installation de péages routiers	Personne	Véhicules légers	Véhicules-kilomètres	
E3.1.2	Économique-comportementale	Restriction de l'accès aux centres urbains	Taxe sur la congestion	Personne	Véhicules légers	Moment des déplacements	
E3.1.3	Économique-comportementale	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péage par territoire (Cordon Area Tolls)	Personne	Véhicules légers	Véhicules-kilomètres	
E3.2	Économique-comportementale	Restriction de l'accès aux centres urbains	Diminution des subventions de stationnement par l'employeur	Personne	Véhicules légers		
E3.2.1	Économique-comportementale	Restriction de l'accès aux centres urbains	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	Personne	Véhicules légers	Mode de déplacement	
E3.2.2	Économique-comportementale	Restriction de l'accès aux centres urbains	Hausse du prix du stationnement sur les lieux de travail en milieu urbain	Personne	Véhicules légers	Mode de déplacement	
E3.2.3	Économique-comportementale	Restriction de l'accès aux centres urbains	Restriction du nombre de places de stationnement dans les nouveaux lieux de travail en milieu urbain	Personne	Véhicules légers	Mode de déplacement	

Tableau 8.5 (suite) Liste des mesures de type économique-comportementale – transport des personnes

ID	Catégorie	Nom de la mesure	Nom des sous-mesures ou variantes	La catégorie de transport	Mode de transport	Variable sur laquelle la mesure a un impact	Si retranchée, justification
E3.3	Économique-comportementale	Restriction de l'accès aux centres urbains	Augmentation du prix de stationnement en ville et dans la rue	Personne	Véhicules légers	Mode de déplacement	
E4	Économique-comportementale	Covoiturage pour les déplacements pour tous les motifs		Personne	Véhicules légers		
E4.1	Économique-comportementale	Covoiturage pour les déplacements pour tous les motifs	Désignation de voies réservées aux véhicules à occupants multiples	Personne	Véhicules légers	Mode de déplacement	
E5	Économique-comportementale	Covoiturage pour les déplacements liés au travail		Personne	Véhicules légers		
E5.1	Économique-comportementale	Covoiturage pour les déplacements liés au travail	Mesure favorisant le covoiturage pour se rendre au travail	Personne	Véhicules légers	Mode de déplacement	
E5.2	Économique-comportementale	Covoiturage pour les déplacements liés au travail	Retour à la maison garanti	Personne	Véhicules légers	Mode de déplacement	
E6	Économique-comportementale	Optimisation de l'aménagement urbain		Personne	Véhicules légers		
E6.1	Économique-comportementale	Optimisation de l'aménagement urbain	Optimisation du zonage urbain	Personne	Véhicules légers	Distance des déplacements	Pas de données de disponibles.
E6.2	Économique-comportementale	Optimisation de l'aménagement urbain	Investissements dans les infrastructures de transport non-motorisé	Personne	Véhicules légers	Mode de déplacement	Pas de données de disponibles.
E7	Économique-comportementale	Télétravail		Personne	Véhicules légers		
E7.1	Économique-comportementale	Télétravail	Mesures de promotion du télétravail	Personne	Véhicules légers	Nombre de déplacements	
E8	Économique-comportementale	Horaire de travail flexible		Personne	Véhicules légers	Moment des déplacements	
E9	Économique-comportementale	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement		Personne	Véhicules légers		
E9.1	Économique-comportementale	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Rabais sur tarifs de transport en commun	Personne	Transport collectif	Mode de déplacement	
E9.2	Économique-comportementale	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Augmentation du niveau de service du transport en commun	Personne	Transport collectif	Mode de déplacement	
E9.3	Économique-comportementale	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Amélioration des infrastructures (transport en commun)	Personne	Transport collectif	Mode de déplacement	Pas de données de disponibles.
E9.4	Économique-comportementale	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Promotion du transport en commun et amélioration de l'information aux utilisateurs	Personne	Transport collectif	Mode de déplacement	Pas de données de disponibles.
E9.5	Économique-comportementale	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Implantation de systèmes électroniques pour la perception des tarifs de transport en commun	Personne	Transport collectif	Mode de déplacement	Mesure qui est déjà la norme ou qui est au minimum largement répandue.
E10	Économique-comportementale	Utilisation de modes de transport alternatifs		Personne	Véhicules légers		
E10.1	Économique-comportementale	Utilisation de modes de transport alternatifs	Programmes de partage de voitures	Personne	Véhicules légers	Mode de déplacement	Pas de données de disponibles.
E10.2	Économique-comportementale	Utilisation de modes de transport alternatifs	Mise sur pied d'espaces de stationnement aux stations de transit	Personne	Véhicules légers	Mode de déplacement	Pas de données de disponibles.
E11	Économique-comportementale	Ecoconduite	Ecoconduite	Personne	Véhicules légers	Efficacité énergétique	

Tableau 8.6 Liste des mesures de type économique-comportementale – transport des personnes

ID	Catégorie	Nom de la mesure	Nom des sous-mesures ou variantes	La catégorie de transport	Mode de transport	Variable sur laquelle la mesure a un impact	Si retranchée, justification
F1	Économique-comportementale	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements		Marchandise	Véhicules lourds		
F1.1	Économique-comportementale	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Hausse du prix des carburants	Marchandise	Véhicules lourds	Consommation d'essence	Pas de données de disponibles.
F1.2	Économique-comportementale	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Mesures visant à réduire le kilométrage parcouru	Marchandise	Véhicules lourds	Véhicules-kilomètres	Pas de données de disponibles.
F2	Économique-comportementale	Achat de véhicules neufs à faible consommation		Marchandise	Véhicules lourds		
F2.1	Économique-comportementale	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Programme de prêt à faible taux d'intérêt pour l'achat de camions lourds respectant les critères SmartWay	Marchandise	Véhicules lourds	Efficacité énergétique	Chevauchements importants avec de nombreuses mesures techniques, ce qui fausserait les taux de pénétration.
F3	Économique-comportementale	Restriction de l'accès aux centres urbains		Marchandise	Véhicules lourds		
F3.1	Économique-comportementale	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péages routiers	Marchandise	Véhicules lourds		
F3.1.1	Économique-comportementale	Restriction de l'accès aux centres urbains	Installation de péages routiers	Marchandise	Véhicules lourds	Véhicules-kilomètres	
F3.1.2	Économique-comportementale	Restriction de l'accès aux centres urbains	Taxe sur la congestion	Marchandise	Véhicules lourds	Moment des déplacements	
F3.1.3	Économique-comportementale	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péage par territoire (Cordon Area Tolis)	Marchandise	Véhicules lourds	Véhicules-kilomètres	
F4	Économique-comportementale	Ecoconduite	Ecoconduite	Marchandise	Véhicules lourds (Classes 3 à 7)	Efficacité énergétique	
F5	Économique-comportementale	Ecoconduite	Ecoconduite	Marchandise	Véhicules lourds (Classe 8)	Efficacité énergétique	

SECTION 3
RÉSULTATS DU PTÉ

9. RÉSULTATS DU PTÉ

Les sous-sections suivantes présentent les résultats du potentiel technique et du PTÉ, ainsi que l'analyse des meilleures mesures à considérer. À noter que les potentiels de réduction de la consommation de produits pétroliers du secteur du transport au Québec ont été évalués par rapport à trois scénarios de référence générés par le modèle MÉDÉE. Ces scénarios ont été modélisés à partir des scénarios des prix du pétrole brut (prix faible, prix référence et prix élevé) du rapport Annual Energy Outlook 2012 de l'U.S. Energy Information Administration. Le tableau 9.1 résume la consommation énergétique prévue dans le secteur du transport au Québec de 2011 à 2021. Pour plus de détails sur les prévisions de la consommation énergétique, le lecteur est invité à se référer au chapitre 5 de la présente étude.

Tableau 9.1 Consommation énergétique prévue dans le secteur du transport au Québec de 2011 à 2021 (PJ)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Scénario prix du pétrole brut											
Faible	481	485	489	493	497	502	495	488	481	474	467
Référence	481	480	479	478	477	476	467	458	448	439	430
Élevé	481	474	466	459	452	445	434	423	412	401	390

Source : MÉDÉE 2013

De plus, le chiffrier Excel dynamique développé dans le cadre de cette étude permet de réaliser de multiples analyses de sensibilité en offrant à l'utilisateur la possibilité de modifier les hypothèses de base. Ainsi, le modèle Excel permet de générer les résultats désirés en sélectionnant les scénarios de pénétration naturels de son choix (faible, modéré, fort) et en modifiant la valeur de certaines variables telles que le taux d'actualisation et les coûts évités. Ceci implique donc qu'une masse imposante de résultats peut faire l'objet d'une analyse rigoureuse. Dans ce contexte, par souci de ne pas noyer le lecteur dans une multitude de résultats, le présent chapitre se concentre sur un scénario. Toutefois, l'ensemble des résultats et des analyses de sensibilité peuvent être consultés à l'annexe 4³⁰.

³⁰ L'annexe 4 présente les résultats pour les scénarios suivants :
A4.1 Scénario prix de pétrole faible (autres variables inchangées);
A4.2 Scénario prix de pétrole élevé (autres variables inchangées);
A4.3 Taux de pénétration naturel faible (autres variables inchangées);
A4.4 Taux de pénétration naturel élevé (autres variables inchangées);
A4.5 Les résultats sans tenir compte du coût des GES dans les coûts évités (les autres variables inchangées).

Le modèle Excel développé permet de modifier les valeurs pour chacun des intrants ci-dessous. Le scénario de référence présenté dans ce chapitre utilise les intrants suivants :

- Le taux d'actualisation réel de 6 %;
- Une durée de vie moyenne des véhicules de 15 ans;
- Le scénario de référence prévu pour l'évolution du prix du pétrole;
- Le scénario modéré des taux de pénétration naturels prévisibles des mesures;
- La monétarisation des gains énergétiques qui tient compte des externalités environnementales liées aux émissions de GES.

9.1 Le potentiel technique

9.1.1 Potentiel technique global

La sous-section suivante présente le potentiel technique de chacune des mesures considérées dans l'étude pour les années 2016 et 2021. Rappelons à cette étape que le potentiel technique individuel d'une mesure se définit comme la quantité d'énergie pouvant être économisée advenant la pénétration complète de la mesure sur les marchés où il est techniquement possible de l'implanter. En addition du potentiel technique exprimé en PJ, les résultats contiennent également l'économie en millions de litres de carburant pétrolier, en tonnes de CO₂ évitées, ainsi qu'en tonnes équivalent pétrole (TEP) évitées.

Les résultats du potentiel technique global pour les années 2016 et 2021 sont présentés au tableau 9.2 suivant, alors que le détail des résultats par mesure peut être consulté aux tableaux 9.4 à 9.9 à la fin de cette sous-section.

Les résultats du potentiel technique global doivent être interprétés avec beaucoup de précautions. La pertinence de présenter ces résultats provient du fait qu'il est intéressant de noter les catégories dans lesquelles il semble y avoir les mesures ayant le plus de potentiel de réduction de la consommation de produits pétroliers du secteur du transport au Québec. Toutefois, les résultats globaux renseignent très peu, outre cette dernière observation.

En effet, le potentiel total d'économie d'énergie pour 2016 et 2021 est plus élevé que les prévisions faites par le modèle MÉDÉE de la consommation totale du secteur du transport. Ce résultat, qui peut sembler surprenant de prime abord, s'explique par le fait que certaines mesures prises individuellement ont un potentiel de réduction élevé de la consommation énergétique, mais ne peuvent pas être implantées de manière simultanée. On peut penser, par exemple, aux véhicules électriques et aux

Tableau 9.2

Résultats du potentiel technique global pour 2016 et 2021

Catégorie	2016				2021			
	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
A- Technique-Personne	342	19 519	29 273 468	8 164 971	303	17 472	26 078 875	7 237 267
B- Technique-Marchandise	114	7 765	11 504 486	2 724 328	115	8 041	11 764 832	2 746 200
C- Règlementaire-Personne	0	3 122	1 793 521	0	0	2 352	1 352 464	0
D- Règlementaire-Marchandise	10	917	1 548 561	249 559	11	927	1 571 632	254 411
E- Économique et comportementale - Personne	74	2 112	4 933 155	1 774 911	84	2 359	5 545 004	1 997 848
F- Économique et comportementale - Marchandise	2	51	134 112	46 976	1	38	102 218	35 804
	543	33 486	49 187 303	12 960 745	514	31 189	46 415 025	12 271 530

véhicules hybrides. Il n'est évidemment pas rigoureux de considérer une pénétration complète de ces deux mesures simultanément. Ce problème est donc pris en considération afin d'éliminer les doubles comptages lors de la présentation des résultats du PTÉ dans la section suivante. Seules les mesures mutuellement exclusives sont ainsi considérées dans l'estimation du PTÉ et la discrimination est faite selon la rentabilité de la mesure. Plus précisément, dans le cas de deux mesures mutuellement exclusives, seule la plus rentable de ces deux mesures est conservée dans le calcul du PTÉ global.

De surcroît, le potentiel technique global inclut plusieurs mesures qui ne sont pas rentables. Encore une fois, le PTÉ présenté à la section suivante se concentre uniquement sur les mesures rentables ayant une VAN positive de la différence des gains énergétiques et des coûts. De plus, il est à noter que certaines mesures, par exemple les véhicules à gaz naturel comprimé, affichent un potentiel de réduction des PJ nul, alors que l'économie de litres de carburant pétrolier et les tonnes de CO₂ évitées sont positives. Ceci s'explique par le fait que la substitution énergétique n'amène pas d'économies en termes d'équivalence énergétique. Toutefois, il est possible que ces mesures réduisent les émissions de CO₂ et l'utilisation de produits pétroliers.

Avant de présenter l'analyse des résultats du PTÉ, le tableau 9.3 résume les mesures qui ne sont pas considérées comme étant mutuellement exclusives pour chacune des catégories retenues dans cette étude. Ainsi, ces mesures ne sont pas considérées simultanément dans l'évaluation du PTÉ.

Finalement, certaines mesures sont complémentaires et l'implantation parallèle de ces dernières peut permettre certaines économies d'échelle. Notamment :

- Les mesures E3.1.2 (taxe sur la congestion, véhicules légers) et F3.1.2 (taxe sur la congestion, véhicules lourds) doivent obligatoirement être implantées simultanément;
- Économie de coûts à implémenter plusieurs variantes de la mesure E3.1 (péages routiers) simultanément, car le coût d'équipement est déboursé une seule fois;
- Économie de coûts à implémenter plusieurs variantes de la mesure F3.1 (restriction de l'accès aux centres urbains) simultanément, car le coût d'équipement est déboursé une seule fois;
- Possibilité de synergie en combinant les mesures E4.1 (voies réservées au covoiturage) et E5.1 (covoiturage pour les déplacements liés au travail);
- Possibilité d'économiser des coûts si la mesure E6.2 (investissement dans les infrastructures de transport non motorisé) est réalisée en même temps que la mesure E6.1 (optimisation du zonage urbain), par exemple dans le cadre d'un plan d'urbanisme;

Tableau 9.3

Mesures qui ne sont pas mutuellement exclusives

Mesures mutuellement exclusives		ID
A- Technique-Personne		
Véhicules légers	Véhicules électriques légers	A1
	Véhicules hybrides légers	A3
	Véhicules légers à pile à combustible	A5
	Véhicules légers à gaz naturel comprimé (GNC)	A7
	Véhicules légers alimentés au propane	A9
Autobus urbains	Véhicules électriques autobus urbains	A2
	Véhicules hybrides autobus urbains	A4
	Autobus urbains à pile à combustible	A6
	Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)	A8
	Autobus urbains alimentés au propane	A10
B- Technique-Marchandise		
Camions (classes 1 et 2)	Véhicules électriques camions (classes 1 et 2)	B1
	Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)	B2
	Véhicules à pile à combustible camions (classes 1 et 2)	B3
	Camions à gaz naturel comprimé (GNC)(classes 1 et 2)	B4
	Camions alimentés au propane(classes 1 et 2)	B5
Véhicules lourds (classes 3 à 7)	Véhicules commerciaux hybrides (classes 3 à 7)	B23
	Camion à moteur à GNC pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	B31
E- Economique et comportementale - Personne		
Hausse du prix des carburants	Hausse du prix de l'essence	E1.1.1
	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)	E1.1.2
Mesures visant à réduire le kilométrage parcouru	Assurance auto progressive au kilométrage (Pay-as-you-drive)	E1.2.1
	Frais chargé au kilomètre (VMT fee)	E1.2.2
Achat de véhicules neufs à faible consommation	Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule	E2.1
	Mesure de type redevances-remises	E2.2
Péages routiers	Installation de péages routiers	E3.1.1
	Taxe sur la congestion	E3.1.2
	Péage par territoire (Cordon Area Tolls)	E3.1.3
Diminution des subventions de stationnement par l'employeur	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	E3.2.1
	Hausse du prix du stationnement sur les lieux de travail en milieu urbain	E3.2.2
	Restriction du nombre de places de stationnement dans les nouveaux lieux de travail en milieu urbain	E3.2.3

- Possibilité de synergies en combinant les mesures E9.1, E9.2, E9.3, E9.4 (respectivement rabais sur les tarifs, augmentation du niveau de service, amélioration des infrastructures et promotion/amélioration de l'information aux utilisateurs du transport en commun) et E10.1 (auto partage).

9.1.2 Potentiel technique par mesure

Les résultats détaillés du potentiel technique par mesure sont présentés aux tableaux 9.4 à 9.9.

9.2 **Le PTÉ**

La sous-section suivante présente les résultats du PTÉ pour les années 2016 et 2021 pour le scénario de référence. Les hypothèses de ce scénario ont été définies au début du chapitre 9. Le PTÉ a été calculé en additionnant les économies d'énergies associées à l'ensemble des mesures pour lesquelles une rentabilité économique positive (supérieure à zéro) a été démontrée. Tel que discuté à la section précédente, le PTÉ considère également seulement les mesures mutuellement exclusives.

9.2.1 PTÉ global

Les tableaux 9.10 et 9.11 présentent les résultats du PTÉ global respectivement pour les années 2016 et 2021.

Les faits saillants de ces résultats peuvent être résumés par les points suivants :

- Le PTÉ de réduction de la consommation de produits pétroliers du secteur du transport au Québec est de 125 PJ pour 2016 et de 131 PJ pour 2021. Ceci équivaut à une réduction de respectivement 26 % et 30 % pour 2016 et 2021 par rapport au scénario de référence prévu par le modèle MÉDÉE.
- Pour 2016, la catégorie B des mesures techniques relatives au transport des marchandises, a le PTÉ le plus élevé à 58 PJ, suivi par la catégorie A des mesures techniques s'appliquant au transport des personnes à 38 PJ et par la catégorie E des mesures de type économique-comportemental concernant le transport des personnes avec 18 PJ. Ces trois catégories accaparent plus de 90 % du PTÉ global.
- Pour 2021, à quelques PJ près, les mêmes conclusions que le point précédent s'appliquent.

Tableau 9.4 Potentiel technique – Mesures techniques, transport des personnes

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
A1	Véhicules électriques légers	156,87	4 514	10 371 765	3 746 769	138,33	3 978	9 149 596	3 304 065
A2	Véhicules électriques autobus urbains	2,57	71	165 005	61 478	2,45	67	156 664	58 439
A3	Véhicules hybrides légers	49,08	1 412	3 244 894	1 172 208	43,49	1 251	2 876 380	1 038 707
A4	Véhicules hybrides autobus urbains	0,74	20	47 541	17 713	0,68	19	43 652	16 283
A5	Véhicules légers à pile à combustible	92,65	2 666	6 125 565	2 212 842	83,72	2 408	5 537 475	1 999 671
A6	Autobus urbains à pile à combustible	1,84	50	117 663	43 839	1,79	49	114 660	42 771
A7	Véhicules légers à gaz naturel comprimé (GNC)	0,00	4 797	2 755 125	0	0,00	4 334	2 491 864	0
A8	Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)	0,00	75	44 124	0	0,00	74	42 998	0
A9	Véhicules légers alimentés au propane	0,00	4 797	3 857 175	0	0,00	4 334	3 488 609	0
A10	Autobus urbains alimentés au propane	0,00	25	25 939	0	0,00	24	25 144	0
A11	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour véhicules légers	13,22	380	873 767	315 646	11,70	337	774 026	279 513
A12	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains	0,22	6	13 816	5 148	0,20	6	13 096	4 885
A13	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules légers	5,56	160	367 902	132 903	4,03	116	266 331	96 177
A14	Pneus à faible résistance au roulement pour autobus	0,19	5	12 682	4 596	0,18	5	11 850	4 295
A15	Pneus gonflés à l'azote pour véhicules légers	2,59	74	171 074	61 800	2,27	65	149 811	54 099
A16	Pneus gonflés à l'azote pour autobus	0,08	2	5 427	1 967	0,08	2	5 332	1 933
A17	Matériaux légers pour véhicules légers	7,42	213	490 536	177 205	6,29	181	416 143	150 276
A18	Chaudière-moteur pour véhicules légers	4,90	141	323 754	116 955	4,28	123	282 977	102 188

Tableau 9.4 (suite) Potentiel technique – Mesures techniques, transport des personnes

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
A19	Systèmes de microfiltration pour l'huile de moteur pour autobus	0,15	4	9 769	3 541	0,15	4	9 598	3 479
A20	Programmation des moteurs pour autobus	0,36	10	23 872	8 652	0,34	9	22 218	8 054
A21	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour véhicules légers	2,89	83	191 309	69 110	2,52	72	166 457	60 110
A22	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour autobus	0,09	2	5 819	2 109	0,08	2	5 555	2 013
A23	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus	0,44	12	28 945	10 490	0,43	12	28 439	10 309
TOTAL		342	19 519	29 273 468	8 164 971	303	17 472	26 078 875	7 237 267

Tableau 9.5 Potentiel technique – Mesures techniques, transport des marchandises

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées (M)	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
B1	Véhicules électriques camions (classes 1 et 2)	22,84	607	1 557 523	545 557	23,77	631	1 620 821	567 728
B2	Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)	7,15	190	487 284	170 682	7,47	198	509 541	178 478
B3	Véhicules à pile à combustible camions (classes 1 et 2)	13,49	358	919 873	322 206	14,39	382	980 945	343 598
B4	Camions à gaz naturel comprimé (GNC)(classes 1 et 2)	0,00	645	413 736	0	0,00	688	441 425	0
B5	Camions alimentés au propane(classes 1 et 2)	0,00	645	579 230	0	0,00	688	617 996	0
B6	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)	1,92	51	131 213	45 960	2,01	53	137 116	48 028
B7	Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)	0,81	22	55 248	19 352	0,69	18	47 180	16 526
B8	Pneus gonflés à l'azote pour camions (classes 1 et 2)	0,38	10	25 690	8 999	0,39	10	26 539	9 296
B9	Matériaux légers pour camions (classes 1 et 2)	1,08	29	73 664	25 802	1,08	29	73 718	25 821
B10	Chauffe-moteur pour camions (classes 1 et 2)	0,71	19	48 618	17 030	0,74	20	50 128	17 559
B11	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour camions (classes 1 et 2)	0,42	11	28 729	10 063	0,43	11	29 487	10 329
B12	Véhicules lourds alimentés au propane (classes 3 à 8)	0,00	876	1 012 340	0	0,00	926	1 069 492	0
B13	Pneus gonflés à l'azote pour véhicules lourds (classes 3 à 8)	1,65	44	112 482	39 399	1,74	46	118 832	41 624
B14	Système de microfiltration pour l'huile de moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	3,02	80	205 599	72 016	3,20	85	218 355	76 484
B15	Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	6,35	169	432 921	151 640	6,29	167	429 117	150 308
B16	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	1,59	42	108 230	37 910	1,57	42	107 279	37 577

Tableau 9.5 (suite) Potentiel technique – Mesures techniques, transport des marchandises

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
B17	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	4,10	109	279 824	98 014	4,24	113	289 366	101 357
B18	Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,58	15	39 632	13 882	0,37	10	25 383	8 891
B19	Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,94	25	64 401	22 558	0,85	23	58 170	20 375
B20	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,35	9	23 779	8 329	0,28	7	19 037	6 668
B21	Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	1,39	37	95 116	33 316	0,50	13	33 844	11 855
B22	Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)	5,15	137	351 306	123 053	4,71	125	321 433	112 589
B23	Véhicules commerciaux hybrides (classes 3 à 7)	6,98	185	475 700	166 625	6,98	185	476 054	166 748
B24	Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)	0,16	4	10 755	3 767	0,14	4	9 328	3 267
B25	Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)	0,15	4	10 105	3 539	0,13	3	8 764	3 070
B26	Défecteurs arrière pour remorque (boat tails) pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,72	19	48 945	17 144	0,73	19	49 497	17 337
B27	Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	1,24	33	84 217	29 499	1,24	33	84 610	29 637
B28	Matériaux légers pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	1,13	30	77 389	27 107	1,12	30	76 184	26 685

Tableau 9.5 (suite) Potentiel technique – Mesures techniques, transport des marchandises

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées (M)	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
B29	Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,12	3	8 291	2 904	0,12	3	8 358	2 928
B30	Fourgon réfrigéré éco-énergétique véhicules commerciaux (classe 7)	0,03	1	2 309	809	0,03	1	2 384	835
B31	Camion à moteur à GNC pour transport local, véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	0,00	490	314 802	0	0,00	513	329 037	0
B32	Camion à moteur à GNL pour transport régional, véhicules commerciaux (classe 8)	0,00	2 089	1 340 923	0	0,00	2 183	1 401 247	0
B33	Systèmes de gestion de la pression des pneus pour véhicules lourds (classe 8)	1,51	40	102 882	36 037	1,47	39	100 448	35 184
B34	Composantes en fibre de carbone pour avions	5,68	158	400 362	135 588	5,23	146	369 077	124 993
B35	Winglet pour avions	1,60	44	112 602	38 134	1,50	42	105 451	35 712
B36	Turbosoufflante à réducteur pour avions	3,41	95	240 217	81 353	3,36	94	237 264	80 353
B37	Aileron de poupe pour bateaux	2,03	49	149 335	48 433	2,05	50	150 972	48 963
B38	Étrave à bulbe pour bateaux	3,31	81	243 966	79 124	3,42	83	252 058	81 747
B39	Système d'alimentation à quai des navires de croisière	0,04	1	3 185	1 016	0,04	1	3 185	1 016
B40	Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour bateaux (SRECC)	0,71	17	52 314	16 967	0,70	17	51 768	16 789
B41	Groupes électrogènes d'appoint sur des locomotives	0,32	8	21 802	7 564	0,32	8	21 795	7 561
B42	Dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives	0,90	23	61 670	21 395	0,92	24	63 518	22 036
B43	Les réducteurs de frottement roue-rail (FRR) pour locomotives	0,21	5	14 483	5 025	0,22	6	15 277	5 300
B44	Électrification des trains	9,90	256	681 794	236 530	10,51	272	723 352	250 948
TOTAL		114	7 765	11 504 486	2 724 328	115	8 041	11 764 832	2 746 200

Tableau 9.6 Potentiel technique – Mesures réglementaires, transport des personnes

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
C1	Véhicules légers polycarburants à éthanol E85	0,00	3 122	1 793 521	0	0,00	2 352	1 352 464	0
TOTAL		0	3 122	1 793 521	0	0	2 352	1 352 464	0

Tableau 9.7 Potentiel technique – Mesures réglementaires, transport des marchandises

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
D1	Réduction de la vitesse des véhicules lourds (classe 8)	3,04	81	207 171	72 566	3,21	85	218 663	76 591
D2	Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)	7,41	197	505 303	176 993	7,44	198	507 662	177 820
D3	Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)	0,00	344	442 198	0	0,00	338	434 481	0
D4	Biocarburant pour avions	0,00	196	247 724	0	0,00	205	259 672	0
D5	Biodiesel pour le transport par eau	0,00	85	128 061	0	0,00	87	132 265	0
D6	Biodiesel pour l'industrie ferroviaire	0,00	14	18 104	0	0,00	14	18 889	0
TOTAL		10	917	1 548 561	249 559	11	927	1 571 632	254 411

Tableau 9.8 Potentiel technique – Mesure de type économique-comportemental, transport des personnes

ID	Nom de la mesure	Variantes	2016				2021						
			Économie d'énergie (P.J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (P.J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées			
E1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements												
E1.1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Hausse du prix des carburants											
E1.1.1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Hausse du prix de l'essence	2,13	59,97	140 656	50 883	4,69	131	309 064	111 925			
E1.1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)	9,96	280,28	657 336	237 795	24,90	697	1 642 329	594 756			
E1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Mesures visant à réduire le kilométrage parcouru											
E1.2.1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Assurance auto progressive au kilométrage (Pay-as-you-drive)	14,25	401,04	940 556	340 251	12,89	361	849 891	307 781			
E1.2.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Frais chargé au kilomètre (VMT fee)	4,64	130,54	306 154	110 753	4,19	117	276 643	100 184			
E2	Achat de véhicules neufs à faible consommation												
E2.1	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule	3,80	110,00	251 177	90 674	3,31	95	218 831	78 998			
E2.2	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Mesure de type redevances-remises	13,02	376,00	861 314	310 914	11,32	326	748 667	270 254			
E3	Restriction de l'accès aux centres urbains												
E3.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péages routiers											
E3.1.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Installation de péages routiers	1,39	39,09	91 676	33 164	1,26	35	82 839	30 000			
E3.1.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Taxe sur la congestion	0,07	2,11	4 951	1 791	0,07	2	4 474	1 620			
E3.1.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péage par territoire (Cordon Area Tolls)	0,01	0,21	494	179	0,01	0	447	162			
E3.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Diminution des subventions de stationnement par l'employeur											
E3.2.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	3,14	88,52	207 610	75 104	2,87	80	189 406	68 592			
E3.2.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Hausse du prix du stationnement sur les lieux de travail en milieu urbain	3,14	88,52	207 610	75 104	2,87	80	189 406	68 592			

Tableau 9.8 Potentiel technique – Mesure de type économique-comportemental, transport des personnes

ID	Nom de la mesure	Variantes	2016				2021			
			Économie d'énergie (P.J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (P.J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
E3.2.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Restriction du nombre de places de stationnement dans les nouveaux lieux de travail en milieu urbain	0,33	9,22	21 631	7 825	0,30	8	19 546	7 078
E3.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Augmentation du prix de stationnement en ville et dans la rue	0,00	0,07	168	61	0,00	0	151	55
E4	Covoiturage pour les déplacements pour tous les motifs									
E4.1	Covoiturage pour les déplacements pour tous les motifs	Désignation de voies réservées aux véhicules à occupants multiples	0,13	3,65	8 552	3 094	0,03	1	1 691	612
E5	Covoiturage pour les déplacements liés au travail									
E5.1	Covoiturage pour les déplacements liés au travail	Mesure favorisant le covoiturage pour se rendre au travail	0,30	8,42	19 751	7 145	0,25	7	16 665	6 035
E7	Télétravail									
E7.1	Télétravail	Mesures de promotion du télétravail	0,20	5,65	13 249	4 793	0,17	5	11 002	3 984
E8	Horaire de travail flexible									
E8.1	Horaire de travail flexible	Horaire de travail flexible	1,24	23,31	83 304	29 714	1,21	22	81 329	28 990
E9	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement									
E9.1	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Rabais sur tarifs de transport en commun	0,31	7,14	22 810	7 480	0,28	6	20 978	6 759
E9.2	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Augmentation du niveau de service du transport en commun	0,49	24,11	51 767	11 629	0,46	23	49 360	10 919
E11	Eco-conduite pour véhicules légers	Ecoconduite	15,77	454,00	1 042 388	376 560	12,58	362	832 286	300 552
TOTAL			74	2 112	4 933 155	1 774 911	84	2 359	5 545 004	1 997 848

Tableau 9.9 Potentiel technique – Mesures de type économique-comportemental, transport des marchandises

ID	Nom de la mesure	Variantes	2016				2021						
			Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T. CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T. CO2 évitées	TEP évitées			
F3	Restriction de l'accès aux centres urbains												
F3.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péages routiers											
F3.1.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Installation de péages routiers	0,06	0,43	4 356	1 526	0,07	0,46	4 650	1 629			
F3.1.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Taxe sur la congestion	0,00	0,01	94	33	0,00	0,01	100	35			
F3.1.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péage par territoire (Cordon Area Tolls)	0,00	0,00	28	10	0,00	0,00	30	10			
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7		0,85	23	58 297	20 420	0,68	18	46 672	16 348			
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8		1,05	28	71 337	24 987	0,74	20	50 766	17 782			
TOTAL			2	51	134 112	46 976	1	38	102 218	35 804			

Tableau 9.10 PTÉ global pour l'année 2016

Catégorie	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
A- Technique-Personne	38	1 098	2 528 378	915 473
B- Technique-Marchandise	58	1 540	4 014 752	1 385 620
C- Règlementaire-Personne	0	3 122	1 793 521	0
D- Règlementaire-Marchandise	10	720	1 300 837	249 560
E- Économique et comportementale - Personne	18	509	1 222 237	440 766
F- Économique et comportementale - Marchandise	0	0	0	0
	125	6 989	10 859 726	2 991 420

Tableau 9.11 PTÉ global pour l'année 2021

Catégorie	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
A- Technique-Personne	32	913	2 104 910	762 224
B- Technique-Marchandise	56	1 483	3 871 573	1 335 700
C- Réglementaire-Personne	0	2 352	1 352 464	0
D- Réglementaire-Marchandise	11	723	1 311 960	254 411
E- Économique et comportementale - Personne	33	901	2 152 872	778 096
F- Économique et comportementale - Marchandise	0	0	0	0
	131	6 371	10 793 780	3 130 431

9.2.2 PTÉ détaillé par catégorie

PTÉ – Mesures techniques, transport des personnes;

Les tableaux 9.12 et 9.13 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures techniques pour le transport des personnes pour 2016 et 2021. Les mesures surlignées en gris pâle ont été considérées dans l'addition du PTÉ³¹.

Les faits saillants de ces résultats peuvent être résumés par les points suivants :

- En 2016, pour les véhicules légers, le système d'arrêt au ralenti avec démarreur-générateurs et les pneus à faible résistance au roulement sont les mesures rentables ayant le PTÉ le plus élevé avec respectivement des économies potentielles de 13,22 PJ et 5,56 PJ. La mesure des pneus à faible résistance possède la meilleure rentabilité.
- En 2016, pour les autobus, les autobus urbains électriques sont de loin la mesure ayant le plus grand PTÉ avec 2,57 PJ. De plus, c'est la mesure qui a la plus grande rentabilité.
- En 2020, les mêmes conclusions que les points précédents s'appliquent.
- Les autres mesures ont un PTÉ plus faible que 0,5 PJ.

PTÉ – Mesures techniques, transport des marchandises;

Les tableaux 9.14 et 9.15 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures techniques pour le transport des marchandises pour 2016 et 2021. Les mesures surlignées en gris pâle ont été considérées dans l'addition du PTÉ³².

Les faits saillants de ces résultats peuvent être résumés par les points suivants :

- En 2016, pour les camions légers, les véhicules hybrides et le système d'arrêt au ralenti avec démarreur-générateurs sont les mesures rentables ayant le PTÉ le plus élevé avec respectivement des économies potentielles de 7,15 PJ et 1,92 PJ. Les camions légers hybrides ont la meilleure rentabilité.
- En 2016, pour les camions lourds, la programmation moteur et les groupes auxiliaires de puissance (APU) sont les mesures ayant le PTÉ le plus élevé avec respectivement 6,35 PJ et 5,15 PJ. Toujours pour les camions lourds, ces mesures se classent respectivement au 6^e et 7^e rang sur 16 mesures en termes de rentabilité.

³¹ La mesure d'éco-conduite pour les véhicules légers a été incluse dans ces tableaux puisque qu'elle a été calculée selon la même méthodologie que les mesures techniques.

³² La mesure d'éco-conduite pour les véhicules lourds a été incluse dans ces tableaux puisque qu'elle a été calculée selon la même méthodologie que les mesures techniques.

Tableau 9.12 PTÉ - Mesures techniques, transport des personnes pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T. CO2 évités	TEP évitées
E11	Éco-conduite pour véhicules légers	Véhicules légers	1 081 \$	6 \$	15,77	454	1 042 388	376 560
A11	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour véhicules légers	Véhicules légers	197 \$	15 \$	13,22	380	873 767	315 646
A13	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules légers	Véhicules légers	202 \$	12 \$	5,56	160	367 902	132 903
A2	Véhicules électriques autobus urbains	Autobus	164 657 \$	6 \$	2,57	71	165 005	61 478
A6	Autobus urbains à pile à combustible	Autobus	99 170 \$	7 \$	1,84	50	117 663	43 839
A4	Véhicules hybrides autobus urbains	Autobus	34 585 \$	11 \$	0,74	20	47 541	17 713
A23	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus	Autobus	10 712 \$	3 \$	0,44	12	28 945	10 490
A20	Programmation des moteurs pour autobus	Autobus	11 724 \$	1 \$	0,36	10	23 872	8 652
A12	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains	Autobus	20 146 \$	1 \$	0,22	6	13 816	5 148
A14	Pneus à faible résistance au roulement pour autobus	Autobus	4 695 \$	4 \$	0,19	5	12 682	4 596
A8	Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)	Autobus	15 751 \$	12 \$	0,00	75	44 124	0
A10	Autobus urbains alimentés au propane	Autobus	917 \$	17 \$	0,00	25	25 939	0
TOTAL					38	1 098	2 528 378	915 473

Tableau 9.13 PTÉ - Mesures techniques, transport des personnes pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T. CO2 évités	TEP évitées	
E11	Éco-conduite pour véhicules légers	Véhicules légers	1 081 \$	6 \$	12,58	362	832 286	300 552	
A11	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour véhicules légers	Véhicules légers	197 \$	15 \$	11,70	337	774 026	279 513	
A13	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules légers	Véhicules légers	202 \$	12 \$	4,03	116	266 331	96 177	
A2	Véhicules électriques autobus urbains	Autobus	164 657 \$	6 \$	2,45	67	156 664	58 439	
A6	Autobus urbains à pile à combustible	Autobus	99 170 \$	7 \$	1,79	49	114 660	42 771	
A4	Véhicules hybrides autobus urbains	Autobus	34 585 \$	11 \$	0,68	19	43 652	16 283	
A23	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus	Autobus	10 712 \$	3 \$	0,43	12	28 439	10 309	
A20	Programmation des moteurs pour autobus	Autobus	11 724 \$	1 \$	0,34	9	22 218	8 054	
A12	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains	Autobus	20 146 \$	1 \$	0,20	6	13 096	4 885	
A14	Pneus à faible résistance au roulement pour autobus	Autobus	4 695 \$	4 \$	0,18	5	11 850	4 295	
A8	Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)	Autobus	15 751 \$	12 \$	0,00	74	42 998	0	
A10	Autobus urbains alimentés au propane	Autobus	917 \$	17 \$	0,00	24	25 144	0	
TOTAL						32	913	2 104 910	762 224

Tableau 9.14 PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T. CO2 évités	TEP évitées
B2	Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)	Camions légers	1 464 \$	14 \$	7,15	190	487 284	170 682
B15	Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	14 451 \$	1 \$	6,35	169	432 921	151 640
B34	Composantes en fibre de carbone pour avions	Avions	1 983 494 \$	8 \$	5,68	158	400 362	135 588
B22	Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	11 793 \$	11 \$	5,15	137	351 306	123 053
B17	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	Camions lourds	10 712 \$	3 \$	4,10	109	279 824	98 014
B36	Turbosoufflante à réducteur pour avions	Avions	2 048 097 \$	0 \$	3,41	95	240 217	81 353
B38	Etrave à bulbe pour bateaux	Bateaux	696 897 \$	2 \$	3,31	81	243 966	79 124
B14	Système de microfiltration pour l'huile de moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	1 193 \$	14 \$	3,02	80,07	205 598,94	72 015,58
B37	Aileron de poupe pour bateaux	Bateaux	353 060 \$	3 \$	2,03	49	149 335	48 433
B6	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	796 \$	10 \$	1,92	51,10	131 213,16	45 960,31
B35	Winglet pour avions	Avions	103 374 \$	16 \$	1,60	44	112 602	38 134
B16	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	649 \$	15 \$	1,59	42,15	108 230,31	37 910,06
B33	Systèmes de gestion de la pression des pneus pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	2 290 \$	13 \$	1,51	40	102 882	36 037
B21	Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	48 327 \$	1 \$	1,39	37	95 116	33 316
B27	Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	16 029 \$	3 \$	1,24	33	84 217	29 499

Tableau 9.14 (suite) PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	45 740 \$	0 \$	1,05	28	71 337	24 987
B19	Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	15 692 \$	0 \$	0,94	25	64 401	22 558
B42	Dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives	Train	350 228 \$	4 \$	0,90	23	61 670	21 395
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	5 191 \$	3 \$	0,85	23	58 297	20 420
B7	Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	522 \$	8 \$	0,81	21,52	55 247,64	19 351,71
B26	Déflecteurs arrière pour remorque (boat tails) pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	2 710 \$	12 \$	0,72	19	48 945	17 144
B10	Chauffe-moteur pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	167 \$	14 \$	0,71	18,93	48 617,93	17 029,51
B40	Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour bateaux (SRECC)	Bateaux	151 328 \$	2 \$	0,71	17	52 314	16 967
B18	Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	7 830 \$	7 \$	0,58	15	39 632	13 882
B20	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	9 415 \$	0 \$	0,35	9	23 779	8 329
B41	Groupes électrogènes d'appoint sur des locomotives	Train	128 337 \$	5 \$	0,32	8	21 802	7 564
B43	Les réducteurs de frottement roue-rail (FRR) pour locomotives	Train	20 051 \$	14 \$	0,21	5	14 483	5 025
B24	Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)	Camions lourds	7 831 \$	9 \$	0,16	4	10 755	3 767

Tableau 9.14 (suite) PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B25	Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)	Camions lourds	17 120 \$	7 \$	0,15	4	10 105	3 539
B29	Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	18 087 \$	7 \$	0,12	3	8 291	2 904
TOTAL					58	1 540	4 014 752	1 385 620

Tableau 9.15 PTE - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/G-J cum	Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B2	Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)	Camions légers	1 464 \$	14 \$	7,47	198,45	509 541,16	178 477,97
B15	Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	14 451 \$	1 \$	6,29	167,12	429 117,26	150 307,73
B34	Composantes en fibre de carbone pour avions	Avions	1 983 494 \$	8 \$	5,23	145,65	369 076,78	124 992,83
B22	Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	11 793 \$	11 \$	4,71	125,19	321 433,09	112 588,99
B17	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	Camions lourds	10 712 \$	3 \$	4,24	112,70	289 366,22	101 356,87
B38	Étrave à bulbe pour bateaux	Bateaux	696 897 \$	2 \$	3,42	83,33	252 058,12	81 747,21
B36	Turbosoufflante à réducteur pour avions	Avions	2 048 097 \$	- \$	3,36	93,63	237 263,65	80 352,54
B14	Système de microfiltration pour l'huile de moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	1 193 \$	14 \$	3,20	85,04	218 354,67	76 483,51
B37	Aileron de poupe pour bateaux	Bateaux	353 060 \$	3 \$	2,05	49,91	150 972,31	48 963,17
B6	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	796 \$	10 \$	2,01	53,40	137 116,11	48 027,93
B16	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	649 \$	15 \$	1,57	41,78	107 279,31	37 576,93
B35	Winglet pour avions	Avions	103 374 \$	16 \$	1,50	41,61	105 450,51	35 712,24
B33	Systèmes de gestion de la pression des pneus pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	2 290 \$	13 \$	1,47	39,12	100 447,84	35 184,06
B27	Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	16 029 \$	3 \$	1,24	32,95	84 610,29	29 636,61
B42	Dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives	Train	350 228 \$	4 \$	0,92	23,85	63 517,51	22 035,68
B19	Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	15 692 \$	- \$	0,85	22,65	58 169,57	20 375,17

Tableau 9.15 (suite) PTE - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/G-J cum	Économie d'énergie (P.J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées	
F5	Eco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	45 740 \$	0,40 \$	0,74	19,77	50 766,17	17 781,97	
B10	Chauffe-moteur pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	167 \$	14 \$	0,74	19,52	50 128,47	17 558,60	
B26	Défecteurs arrière pour remorque (boat tails) pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	2 710 \$	12 \$	0,73	19,28	49 497,02	17 337,42	
B40	Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour bateaux (SRECC)	Bateaux	151 328 \$	2 \$	0,70	17,11	51 768,19	16 789,40	
B7	Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	522 \$	8 \$	0,69	18,37	47 179,74	16 525,74	
F4	Eco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	5 191 \$	3 \$	0,68	18,18	46 671,97	16 347,88	
B21	Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	48 327 \$	1 \$	0,50	13,18	33 844,12	11 854,64	
B18	Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	7 830 \$	7 \$	0,37	9,89	25 383,09	8 890,98	
B41	Groupes électrogènes d'appoint sur des locomotives	Train	128 337 \$	5 \$	0,32	8,18	21 795,22	7 561,26	
B20	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	9 415 \$	- \$	0,28	7,41	19 037,32	6 668,24	
B43	Les réducteurs de frottement roue-rail (FRR) pour locomotives	Train	20 051 \$	14 \$	0,22	5,74	15 277,41	5 300,09	
B24	Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)	Camions lourds	7 831 \$	9 \$	0,14	3,63	9 327,72	3 267,24	
B25	Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)	Camions lourds	17 120 \$	7 \$	0,13	3,41	8 764,17	3 069,84	
B29	Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	18 087 \$	7 \$	0,12	3,26	8 358,33	2 927,69	
TOTAL							1 483	3 871 573	1 335 700

- En 2016, pour le transport aérien, les composantes en fibre de carbone constituent la mesure la plus rentable et ayant le plus fort PTÉ avec 5,68 PJ. Cette dernière mesure est suivie de près par les turbosoufflantes à réducteur avec un PTÉ de 3,41 PJ.
- En 2016, pour le transport maritime, les étraves à bulbe pour bateaux consistent en la mesure la plus rentable et ayant le PTÉ le plus élevé avec 3,31 PJ.
- En 2016, pour le transport ferroviaire, les dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives constituent la mesure la plus rentable et ayant le plus fort PTÉ avec 0,9 PJ.
- En 2021, les mêmes conclusions que les points précédents s'appliquent.

PTÉ – Mesures réglementaires, transport des personnes;

Les tableaux 9.16 et 9.17 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures réglementaires pour le transport des personnes pour 2016 et 2021. Une seule mesure a été estimée rentable, les véhicules légers polycarburants à éthanol E85. Bien que cette mesure permette de réduire de manière significative les émissions de CO₂, elle ne permet d'économies en termes d'équivalence énergétique.

PTÉ – Mesures réglementaires, transport des marchandises;

Les tableaux 9.18 et 9.19 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures réglementaires pour le transport des marchandises pour 2016 et 2021. En 2016, les ensembles routiers longs et la réduction de la vitesse des véhicules lourds sont les mesures ayant le PTÉ le plus élevé avec respectivement 7,4 PJ et 3 PJ. Cette conclusion est la même pour 2020 à quelques dixièmes de PJ près.

PTÉ – Mesures de type économique-comportemental, transport des personnes;

Les tableaux 9.20 et 9.21 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures de type économique-comportemental pour le transport des personnes pour 2016 et 2021.

Les faits saillants de ces résultats peuvent être résumés par les points suivants :

- En 2016, quatre mesures présentent un PTÉ intéressant. Il s'agit de l'écoconduite pour véhicules légers (15,77 PJ), de la prime d'assurance payée à la consommation (9,96 PJ), des droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique des véhicules (3,8 PJ), ainsi que le remboursement du coût du stationnement (3,14 PJ).

Tableau 9.16 PTÉ - Mesures réglementaires, transport des personnes pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités TEP évitées
C1	Véhicules légers polycarburants à éthanol E85	Véhicules légers	2 074 \$	- \$	0,00	3 122	1 793 521 0
TOTAL				0	0	3 122	1 793 521 0

Tableau 9.17 PTÉ - Mesures réglementaires, transport des personnes pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
C1	Véhicules légers polycarburants à éthanol E85	Véhicules légers	2 074 \$	- \$	0,00	2 352	1 352 464	0
TOTAL				0	0	2 352	1 352 464	0

Tableau 9.18 PTÉ - Mesures réglementaires, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées	
D2	Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)	Véhicules lourds	116 923 \$	- \$	7,41	197	505 303	176 993	
D1	Réduction de la vitesse des véhicules lourds (classe 8)	Véhicules lourds	15 692 \$	- \$	3,04	81	207 171	72 566	
D5	Biodiesel pour le transport par eau	Bateaux	353 626 \$	7 \$	0,00	85	128 061	0	
D6	Biodiesel pour l'industrie ferroviaire	Trains	85 718 \$	12 \$	0,00	14	18 104	0	
D3	Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)	Véhicules lourds	15 102 \$	7 \$	0,00	344	442 198	0	
TOTAL							720	1 300 837	249 560

Tableau 9.19 PTÉ - Mesures réglementaires, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées	
D2	Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)	Véhicules lourds	116 923 \$	- \$	7,44	198	507 662	177 820	
D1	Réduction de la vitesse des véhicules lourds (classe 8)	Véhicules lourds	15 692 \$	- \$	3,21	85	218 663	76 591	
D5	Biodiesel pour le transport par eau	Bateaux	353 626 \$	7 \$	0,00	87	132 265	0	
D6	Biodiesel pour l'industrie ferroviaire	Trains	85 718 \$	12 \$	0,00	14	18 889	0	
D3	Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)	Véhicules lourds	15 102 \$	7 \$	0,00	338	434 481	0	
TOTAL							723	1 311 960	254 411

Tableau 9.20 PTÉ - Mesures de type économique-comportemental, transport des personnes pour 2016

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
E1.1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)	0 \$	9,96	280	657 336	237 795
E2.1	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule	987 644 \$	3,80	110	251 177	90 674
E3.2.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	764 \$	3,14	89	207 610	75 104
E8.1	Horaire de travail flexible	Horaire de travail flexible	227 \$	1,24	23	83 304	29 714
E9.1	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Rabais sur tarifs de transport en commun	174 \$	0,31	7	22 810	7 480
TOTAL				18	509	1 222 237	440 766

Tableau 9.21 PTÉ - Mesures de type économique-comportemental, transport des personnes pour 2021

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
E1.1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)	0 \$	24,90	697	1 642 329	594 756
E2.1	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule	987 644 \$	3,31	95	218 831	78 998
E3.2.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	764 \$	2,87	80	189 406	68 592
E8.1	Horaire de travail flexible	Horaire de travail flexible	227 \$	1,21	22	81 329	28 990
E9.1	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Rabais sur tarifs de transport en commun	174 \$	0,28	6	20 978	6 759
TOTAL				33	901	2 152 872	778 096

- Pour ce qui est de la rentabilité, les résultats doivent être interprétés prudemment puisque certaines mesures de cette catégorie ont été évaluées de manière différente. Bien que le signe de la VAN demeure comparable, les niveaux ne se comparent pas.

En 2021, les mêmes conclusions que les points précédents s'appliquent.

PTÉ – Mesures de type économique-comportemental, transport des marchandises;

Les tableaux 9.22 et 9.23 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures de type économique-comportemental pour le transport des marchandises pour 2016 et 2021. Pour cette catégorie, seules les mesures liées à l'écoconduite sont rentables.

9.2.3 Conclusions

Plusieurs mesures ont été identifiées comme ayant un PTÉ très intéressant. Toutefois, les résultats doivent être interprétés avec prudence. En effet, plusieurs hypothèses influencent de manière importante la rentabilité des mesures et l'estimation du potentiel technique. C'est notamment le cas de l'évolution du prix du pétrole brut, ainsi que les hypothèses relatives aux taux naturels de pénétration des mesures.

Enfin, considérant la nature variée des mesures considérées, le PTÉ de réduction de la consommation de produits pétroliers propre à chaque mesure ne peut être estimé par une formule universelle. Ainsi, chaque mesure doit d'abord être analysée individuellement de manière à cerner son champ d'application et ainsi permettre d'y adapter le calcul de son potentiel technique et de sa rentabilité. Dans ce contexte, la manière la plus sûre d'interpréter les résultats est de comparer des mesures de nature semblable.

C'est pourquoi les résultats des mesures techniques devraient être comparés entre eux, tout comme ceux des mesures de type économique-comportemental.

En définitive, une étude générale de PTÉ se veut un outil intéressant d'analyses de politiques publiques. Toutefois, puisque plusieurs mesures nécessitent des méthodologies et des données distinctes et spécifiques pour approfondir leur potentiel, la présente étude fournit avant tout des estimations sommaires du PTÉ d'un très large éventail de mesures. Des études plus approfondies devront ainsi être menées sur des mesures spécifiques pour valider leur PTÉ.

Tableau 9.22 PTÉ – Mesures de type économique-comportemental, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8		45 740 \$	1,05	28	71 337	24 987
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7		5 191 \$	0,85	23	58 297	20 420
TOTAL				2	50	129 633	45 407

Tableau 9.23 PTÉ - Mesures de type économique-comportemental, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
F5	Eco-conduite pour véhicules lourds de classe 8		45 740 \$	0,74	20	50 766	17 782
F4	Eco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7		5 191 \$	0,68	18	46 672	16 348
TOTAL				1	38	97 438	34 130

10. RÉFÉRENCES

- ABOUT. 2009. Do low rolling resistance tires hurt hybrid braking performance and safety?. [En ligne]
<http://alternativefuels.about.com/b/2009/04/10/do-low-rolling-resistance-tires-hurt-hybrid-braking-performance-and-safety.htm>
(Consulté en mai 2012)
- APB. 2012. Aviation Partners Boeing. Site web:
<http://www.aviationpartnersboeing.com/index.php> (consulté mai 2012).
- ACCESS SCIENCE (MCGRAW-HILL). *Marie engine*. [En ligne]
<http://accessscience.com/content/Marine-engine/405900>
(Consulté en mai 2012)
- AGENCE MÉTROPOLITAINE DE TRANSPORT. [En ligne]
<http://www.amt.qc.ca/agence>
- AIRBUS. *A350 XWB*. [En ligne]
<http://www.airbus.com/aircraftfamilies/passengeraircraft/a350xwbfamily/>
(Consulté en mai 2012)
- ALTERNATIVE FUELS AND ADVANCED VEHICLES DATA CENTER. [En ligne]
http://www.afdc.energy.gov/afdc/vehicles/hybrid_electric_components.html
- AMERICAN PUBLIC TRANSPORTATION ASSOCIATION. 2012. Public Transportation Fact Book. [en ligne].
http://www.apta.com/resources/statistics/Documents/FactBook/APTA_2012_Fact%20Book.pdf [page consultée le 16 mai 2013]
- ANN BELSER. 2012. *CNG-fueled car has many advantages, plenty of negatives*. Pittsburgh Post-Gazette. [En ligne]
<http://www.post-gazette.com/stories/business/news/cng-fueled-car-has-many-advantages-plenty-of-negatives-378315/>
(Consulté en mai 2012)
- ANNIE MORIN. 2011. *RTC : les autobus hybrides attendront*. Le Soleil. 17 mai 2011. [En ligne]
<http://www.lapresse.ca/le-soleil/actualites/transports/201105/16/01-4400048-rtc-les-autobus-hybrides-attendront.php>
- ANTHONY D'ALBA. Courriel personnel. « Recherche de statistiques sur le RTL ». 25 mars 2013.

- AVIATION PARTNERS BOEING (APB). [En ligne]
<http://www.aviationpartnersboeing.com/index.php>
 (Consulté en mai 2012)
- ARGONNE NATIONAL LABORATORY (U.S. DEPARTMENT OF ENERGY). 2011.
Idle Stop Vehicle Testing. [En ligne]
http://www.transportation.anl.gov/D3/reports/ANL_APRF_D3_IdleStopvehicle_081911.pdf
 (Consulté en mai 2012)
- ASSOCIATION CANADIENNE DES CARBURANTS RENOUELVABLES. *Biodiesel*.
 [En ligne]
<http://www.greenfuels.org/en/resource-centre/biodiesel.aspx>
 (Consulté en mai 2012)
- AUTO USA. 2012. *What Is a Flex-Fuel Vehicle?* [En ligne]
<http://www.autousa.com/content/flex-fuel-vehicle.jsp>
 (Consulté en mai 2012)
- AUTOPROPANE. 2012. Site Internet: <http://www.autopropane.ca/>
 (Consulté mai 2012).
- AUTOTHERM. site Web corporatif. <http://www.autothermusa.com/wordpress/>
 (Consulté novembre 2012).
- BARLA ET AL. 2009. *Élasticité-prix au Canada (1990-2004)*.
- BARLA ET AL. 2009. Traveled distance, stock and fuel efficiency of private vehicles in Canada: price elasticities and rebound effect. *Transportation* 36:389–402.
- BARLA ET AL. 2010. *A Disaggregated Empirical Analysis of the Determinants of Urban Travel GHG Emissions*. Les Cahiers de l'Institut EDS, série Stratégies du développement durable, volume 1, numéro 2.
- BARLA ET AL. 2011. *Urban travel CO2 emissions and land use: A case study for Quebec City*. *Transportation Research Part D* 16 : 423–428.
- BARLA ET AL. 2012. *Reducing Automobile Dependency on Campus : Evaluating the Impact TDM Using Stated Preferences*. Centre de Recherche en économie de l'Environnement, de l'Agroalimentaire, des Transports et de l'Énergie. Cahier de recherche 2012-3.
- BARNITT, R.A., CHERNICH, D., BURNITZKI, M., OSHINUGA, A., MIYASATO, M., LUCHT, E., VAN DER MERWE, D., SCHABERG, P. 2009. *Emissions of Transport Refrigeration Units with CARB Diesel, Gas-to-Liquid Diesel, and Emissions Control Devices*, presented at the 2009 SAE Powertrain, Fuels, and Lubricants Meeting San Antonio, Texas , November 2–4, 2009.

- BNCE. Base de données nationale sur la consommation d'énergie (BNCE) de Ressources naturelle Canada. Secteur des transports Québec. Tableau 13 : Consommation d'énergie secondaire et émissions de GES du transport aérien par source d'énergie. Site Internet : http://oeo.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/tableauxevolution2/t_ran_qc_13_f_4.cfm?attr=0 (Consulté décembre 2012).
- BNCE. Base de données nationale sur la consommation d'énergie (BNCE) de Ressources naturelle Canada. Secteur des transports Québec. Tableau 16 : Consommation d'énergie secondaire et émissions de GES du transport ferroviaire. Site Internet: http://oeo.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/tableauxevolution2/t_ran_qc_16_f_4.cfm?attr=0 (Consulté décembre 2012).
- BNCE. Base de données nationale sur la consommation d'énergie (BNCE) de Ressources naturelle Canada. Secteur des transports Québec. Tableau 19 : Consommation d'énergie secondaire et émissions de GES du transport maritime par source d'énergie. Site Internet : http://oeo.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/tableauxevolution2/t_ran_qc_19_f_4.cfm?attr=0 (Consulté décembre 2012).
- BEIE. 2011. Matériel de formation «Écoconduite pour camions interurbains». Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques, ministère des Ressources naturelles et de la faune.
- BELLAVIGNA-LADOUX, O. 2012. *Projet pilote d'essai routier de technologies en efficacité énergétique appliquées à des autocars*. Prolad Experts, Montréal (QC).
- BERGSTRA, R. J., BAILLARGEON, D. J., DECKMAN, D. E., AND GOES, J. A. 1999. *Advanced low viscosity synthetic passenger vehicle engine oils*. Journal of Synthetic Lubrication, 16(1), 51-72.
- BLÉnergie. 2012. Site Internet :<http://www.bienergie.com/> (Consulté novembre 2012).
- BOEING. *Boeing 787 : From the ground up*. [En ligne] http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/qtr_4_06/article_04_2.html (Consulté en mai 2012)
- BOMBARDIER INC. 2010. *Produits durables*. Rapport RSE 2010. MTU Aero Engines, PW1000G. [En ligne] http://www.mtu.de/en/products_services/new_business_commercial/programs/pw1000g/index.html (Consulté en mai 2012)

- BOMBERG, M.T., KUMARAN, M.K. 1999. *Use of Field-Applied Polyurethane Foams in Buildings*, National Research Council of Canada, Ottawa, ON, ISSN 1206-1239.
- BRADLEY, D. 2010. *LNG can serve niche in strategy to reduce GHG from trucks*. Truck News, août 2010.
- Bray, P., J.. Diesel Duck. What is a bulbous bow?
http://www.dieselduck.ca/library/01%20articles/bulbous_bows.htm.
 (Consulté mai 2012)
- BRIDGESTONE FIRESTONE NORTH AMERICAN TIRE LLC. 2008. *Tires & truck fuel economy – a new perspective?* Real Questions, Real Answers, Special Edition Four.
- BRIGHT HUB. *Use of Biofuels in Airplanes*. [En ligne]
<http://www.brighthub.com/science/aviation/articles/65644.aspx>
 (Consulté en mai 2012)
- BRONS ET AL. 2008. *A meta-analysis of the price elasticity of gasoline demand. A SUR approach*. Energy Economics 30: 2105–2122.
- BROOKINGS INSTITUTION. 2008a. *Pay-As-You-Drive Auto Insurance : A Simple Way to Reduce Driving-Related Harms and Increase Equity*. Produit par Jason E. Bordoff et Pascal J. Noel.
- BROOKINGS INSTITUTION. 2008b. *The Impact of Pay-As-You-Drive Auto Insurance in California*. Produit par Jason E. Bordoff et Pascal J. Noel.
- BROWAND, F. 2005. *Reducing aerodynamic drag and fuel consumption*. Advanced Transportation Workshop, October 10-11, 2005, Stanford University, CA.
- Bryant, D. 2009. Maritime Professional. Bulbous Bow.
<http://www.maritimeprofessional.com/Blogs/Maritime-Musings/November-2009/Bulbous-bow.aspx>. (Consulté mai 2012).
- CAA Québec. 2012a. Utilité du chauffe-moteur : CAA-Québec et l'Agence de l'efficacité énergétique présentent les résultats d'une étude concluante. Site Internet :
<http://www.caaquebec.com/Nouvelles/CommuniquésDePresse/CommuniquésPresseDetail.htm?lang=fr&ID=7ccee895-50ec-4be1-bf3b-b1c641db8a30>
 (Consulté décembre 2012).
- CAA. Québec. 2012b. Pneus gonflés à l'azote : CAA-Québec fait le point. Site Internet :
<http://www.caaquebec.com/Nouvelles/CommuniquésDePresse/CommuniquésPresseDetail.htm?lang=fr&ID=9643cf0d-861f-41eb-9276-7980e64fd382>
 (Consulté en novembre 2012).

- CALSTART. 2010. *Speeding High Efficiency Truck Adoption: Recommended Policies, Incentives and Investments*. Pasadena, CA.
- CAMBRIDGE SYSTEMATICS. 2002. *Twin Cities HOV Study*. Prepared for Minnesota Department of Transportation.
- CAMBRIDGE SYSTEMATICS. 2009. *Moving Cooler: An Analysis of Transportation Strategies for Reducing Greenhouse Gas Emissions*. Urban Land Institute : Washington, D.C.
- CANADIAN PACIFIC. 2009. *Biodiesel Demonstration Final Report*.
- CANADIAN TIRES. [En ligne]
<http://tires.canadiantire.ca/en/tires/>(Consulté en novembre 2012)
- CANSO PROPANE CONVERSION. [En ligne] <http://www.autopropane.ca/>
(Consulté en mai 2012)
- CNTA. 2011. Développement des technologies pour l'électrification des véhicules. Séminaire sur la réduction des émissions au sein des flottes municipales. FPIinnovations, Pointe-Claire, QC.
- CENTER FOR ENERGY AND ENVIRONMENTAL POLICY. 2007. *Investigating the Cost, Liability and Reliability of Anti-Idling Equipment for Trucks*. University of Delaware, DE.
- CHANDLER, K., WALKOWICZ, K. CLARK, N. 2002. *United Parcel Service (UPS) CNG Truck Fleet : Final Results. Produced for the U.S. Department of Energy (DOE) by the National Renewable Energy Laboratory (NREL), a DOE national laboratory*.
- CNTA. 2011. *Développement des technologies pour l'électrification des véhicules*. Séminaire sur la réduction des émissions au sein des flottes municipales. FPIinnovations, Pointe-Claire, QC.
- COMMUNITY FUELS. *Biodiesel*. [En ligne]
<http://www.communityfuels.com/Biodiesel.html>
(Consulté en mai 2012)
- CONGRESSIONAL BUDGET OFFICE (CBO). 2008. *Effects of Gasoline Prices on Driving Behavior and Vehicle Markets*. The Congress of the United States.
- CONSEIL DES MINISTRES DE L'ÉNERGIE. 2009. *En route vers un camion économique en carburant : Guide d'achat de dispositifs aérodynamiques pour les camions semi-remorques*. Ressources naturelles Canada, Ottawa, ON. ISBN 978-1-100-50128-4.

- DAG FRIIS ET AL. MUN ENGINEERING. *Vessel modification and hull maintenance considerations*. [En ligne]
<http://www.ccfi.ca/pdf/Vessel/presentations/1Vessel%20Modifications%20and%20Maintenance.pdf> (Consulté en mai 2012)
- DAVIS, S.C., BOUNDY, R.G., DIEGEL, S.W., MOORE, H.J. 2012. *2011 Vehicle Technologies Market Report*. ORNL/TM-2012/016. Prepared for the Vehicle Technologies Program Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, U.S. Department of Energy. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN 37831-6073.
- DENNIS BRYANT, MARITIME PROFESSIONAL. 2009. *Bulbous Bow*. [En ligne]
<http://www.maritimeprofessional.com/Blogs/Maritime-Musings/November-2009/Bulbous-bow.aspx> (Consulté en mai 2012)
- DEPARTMENT OF TRANSPORT. 2007. *Freight best practice: Aerodynamics for efficient road freight operations. The Streamlined Guide to Truck Aerodynamic Styling*. Queens Printer and Controller of HMSO 2007. FBP1043 © Queens Printer and Controller of HMSO.
- DEPARTMENT OF TRANSPORTATION (DOT). 2010. *Transportation's Role in Reducing U.S.Greenhouse Gas Emission*. Volume 2.
- DEROCHER, R., J. 2012. Progressive Railroading. For some railroads, real-time locomotive health monitoring is the next logical step.
<http://www.progressiverailroading.com/mechanical/article/For-some-railroads-realttime-locomotive-health-monitoring-is-the-next-logical-step--30184>. (Consultée mai 2012).
- EATON CORPORATION. 2007. Hybrid power systems: Medium-duty pick-up/city delivery applications. Eaton Corporation, Truck Components Operations, Kalamazoo, MI.
- ECOACTION. 2009. *Cruise Ship Shore Power at Canada Place*. [En ligne]
<http://www.ecoaction.gc.ca/news-nouvelles/20090831-2-1-eng.cfm>
 (Consulté en mai 2012)
- ÉCORESSOURCES. 2008. *Analyse du portrait de la consommation énergétique et aperçu du potentiel technico-économique en efficacité énergétique dans le secteur du transport au Québec*. Préparée pour l'Agence de l'efficacité énergétique.
- ECOTRANS. 2005. *Technologies Railroad emission reduction technology*. [En ligne]
<http://www.mwcog.org/uploads/committee-documents/oVteXFk20050610135146.pdf> (Consulté en mai 2012)

- ÉCOMOBILE. 2012. Formation pour nouveaux conducteurs. Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétique, ministère des Ressources naturelles et de la faune du Québec. Site Internet :
http://www.ecomobile.gouv.qc.ca/fr/formation/nouveaux_conducteurs.php.
 (Consulté décembre 2012).
- ENERGY AND ENVIRONMENTAL ANALYSIS INC (E&EA). 2001. Owner Related Fuel Economy Improvements. Arlington, VI.
- ENERGY BOOM. *MIT study shows biofuel carbon emissions dependent on land used to produce the feedstocks*. [En ligne]
<http://www.energyboom.com/biofuels/mit-study-shows-biofuel-carbon-emissions-dependent-land-used-produce-feedstocks>
 (Consulté en mai 2012)
- ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (EIA). 2012. Annual Energy Outlook 2012.
- ENVIRONMENT CANADA. 2012. *National Inventory Report, 1990-2010 : Greenhouse Gaz Sources and Sinks in Canada, Part 2, Annex 8, Table A8-11 Emission Factors for Energy Mobile Combustion Sources*, p 199. ISSN : 1910-7064, Ottawa, ON, 2012.
- ENVIRONMENT CANADA. *Canadian Climate Normals 1971-200*. [En ligne]
http://www.climate.weatheroffice.gc.ca/climate_normals/results_e.html?stnID=5420&lang=e&dCode=0&province=QUE&provBut=&month1=0&month2=12
 (Consulté en mai 2012)
- ENVIRONMENT CANADA. *Reducing greenhouse gas emissions*. [En ligne]
<http://www.environment.gov.au/settlements/transport/fuelguide/environment.html>
 (Consulté en mai 2012)
- ENVIRONNEMENT CANADA. *Conduite d'hiver 101*. [En ligne]
<https://www.ec.gc.ca/education/default.asp?lang=fr&n=C0DA60A8-1>
 (Consulté en décembre 2012)
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 2005. *Parking Cash Out : Implementing Commuter Benefits as One of the Nation's Best Workplaces for Commuters*.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION UK. *Car pollution*. [En ligne]
<http://www.environmental-protection.org.uk/transport/car-pollution/>
 (Consulté en mai 2012)
- EUROPEAN BIOFUELS, *Biofuels for Air Travel*. [En ligne]
<http://www.biofuelstp.eu/air.html> (Consulté en mai 2012)

- EWING ET CERVERO. 2010. *Travel and the Built Environment*. Journal of the American Planning Association, Summer 2010, Vol. 76, No 3.
- FANCE-METALLURGIE, *État actuel du marché des alliages à hautes performances destinés au marché de l'aéronautique*. [En ligne] <http://aciers.free.fr/index.php/2010/03/25/eta-cateul-du-marche-des-alliages-a-hautes-performances-destinees-au-marche-de-laeronautique-us/> (Consulté en mai 2012)
- FAULCONNIER, FRÉDÉRIC. FPIinnovations – Performance Innovations Transport (PIT), frederic.faulconnier@fpinnovations.ca. Communication personnelle avec Sylvain Castonguay, CNTA, Saint-Jérôme, Québec, novembre 2012.
- FITCH, J. 2002. *Clean Oil Reduces Engine Fuel Consumption*. Practicing Oil Analysis Magazine. Novembre 2002.
- FLEISCHFRESSER, C. 2011. *Will american cars run on propane?*. Smart Planet. [En ligne] <http://www.smartplanet.com/blog/transportation/will-american-cars-run-on-propane-fuel/1080>
- FLIGHT GLOBAL. *APB eyes spreading market for blended winglet applications*. [En ligne] <http://www.flightglobal.com/news/articles/apb-eyes-spreading-market-for-blended-winglet-applications-199585/> (Consulté en mai 2012)
- FORKENBROCK, D.J., HANLEY, P.F., 2006. *Mileage-based road user charges*. FHWA-HRT-2006-003. Public Roads 69(5). <<http://www.tfrc.gov/publications/publicroads/06mar/02.cfm>> (accessed 04.11.10).
- FPIINNOVATIONS. 2007. *Bulletin Efficacité énergétique*, janvier 2007, Pointe-Claire, QC.
- FPIINNOVATIONS. 2009. *Technologies de gestion de la pression des pneus et rendement en carburant*. Bulletin Efficacité énergétique, décembre 2009. FPIinnovations, Pointe-Claire, QC.
- FPIINNOVATIONS. 2010a. Bulletin Efficacité énergétique, juin 2010, Pointe-Claire, QC.
- FPIINNOVATIONS. 2010b. Bulletin Efficacité énergétique, septembre 2010, Pointe-Claire, QC.
- FPIINNOVATIONS. 2012. *Low-carbon, energy efficient alternative fuel trucking for the forest transportation fleet*. Vancouver, BC.

- FRANK ET AL. 2008. *Urban form, travel time, and cost relationships with tour complexity and mode choice*. Transportation 35:37–54.
- Friis, D., Knapp, Ch., McGrath, B. 2012. MUN Engineering. Vessel modification and hull maintenance considerations.
<http://www.ccfi.ca/pdf/Vessel/presentations/1Vessel%20Modifications%20and%20Maintenance.pdf>. (Consulté mai 2012).
- FTA. 2002. *Transit Performance Monitoring System (TPMS) Results*, American Public Transit Association (www.apta.com) and the Federal Transit Administration (www.fta.dot.gov/printer_friendly/publications_5677.html)
- FROST & SULLIVAN. 2009. *Total North American Class 6-8 truck hybrid powertrain systems market*, #N37A-18.
- FUEL CELL. 2012. Site Internet <http://www.fuelcells.org/basics/apps.html> (consulté en mai 2012).
- GAINES, L.; VYAS, A.; ANDERSON, J. 2006. *Estimation of fuel use by idling commercial trucks*. Paper No 06-2567. 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, January 22–26, 2006, Washington, DC.
- GARTNER, JOHN. WHEELLOCK, CLINT. 2011. *Stop-Start Vehicles : Micro Hybrid Technologies, Batteries, and Ultra capacitors: Market Analysis and Forecasts*. Pike Research. Colorado. États-Unis. 47 p.
- GAZ MÉTRO. 2011. *Le transport lourd au gaz naturel*.
- GENEVIÈVE DUPUIS. Courriel personnel. « *Demande de statistiques sur le RTC* ». 16 mars 2013.
- GENIVAR. 2009. *Projection des coûts évités et des prix de détail des principaux carburants et combustibles au Québec*. Préparé pour l'Agence de l'efficacité énergétique.
- GENIVAR. 2011. *Analyse portant sur les impacts de certaines mesures incitatives à envisager dans le secteur du transport par véhicule léger*. Rapport final. Rapport de GENIVAR à l'Agence de l'efficacité énergétique du Québec. 104 p. et annexe.
- GERVAIS, R. 2007. *L'azote ou l'air pour gonfler les pneus?* La Presse, 6 décembre 2007.
- GILLEN, D.W.. 1977. *Effects of parking costs on urban transport modal choice*. Transportation research record.

- GILLIGAN, S. 2011. Présentation faite au « Green Truck Summit », Division Camions et Marché Spécialisé de Navistar Amérique.
- GINN, J., TOBACK, A., HEARNE, J., MARCHESE, A.J., HESKETH, R.P., AMUNDSEN, C. 2004. *Life Cycle and Economic Analysis of Heavy Duty Diesel Vehicle Idling Alternatives*. SAE Technical Paper 2004-01-0637.
- GLOBAL SECURITY. 2012a GlobalSecurity.org. Stern Flap.
<http://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/stern-flap.htm>.
 (Consulté mai 2012).
- GLOBAL SECURITY. 2012b. GlobalSecurity.org. Bulbous Bow.
<http://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/bulbous-bow.htm>.
 (Consulté mai 2012).
- GO TRANSIT. 2012. Site Internet :
http://www.gotransit.com/estudy/en/current_study/docs/ElectrificationStudyHighlights.pdf (Consulté décembre 2012).
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2011. *Produits pétroliers raffinés, secteur du transport : demande finale, selon les principales branches, Québec* (20 janvier 2011). [En ligne]
http://www.bdso.gouv.qc.ca/pls/ken/Ken263_Liste_Total.p_tratr_reslt?p_iden_tran=REPER5KD9AV5012709257651PCb7v&p_modi_url=0510105211&p_id_rapp=1275 (Consulté en mai 2012)
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2012. *Québec roule à la puissance verte. Plan d'action 2011 – 2020 pour les véhicules électriques*. Gouvernement du Québec. [En ligne]
<http://www.vehiculeselectriques.gouv.qc.ca/particuliers/rabais-montants.asp>
 (Consulté en mai 2012)
- GREEN CAR CONGRESS. 2012. *GM introduces CNG bi-fuel Chevrolet Silverado Sierra Pickups*. [En ligne]
<http://www.greencarcongress.com/2012/03/gmcng-20120305.html>
 (Consulté en mai 2012)
- GREENE, D.L., PATTERSON, P.D. et SINGH M. 2005. *Feebates, rebates and gas-guzzler taxes: a study of incentives for increased fuel economy*. Energy Policy 33 : 757–775.
- GREENE ET PLOTKIN. 2011. *Reducing Greenhouse Gas Emissions from U.S. Transportation*. Prepared for the Pew Center on Global Climate Change.

- GREENE, D.L., P.N. LEIBY, B. JAMES, J. PEREZ, M. MELENDEZ, A. MILBRANDT, S. UNNASCH, M HOOKS (edited by S. McQueen, directed by S. Gronich). 2008. *Analysis of the Transition to Hydrogen Fuel Cell Vehicles & the Potential Hydrogen Energy Infrastructure Requirements*. ORNL/TM-2008/30, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee.
- GUIDE DE L'AUTO. [En ligne] <http://www.guideautoweb.com/articles/13947/> (Consulté en novembre 2012)
- HARVEY, L. 2009. Personal communication. *Transportation Energy Use Division, Natural Resources Canada, Ottawa, ON.*
- HARVEY. 2010. *Potentiel technico-économique d'économies des combustibles et des carburants utilisés en industrie*. Préparé pour l'Agence de l'efficacité énergétique.
- HARVEY. 2011. *Potentiel technico-économique d'économie d'énergie électrique des petites, moyennes et grandes industries du Québec*. Préparé pour la Direction efficacité énergétique – Hydro-Québec.
- HOLMGREN. 2007. *Meta-analysis of public transport demand*. Transportation Research Part A 41 : 1021–1035.
http://ecoflotte.rncan.gc.ca/index.cfm?fueaction=c_averti.camionnage
- HONDA CANADA. [En ligne]
http://www.honda.ca/civic_hybrid#/civic_hybrid/specs
(Consulté en novembre 2012)
- HYBRID CARS. 2009. *Choosing Low Rolling Resistance Tires*. [En ligne]
<http://www.hybridcars.com/decision-process/choosing-low-rolling-resistance-tires-26214.html>
(Consulté en mai 2012)
- HYUNDAI CANADA. [En ligne]
[http://fr.hyundaicanada.com/Pages/showroom/showroom.aspx?model=Sonata Hybrid](http://fr.hyundaicanada.com/Pages/showroom/showroom.aspx?model=Sonata%20Hybrid) (Consulté en novembre 2012)
- INFRAS INTERNATIONAL INC., *Étude sur la formation à l'écoconduite dans le secteur du transport par véhicules lourds sur le marché du Québec*, Agence de l'efficacité énergétique, Ministère des ressources naturelles et de la Faune, Québec, Juillet 2010.
- INTERFACE JOURNAL. 2008. *Top of rail friction modification in tough terrain*. [En ligne] <http://www.interfacejournal.com/features/04-08/tor/1.html>
(Consulté en mai 2012)

- INTERNATIONAL UNION OF RAILWAYS. 2007. *Railways and Biofuels*. [En ligne] http://www.uic.org/reunion.php/19822/railways_and_biofuels_final_report_final_draft.pdf (Consulté en mai 2012)
- KELLY, J. ANDREW, AND J. PETER CLINCH. 2009. *Temporal variance of revealed preference onstreet parking price elasticity*. *Transport Policy* 16, no. 4 (8): 193-199.
- KENDALL, J. 2009. *Heavy-duty hybrids*. *Truck & Bus Engineering Online*, 27 Feb. 2009. SAE International, Warrendale, PA.
- KENWORTH TRUCK COMPANY. 2008. *White paper on fuel economy*.
- KORCEK, S., SORAB, J., JOHNSON, M. D., AND JENSEN, R. K. 2000. *Automotive Lubricants for the Next Millennium*. *Industrial Lubrication Tribology*, 52(5), 209-220.
- KULASH, D., 1974. *Parking Taxes as Roadway Prices: A Case Study of the San Francisco Experience*. The Urban Institute, Paper 1212-9, Washington, DC.
- KWON ET VARAIYA. 2005. *Effectiveness of High Occupancy Vehicle (HOV) Lanes in the San Francisco Bay Area*. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. Volume 16, Issue 1, Pages 98–115.
- LABELLE, D. Communication personnelle avec Yvon Boisclair, BL Énergie, août 2012. Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétique, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, douglas.labelle@mrfn.gouv.qc.ca; <http://www.blenergie.com/contact-technologie-conversion-moteurs-verts.php>
- LABELLE, D. Communication personnelle avec Jean-Claude McNicoll, Supérieur Propane, Région de Laval, Québec, août 2012. Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétique, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, douglas.labelle@mrfn.gouv.qc.ca.
- LABELLE, D. Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétique, ministère des Ressources naturelles, douglas.labelle@mrfn.gouv.qc.ca: Communication personnelle avec Pelletier, P., Division de l'utilisation de l'énergie dans le transport, Office de l'efficacité énergétique, Ressources naturelles Canada, Juillet 2012.
- LAI, E. 2012. *Is converting your car for alternative fuel worth it?* [En ligne] <http://www.wheels.ca/columns/article/807022> (Consulté en mai 2012)

- LA PRESSE. *L'AMT électrifiera le réseau de trains de banlieue*. [En ligne]
<http://www.lapresse.ca/actualites/regional/montreal/200905/04/01-853265-lamt-electrifiera-le-reseau-de-trains-de-banlieue.php>
 (Consulté en décembre 2012)
- LI, H., LEA-LANGTON, A., ANDREWS, G. E., GASSER, M., AND GREEN, J. 2008. *Reduction of Exhaust Emissions by a Synthetic Lubricating Oil with Higher Viscosity Grade and Optimized Additive Package for a Heavy Duty DI Diesel Engine Test*. SAE Technical Paper Series, SAE International.
- LITMAN, T. 2012a. *Understanding Transport Demands and Elasticities : How Prices and Other Factors Affect Travel Behavior*. [En ligne]
<http://www.vtpi.org/elasticities.pdf>
- LITMAN, T. 2012b. *Comprehensive Evaluation of Transport Energy Conservation and Emission Reduction Policies*. [En ligne]
http://www.vtpi.org/comp_em_eval.pdf
- LOCKRIDGE, D. 2008. *Can Synthetic Oil Save You Money?* Newport Communications, Heavy Duty Trucking, April 2008.
- M.A. TURBO ENGINE LTD. [En ligne] <http://www.maturbo.com/news.html>
- M.A. TURBO ENGINE LTD. [En ligne] <http://www.maturbo.com/Projects.pdf>
- MARCON. 2010. *Potentiels technico-économique en matière de transport*. Préparé pour l'Agence de l'efficacité énergétique.
- MARIN, G.D., NATERER, G.F., GABRIEL, K. 2010. *Rail transportation by hydrogen vs. electrification – Case study for Ontario Canada. I: Propulsion and storage*. International Journal of Hydrogen Energy, Volume 35, Issue 12, June 2010, Pages 6084–6096. [En ligne]
http://www.gostransit.com/estudy/en/current_study/docs/ElectrificationStudyHighlights.pdf (Consulté en décembre 2012)
- MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY (MIT). 2010. *Electrification of the Transportation System*. [En ligne]
<http://web.mit.edu/mitei/docs/reports/electrification-transportation-system.pdf> (Consulté en mai 2012)
- MATÉRIEL DE FORMATION «*écoconduite pour camions interurbains*», 2011, Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques, ministère des Ressources naturelles et de la Faune.
- MATTEI, L., PACOR, P., AND PICCONE, A. 1995. *Oils with low environmental impact for modern combustion engines*. Journal of Synthetic Lubrication, 12(3), 171-189.

- MAY ET MILNE. 2000. *Effects of alternative road pricing systems on network performance*. Transportation Research Part A 34:407-436.
- MCGEEHAN, J. A., ALEXANDER III, W., COUCH JR, M. C., RUTHERFORD, J. A., AND ROBY, S. H. 2001. *Lubricants That Optimize Diesel Engine Fuel Economy and Allow Extended Oil Drain*. SAE Technical Paper Series, SAE International.
- MÉLANIE BOURGEOIS. Conversation téléphonique. 28 mai 2013.
- METROPOLITAN UTILITIES DISTRICT. 2011. *Natural Gas Vehicle FAQs*. [En ligne]
<http://www.mudomaha.com/naturalgas/pdfs/cng.faq.pdf>
 (Consulté en mai 2012)
- MEZHESITSKY. A. *New cost effective water injection system for marine diesel engines*. [En ligne]
<http://cleantech.cnss.no/wp-content/uploads/2011/06/year-unknown-Anatoly-Mezheritsky-new-cost-effective-water-injection-system-for-marine-diesel-engines.pdf> (Consulté en mai 2012)
- MICHAEL ZIMESNICK. RENEWABLE ENERGY INDEX. 2010. *What are the disadvantages of ethanol?* [En ligne]
<http://renewableenergyindex.com/renewable-energy-questions/what-are-the-disadvantages-of-ethanol> (Consulté en mai 2012)
- MICHAELI, ITAY. REENOCK, CHRISTOPHER.KAPOOR, DEV. 2011. *US autos and auto parts: Electric Vehicles: Perspectives on a growing investment theme*. Citi Group global Market. États-Unis. 54 p.
- MICHEL WASTRAETE. 2011. *Dossier technique sur les véhicules électriques et hybrides*. ANFA (Association Nationale pour la Formation Automobile). France. 84 p.
- MINERAL INFO. 2012. Industrie automobile : allègements versus dérive pondérale. Les matériaux légers à l'assaut de l'acier. Site Internet :
<http://www.mineralinfo.org/Lettres/L2005/L0503.htm>
 (Consulté novembre 2012).
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE (MRNF). [En ligne]
<http://www.mrnf.gouv.qc.ca/energie/statistiques/statistiques-production-electricite.jsp> (Consulté en mai 2012)

- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE (MRNF).
2011a. Projet pilote de formation à l'écoconduite pour véhicules légers -
Faits saillants. Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétique,
ministère des Ressources naturelles et de la faune du Québec. Site
Internet :
[http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/trans
port/FaitsSaillants-LowRes.pdf](http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/transport/FaitsSaillants-LowRes.pdf) (Consulté novembre 2012).
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE (MRNF).
2011b. Projet pilote de formation à l'écoconduite pour véhicules légers -
Résultats sommaires. Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétique,
ministère des Ressources naturelles et de la faune du Québec. Site
Internet :
[http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/trans
port/CahierEcoconduite_2011-LowRes.pdf](http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/transport/CahierEcoconduite_2011-LowRes.pdf) (Consulté novembre 2012).
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE (MRNF).
2012a. Formation « Enseignement des bases de l'écoconduite ». Bureau
de l'efficacité et de l'innovation énergétique, ministère des Ressources
naturelles et de la faune du Québec. Site Internet :
[http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/clientele-
affaires/transport/ecoconduite/formation/](http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/clientele-affaires/transport/ecoconduite/formation/) (Consulté en novembre 2012).
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE (MRNF).
2012b. Écoconduite. Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétique,
ministère des Ressources naturelles et de la faune du Québec. Site
Internet : [http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/clientele-
affaires/transport/ecoconduite/](http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/clientele-affaires/transport/ecoconduite/) (Consulté en novembre 2012).
- MOBIL CANADA. 2012. Pourquoi choisir les lubrifiants synthétiques? Site
Internet : [http://www.mobil.ca/Canada-French-LCW/benefits-of-
synthetics.aspx](http://www.mobil.ca/Canada-French-LCW/benefits-of-synthetics.aspx) (Consulté novembre 2012).
- MOLLOY ET SHAN. 2010. *The Effect of Gasoline Prices on Household Location*.
Finance and Economics Discussion Series. Divisions of Research &
Statistics and Monetary Affairs. Federal Reserve Board, Washington, D.C.
- MRNF – BEIE. *Facteurs de conversion énergétique*. [En ligne]
[http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/Innova
tion_technologique/PAIE/OP_facteurs_conversion_energie_vf.pdf](http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/Innovation_technologique/PAIE/OP_facteurs_conversion_energie_vf.pdf)
(Consulté en mai 2012)
- MTU. 2012. Aero Engines, PW1000G.
[http://www.mtu.de/en/products_services/new_business_commercial/progra
ms/pw1000g/index.html](http://www.mtu.de/en/products_services/new_business_commercial/progra
ms/pw1000g/index.html). (Consulté mai 2012).

- NALGEP. 2005. Clean communities on the move. National Association of Local Government Environmental Professionals, Washington, DC.
- NASA. *NASA technology facts*. [En ligne]
http://www.nasa.gov/centers/dryden/pdf/89234main_TF-2004-15-DFRC.pdf
 (Consulté en en mai 2012)
- NASA. 2012a. Site WEB NASA. Winglets Save Billions of Dollars in Fuel Costs.
http://spinoff.nasa.gov/Spinoff2010/t_5.html (consulté mai 2012).
- NASA, 2012b. Geared turbofan technology.
http://www.aeronautics.nasa.gov/pdf/hughes_green_aviation_summit.pdf.
 (Consulté mai 2012).
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. 2010. *Technologies and Approaches to Reducing the Fuel Consumption of Medium- and Heavy-Duty Vehicles*. Committee to Assess Fuel Economy Technologies for Medium- and Heavy-Duty Vehicles; National Research Council; Transportation Research Board. The National Academies Press, Washington D.C. ISBN : 0-309-14983-5, 300 p.
- NATIONAL CENTER FOR TRANSIT RESEARCH (NCTR). 2012. *Estimating Costs and Benefits of Emissions Reduction Strategies for Transit by Extending the TRIMMS Model*. [En ligne]
<http://www.nctr.usf.edu/2012/02/estimating-costs-and-benefits-of-emissions-reduction-strategies-for-transit-by-extending-the-trimms-model-2/>
- NATIONAL AIRLINES COUNCIL OF CANADA (NACC). 2009. *Voluntary agreement for the reduction of greenhouse gas emissions: Annual report 2009*.
- NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY. 2007. *Cellulosic Ethanol*. [En ligne] <http://www.nrel.gov/biomass/pdfs/40742.pdf>
 (Consulté en mai 2012)
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2010. *Technologies and Approaches to Reducing the Fuel Consumption of Medium and Heavy-Duty Vehicles*. Committee to Assess Fuel Economy Technologies for Medium- and Heavy-Duty Vehicles. ISBN : 0-309-14983-5, 250 pages.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2011. *Assessment of Fuel Economy Technologies for Light-Duty Vehicles*. Committee on the Assessment of Technologies for Improving Light-Duty Vehicle Fuel Economy. ISBN : 978-0-309-15607-3, 260 pages.

- NEW SOUTH WALES GOVERNMENT. *Transport Maritime. Boats, Biofuels and you*. [En ligne]
http://www.maritime.nsw.gov.au/rec_boating/biofuels.html#diesel
(Consulté en mai 2012)
- NISSAN CANADA. [En ligne]
<http://www.nissan.ca/buying/configurator/fr/modelChooser.html?group=LEAF>
(Consulté en mai 2012)
- NORTH AMERICAN COUNCIL FOR FREIGHT EFFICIENCY (NACFE). 2011. *Fleet Fuel Efficiency Benchmark Study*. 28 p.
- OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY. *Carbon-Fiber composites for cars*. Oak Ridge National Laboratory Review. [En ligne]
http://www.ornl.gov/info/ornlreview/v33_3_00/carbon.htm
(Consulté en mai 2012)
- OFFICE NATIONAL DE L'ENERGIE (2011), Prévisions de la consommation énergétique, scénario de référence.
- ONTARIO MINISTRY OF TRANSPORTATION. 2011. *Long Combination Vehicle Program Review*.
- PARRY. 2005. *Is Pay-As-You-Drive Insurance a Better Way to Reduce Gasoline than Gasoline Taxes?*. Resources for the Future.
- PARRY. 2008. *Pricing Urban Congestion*. Resources for the Future.
- PATRICK J. BRAY. *Diesel Duck. What is a bulbous bow?* [En ligne]
http://www.dieselduck.ca/library/01%20articles/bulbous_bows.htm
(Consulté en mai 2012)
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA. 2011. *Perspectives maritimes. Faits saillants de l'industrie maritime*. Mars 2011.
- PLANETGREEN (DISCOVERY CHANNEL). *Carbon fiber or steel for transportation?* [En ligne]
<http://planetgreen.discovery.com/tech-transport/carbon-fiber-steel-transportation.html> (Consulté en mai 2012)
- POPULAR MECHANICS. 2009. *Is nitrogen better than air in car tires?* [En ligne]
<http://www.popularmechanics.com/cars/how-to/repair-questions/4302788> (Consulté en mai 2012)
- PRINS AUTOGASSTYTEMEN BV. [En ligne] <http://www.prinsautogas.com/>
(Consulté en novembre 2012)

- PROUST, A. 2011. *Évaluation des performances et de la rentabilité économique d'un camion hybride diesel-électrique de classe 7 pour livraison*. Partenariat Agropur, ministère des Transports du Québec, FPInnovations. FPInnovations, Pointe-Claire, QC. Rapports de contrat RC-515 et RC-516.
- PROUST, A. 2012. *Évaluation de l'efficacité énergétique d'un camion-outil hybride diesel-électrique avec la fonction ePTO. Partenariat CGER*. Ministère des Transports du Québec – FPInnovations. FPInnovations, Pointe-Claire, QC. Rapport de contrat RC-631.
- PROUST, A. 2011. *Guide d'évaluation de systèmes de gestion de la pression des pneus embarqués sur camions*. FPInnovations, Pointe-Claire, QC.
- PROUST, A. ; VINCENT, B. 2012. *Projet pilote en matière de conduite éconergétique dans le secteur du transport par véhicule léger (phase 3) : Rapport final*. FPInnovations, Pointe-Claire, Québec. Rapport de contrat RC-575.
- PROVENCHER, YVES. FPInnovations – Performance Innovations Transport (PIT), marius.surcel@fpinnovations.ca. Communication personnelle avec Michel Bergeron, Cummins Est du Canada S.E.C., Pointe-Claire, mai 2011.
- PUBLIC SAFETY CANADA. 2008. *At the Canadian port and maritime security conference and expo*. [En ligne]
<http://www.publicsafety.gc.ca/media/sp/2008/sp20080522-eng.aspx>
 (Consulté en mai 2012)
- PUGET SOUND REGIONAL COUNCIL. 2008. *Traffic Choices Study*.
<http://psrc.org/projects/trafficchoices>.
- RAILWAY ASSOCIATION OF CANADA. 2011. *2011 Rail Trends*. [En ligne]
http://www.railcan.ca/assets/images/publications/2011_Trends/2011_RAC_TrendsEng.pdf (Consulté en mai 2012)
- RESSOURCES NATURELLES CANADA. 2011. Base de données nationale sur la consommation d'énergie (BNCE)
- RESSOURCES NATURELLES CANADA. 2012. Guide de données sur la consommation d'énergie, 1990 à 2009.
- RESSOURCES NATURELLES CANADA. *Base de données nationale sur la consommation d'énergie* (BNCE), Secteur des transports Québec. Tableau 13 : Consommation d'énergie secondaire et émissions de GES du transport aérien par source d'énergie. [En ligne]
http://oee.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/tableauxevolution2/tan_qc_13_f_4.cfm?attr=0 (Consulté en décembre 2012)

RESSOURCES NATURELLES CANADA. 2012a. Conducteur averti pour le camionnage routier. Ressources naturelles Canada. Site Internet : http://ecoflotte.nrcan.gc.ca/index.cfm?fueaction=c_averti.camionnage (Consulté en novembre 2012).

RESSOURCES NATURELLES CANADA. *Base de données nationale sur la consommation d'énergie* (BNCE), Secteur des transports Québec. Tableau 19 : Consommation d'énergie secondaire et émissions de GES du transport maritime par source d'énergie. [En ligne] http://oee.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/tableauxevolution2/tan_qc_19_f_4.cfm?attr=0 (Consulté en décembre 2012)

RESSOURCES NATURELLES CANADA. [En ligne] <http://oee.nrcan.gc.ca/transports/outils/cotescarburent/cotes-recherche.cfm> (Consulté en mai 2012)

RESSOURCES NATURELLES CANADA. *Le réchauffement des véhicules*. [En ligne] <http://oee.nrcan.gc.ca/node/2884> (Consulté en décembre 2012)

RITTICH, C. 2010. *Demonstration of the potential use of biodiesel for off-road machinery in Canadian highway construction and forest operations*. FPIInnovations, Vancouver, British Columbia, Canada.

ROBERT J. DEROCHER. 2012. *For some railroads, real-time locomotive health monitoring is the next logical step*. Progressive Railroading. [En ligne] <http://www.progressiverailroading.com/mechanical/article/For-some-railroads-realtime-locomotive-health-monitoring-is-the-next-logical-step--30184>

ROBERT, Q. RILEY ENTERPRISES. 2007. *Electric and Hybrid Vehicles: An Overview of the Benefits, Challenges, and Technologies*. Phoenix, Az, USA.

ROULEZ ÉLECTRIQUE. [En ligne] <http://roulezelectrique.com/les-chiffres-de-vente-de-vehicules-electrique-au-canada-en-2012/> (Consulté en novembre 2012)

RTC. 2011. Rapport d'activité.

RTC. 2012. Rapport financier.

RTL. 2011. Rapport d'activité.

RTL. 2012. Rapport financier.

- SAAQ. 2012. *Dossier statistique : Bilan 2011*. Disponible en ligne : <http://www.saaq.gouv.qc.ca/rdsr/sites/files/12012003.pdf>.
- SAINI, M., KERSEY, V. L., AND RATLIFF, K. 2002. *Performance of a Synthetic Diesel Engine Oil*. SAE Technical Paper Series, SAE International.
- SASAKI, M., KISHI, Y., HYUGA, T., OMATA, H., TAKESHIMA, S., KURIHARA, I., AND OHASHI, A. (2000). *Development of High Performance Heavy-Duty Diesel Engine Oil to Extend Oil Drain Intervals: 5W30 Fully Synthetic Oil Containing MoDTC*. SAE Technical Paper Series, SAE International.
- SCIENTIFIC AMERICAN. 2008. *Do Nitrogen-Filled tires enhance Fuel-Efficiency?* [En ligne] <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=nitrogen-filled-tires-fuel-efficiency> (Consulté en mai 2012)
- SÉBASTIEN TEMPLIER. 2007. *Bientôt des assurances au kilomètre parcouru?* La Presse, 27 mai 2011 [En ligne] <http://auto.lapresse.ca/dossiers/dossiers-speciaux/201109/12/01-4446192-bientot-des-assurances-au-kilometre-parcouru.php> (Consulté le 18 décembre 2012)
- SECRÉTARIAT AUX ENQUÊTES ORIGINE-DESTINATION MÉTROPOLITAINES. 2010. *Enquête Origine-Destination 2008 : La mobilité des personnes dans la région de Montréal*. Disponible en ligne : <http://enqueteod.amt.qc.ca/resultats.asp>.
- SHAW, S. 2012. Présentation ENCANA. Conférence Heavy Duty Vehicle GHG Emissions and Fuel Efficiency in Canada, Winnipeg, mai 2012. [En ligne] <http://www.biodieselquebec.org/Pages/biodiesel.html#experimentations> (Consulté en décembre 2012)
- SHEWMAKE. 2011. *Are HOV Lanes Effective? Evidence on the Impact of HOV Lanes on Welfare and VMT*. <http://ssrn.com/abstract=1874383>
- SORENSEN, P., ECOLA, L., WACHS, M., DONATH, M., MUNNICH, L., SERIAN, B., 2009. *“Implementable Strategies for Shifting to Direct Usage-Based Charges for Transportation Funding”*, NCHRP Web-only Document 143. National Cooperative Highway Research Program. Transportation Research Board, Washington, DC.
- SMARTPLANET. *Airbus A350 versus Boeing 787: differences and many similarities*. [En ligne] <http://www.smartplanet.com/blog/thinking-tech/airbus-a350-versus-boeing-787-differences-and-many-similarities/3260> (Consulté en mai 2012)

- SMARTWAY TRANSPORT. *Verified aerodynamic technologies*. [En ligne]
<http://www.epa.gov/smartway/technology/aerodynamics.htm>
(Consulté en avril 2012)
- SOCIÉTÉ DE TRANSPORT DE MONTRÉAL. [En ligne]
<http://www.stm.info/info/comm-12/co120704A.htm>
(Consulté en novembre 2012)
- STATE OF CONNECTICUT (2007). 2006 Progress Report. Prepared for the Governor's Steering Committee on Climate Change.
http://www.ctclimatechange.com/documents/SectorSummaries2006Progress_000.pdf
- STATISTIQUE CANADA. 2010. *Enquête sur les véhicules au Canada : annuelle, 2009*. N° de catalogue 53-223-Xwe, ISSN 1499-318x. Ottawa, On.
- STATISTIQUE CANADA. 2011. Tableau 383-0010. Disponible en ligne à l'adresse :
<http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?lang=fra&retrLang=fra&id=3830010&paSer=&pattern=&stByVal=1&p1=1&p2=-1&tabMode=dataTable&csid=>
- STEEG, B. L. J. 2009. *Investigation of exhaust emission values of a dual-fuel heavy duty diesel engine*. TNO Science and Industry. Tno-033-hm-2009-01369 Steenovenwag 1, P. O. Box 756 570 AT Helmond, The Netherlands, www.tno.nl, Octobre 2009.
- STM. 2009. *Rapport technique technologie hybride*. Programme de démonstration en transport urbain. Transports Canada.
- STM. 2011. Rapport d'activité.
- STM. 2012. Rapport financier.
- SURCEL, M.-D. 2007. *Essais de consommation de carburant avec le dispositif FMZ de RM2J Inc*. FPInnovations, Pointe-Claire, QC. Rapport interne RI-2007-07-12. 44 p.
- SURCEL, M.-D. 2007. *Essais de consommation de carburant avec le dispositif FMZ de RM2J Inc*. FPInnovations, Pointe-Claire, QC. Rapport interne RI-2007-07-12. 44 p.
- SURCEL, M.-D. 2009a. *Essais pour l'évaluation des technologies potentiellement écoénergétiques : Energotest 2009, édition automne*. FPInnovations, Pointe-Claire, QC. Rapport interne RI-2009-11-24. 77 p.
- SURCEL, M.-D. 2009b. *Essais pour l'évaluation des technologies potentiellement écoénergétiques : Energotest 2009, édition printemps*. FPInnovations, Pointe-Claire, QC. Rapport interne RI-2009-07-27. 53 p.

- SURCEL, M.-D., Provencher, Y., Michaelsen, J. 2009. Fuel Consumption Track Tests for Tractor-Trailer Fuel Saving Technologies, SAE International Journal of Commercial Vehicle, 2(2) : 191-202.
- SURCEL, M.-D. 2010a. Overview of Trailer Rear Deflectors. Report prepared for Transport Canada. Contract Report CR-T8009-090660. FPIinnovations, Pointe-Claire, QC.
- SURCEL, M.-D. 2010B. Energotest 2010 : Essais pour l'évaluation des technologies potentiellement écoénergétiques. FPIinnovations, Pointe-Claire, QC. Rapport interne IR-2010-10-28. 95 p.
- SURCEL, M.-D. 2011. Essais de consommation de carburant pour évaluer le fourgon FRIO de Fourgons Transit. FPIinnovations, Pointe-Claire, QC. Rapport de contrat RC-625. 17 p.
- SURCEL, M.-D. 2012a. Rapport sommaire de la campagne d'essais Energotest printemps 2012. FPIinnovations, Pointe-Claire, QC. 18 p.
- SURCEL, M.-D. 2012b. FPIinnovations – Performance Innovations Transport (PIT), marius.surcel@fpinnovations.ca: Communication personnelle avec Sylvain Castonguay, CNTA, Saint-Jérôme, Québec, novembre 2012.
- SURCEL, M.-D. 2012c. FPIinnovations – Performance Innovations Transport (PIT), marius.surcel@fpinnovations.ca: Communication personnelle avec Martin Castonguay, Gaz Métro Solutions Transport, Longueuil, novembre 2012.
- SURCEL, M.-D. 2012d. FPIinnovations – Performance Innovations Transport (PIT), marius.surcel@fpinnovations.ca: Communication personnelle avec Yvon Boisclair, Laval, BL Énergie, novembre 2012.
- SURCEL, M.-D. 2012e. FPIinnovations – Performance Innovations Transport (PIT), marius.surcel@fpinnovations.ca: Communication personnelle avec Pierre Girard, Réduction Co2 Inc, Québec, novembre 2012.
- SURCEL, M.-D. 2012f. FPIinnovations – Performance Innovations Transport (PIT), marius.surcel@fpinnovations.ca: Communication personnelle avec Anatoly Mezheritsky, MA Turbo/Engine Ltd., Vancouver, BC, novembre 2012.
- SURCEL, M.-D. 2012g. FPIinnovations – Performance Innovations Transport (PIT), marius.surcel@fpinnovations.ca: Communication personnelle avec le groupe Hotstar, mai 2012.
- SURCEL, M.-D. 2012h. FPIinnovations – Performance Innovations Transport (PIT), marius.surcel@fpinnovations.ca: Communication personnelle avec le groupe Q-Tron États-Unis, mai 2012.

- SURCEL, M.-D. 2012i. FPInnovations – Performance Innovations Transport (PIT), marius.surcel@fpinnovations.ca: Communication personnelle avec L.B. Foster Rail Technologies, Pointe-Claire (Québec) et Burnaby (BC), décembre 2012.
- SURCEL, M.-D.; Jokai, R. 2010. Evaluating components of the Canadian Trucking Alliance's enviroTruck Concept. FPInnovations, Pointe-Claire, QC. Contract Report CR-439 prepared for Transport Canada's ecoFREIGHT Program. 92 p.
- SURCEL, M.-D., Jokai, R. 2011. Impact of Idling on Engine Temperatures in Winter Conditions , Paper no 2011-01-2190, SAE 2011 Commercial Vehicle Engineering Congress & Exhibition, Rosemont – Chicago, IL, September 13 –14, 2011.
- SURCEL, M.-D., Michaelsen, J., Carme, R., Brown, M. 2007. Performance Evaluation of Heavy-Duty Vehicles Equipped with Automatic Transmissions and with Powertrain Adaptive Systems in Forestry Transportation. Paper no. 2007-01-4212. SAE 2007 Commercial Vehicle Engineering Congress & Exhibition, 30 octobre au 2 novembre 2007, Rosemont – Chicago, IL.
- SURCEL, M.-D., Michaelsen, J. 2010. Evaluation of tractor-trailer rolling resistance reducing measures. Paper no 2010-01-1917. SAE 2010 Commercial Vehicle Engineering Congress & Exhibition, October 5 –6, 2010. Rosemont – Chicago, IL.
- TAC-ATC. 2012. L'AMT prend le virage de l'électrification. Site Internet : <http://www.tac-atc.ca/english/annualconference/tac2012/docs/session23/bergeron-f.pdf> (Consulté décembre 2012).
- TANGUAY ET GINGRAS. 2011. *Gas Prices Variations and Urban Sprawl: an Empirical Analysis of the 12 Largest Canadian Metropolitan Areas*. CIRANO.
- TASSOU, S. A., DE-LILLE, G., GE, Y. T. 2009. *Food transport refrigeration – approaches to reduce energy consumption and environmental impacts of road transport*. Applied Thermal Engineering 29 (8-9) : 1467- 1477, 2009.
- TAYLOR ET al. 2008. *Nature and/or nurture? Analyzing the determinants of transit ridership across US urbanized areas*. Transportation Research Part A.
- TECHNOLOGY & MAINTENANCE COUNCIL (TMC). 2006. *Hybrid work trucks: Preparing for market introduction*. S.15 Study Group, Alexandria, VA. Information Report 2006-2.

TÉLÉ-QUÉBEC. 2012. Site Internet :

<http://legitimedeponse.telequebec.tv/occurrence.aspx?id=343> (Consulté en novembre 2012).

THE COMSIS CORPORATION AND INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS REPORT, *Implementing Effective Travel Demand Management Measures: Inventory of Measures and Synthesis of Experience, prepared for the Federal Highway Administration and the Federal Transit Administration, provides a comprehensive review of vanpooling as a strategy, its market and cost effectiveness, and parametric estimates of travel and traffic impact potential.* Published as report DOT-T-94-02, the document includes case studies of both employer based and third-party vanpooling (Comsis and ITE, 1993).
<http://ntl.bts.gov/DOCS/273.html>

THE FUEL CELL TODAY. 2011. *Fuel today industry review 2011.* ISSN 1756-3186. Fuel cell today. Royston. United Kingdom.40p

THE GOODYEAR TIRE & RUBBER COMPANY. 2008. *Factors affecting truck fuel economy.* [En ligne]
<http://www.goodyear.ca/truck/pdf/commercialtiresystems/FuelEcon.pdf>
(Consulté en novembre 2010).

THE QE2 STORY. *Stern flap trend in cruise ship design.* [En ligne]
<http://www.theqe2story.com/forum/index.php?topic=3073.0>
(Consulté en mai 2012)

TIME SCIENCE. *Can Aiplanes fly on Biofuel?* [En ligne]
<http://www.time.com/time/health/article/0,8599,1717009,00.html>
(Consulté en mai 2012)

TINHAM, B. 2010. *Gaz guzzlers?* Transport Engineer, mai 2010.

TIRE RACK. 2012. *Clearing the air about nitrogen tire inflation.* [En ligne]
<http://www.tirerack.com/tires/tiretech/techpage.jsp?techid=191>
(Consulté en mai 2012)

TMC (Technology & Maintenance Council). 2002. *Tire Air Pressure Study.* Alexandria, Va.

TOLL COLLECTION TECHNOLOGY CONSIDERATIONS, *Opportunities, and Risks, Background Paper No. 8, Washington State Comprehensive Tolling Study,* September 20, 2006 (IBI Group with Cambridge Systematics, Inc.).

TOTAL LUBRIFIANTS CANADA INC. *Pourquoi opter pour une huile synthétique?*
[En ligne] http://www.total-lubrifiants.ca/Pages/canada.nsf/V5_SWIPSA/682ABA0D29A1B1AAC12579000034E667?OpenDocument&UNI=06A1841071602ECFC12578A200572C0F&LG=FR&#c436
(Consulté en novembre 2012)

TRANSBUS. [En ligne] <http://www.transbus.org/dossiers/pac.html>
(Consulté en novembre 2012)

TRANSPORTS CANADA, 1999: Les Transports et le Changement Climatique : Options à Envisager. Préparé par La Table des Transports et du Changement Climatique. Disponible à http://www.tc.gc.ca/programs/environment/climatechange/subgroups1/Options_Paper/English/default.htm

TRANSPORT CANADA. 2008. *Rapport sommaire - Évaluation de l'imposition au canada d'une exigence consistant à équiper les camions lourds d'un limiteur de vitesse.* Ottawa, ON. TP 14808.

TRANSPORTS CANADA. 2010a. Gaz naturel comprimé (CNG). <http://www.tc.gc.ca/fra/programmes/environnement-etv-comprime-fra-159.htm> (Consulté mai 2012).

TRANSPORTS CANADA. 2010b. Les véhicules alimentés au propane. <http://www.tc.gc.ca/fra/programmes/environnement-etv-vehicules-ficheeconoline-fra-1966.htm>. (Consulté mai 2012).

TRANSPORTS CANADA. 2010c. Véhicule polycarburant. <http://www.tc.gc.ca/fra/programmes/environnement-etv-polycarburant-fra-649.htm>. (Consulté mai 2012).

TRANSPORTS CANADA. 2010d. Matériaux légers et recyclables. <http://www.tc.gc.ca/fra/programmes/environnement-etv-materiaux-fra-117.htm>. (Consulté mai 2012).

TRANSPORTS CANADA. 2011a. Effects of Nitrogen Tire inflation on Canadian long-haul trucking. <http://www.tc.gc.ca/eng/programs/environment-ecofreight-road-effects-nitrogen-tire-inflation-canadian-long-haul-trucking-107.htm>. (Consulté mai 2012).

TRANSPORT CANADA. 2011b. Pneus à faible résistance au roulement. <http://www.tc.gc.ca/eng/programs/environment-etv-lowresistance-eng-116.htm>. (Consulté mai 2012).

- TRANSPORTS CANADA. 2011c. Systeme d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur perfectionné.
<http://www.tc.gc.ca/fra/programmes/environnement-etv-ralenti-fra-113.htm>.
(Consulté mai 2012).
- TRANSPORTS CANADA. 2012a. Mitsubishi i-MiEV. Fiche technique. Site Internet de Transports Canada :
<http://www.tc.gc.ca/media/documents/programmes/imiev.pdf> (Consulté en novembre 2012).
- TRANSPORTS CANADA. 2012b. Installation de groupes auxiliaires de bord sur des locomotives. <http://www.tc.gc.ca/fra/programmes/environnement-ecomarchandises-ferroviaire-installation-de-groupes-auxiliaires-de-bord-sur-des-locomotives-458.htm>. (Consulté mai 2012)
- TRANSPORTS CANADA. 2012c. Carburants de remplacement à base de gaz.
<http://www.tc.gc.ca/fra/programmes/environnement-ecomarchandises-routier-carburants-remplacement-base-gaz-2516.htm>. (Consulté mai 2012).
- TRANSPORTS CANADA. 2012d. Installation et mise à l'essai de technologies d'amélioration de la performance des locomotives.
<http://www.tc.gc.ca/fra/programmes/environnement-ecomarchandises-ferroviaire-installation-mise-a-lessai-technologies-damelioration-performance-des-locomotives-462.htm>. (Consultée mai 2012).
- TRANSPORTS CANADA. 2012e. Projet d'alimentation à quai.
<http://www.tc.gc.ca/fra/programmes/environnement-ecomarchandises-maritime-projet-dalimentation-a-quai-2546.htm>. (Consulté mai 2012).
- TRANSPORTS CANADA. 2012f. Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour moteurs diesel marins.
<http://www.tc.gc.ca/fra/programmes/environnement-ecomarchandises-maritime-systeme-reduction-emissions-consommation-carburant-pour-moteurs-diesel-marins-97.htm> . (Consulté mai 2012).
- TRANSPORTS CANADA. 2012g. Réduction de la consommation de carburant au moyen de réducteurs de frottement roue-rail.
<http://www.tc.gc.ca/fra/programmes/environnement-ecomarchandises-ferroviaire-reduction-consommation-carburant-moyen-reducteurs-frottement-roue-rail-1136.htm>. (Consultée mai 2012).
- TRANSPORTS QUÉBEC. 2011. Guide concernant le Règlement sur le permis spécial de circulation d'un train routier.

TRANSPORTS QUÉBEC. 2011. *Guide concernant le Règlement sur le permis spécial de circulation d'un train routier.*

TRANSPORTS QUÉBEC. [En ligne]
http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/programmes_aide/camionnage/pr_efferg_transp_rout_ferro_maritime
(Consulté en novembre 2012)

TRANSPORTS QUÉBEC. *Entretien du réseau routier local.* [En ligne]
http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/partenaires/municipalites/programmes_aide/reseau_routier_municipal/entretien_reseau_routier_local
(Consulté le 8 janvier 2013)

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB). 2003a. *Land Use and Site Design Traveler Response to Transportation System Changes.* Transit Cooperative Research Program.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB). 2003b. *Transit Information and Promotion Traveler Response to Transportation System Changes.* Transit Cooperative Research Program.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB). 2004a. *Bus Routing and Coverage Traveler Response to Transportation System Changes.* Transit Cooperative Research Program.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB). 2004b. *Park-and-Ride/Pool: Traveler Response to Transportation System Changes.* Transit Cooperative Research Program.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB). 2004c. *Transit Pricing and Fares Traveler Response to Transportation System Changes.* Transit Cooperative Research Program.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB). 2004d. *Transit Scheduling and Frequency Traveler Response to Transportation System Changes.* Transit Cooperative Research Program.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB). 2005a. *Parking Pricing and Fees Traveler Response to Transportation System Changes.* Transit Cooperative Research Program.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB). 2005b. *Vanpools and Buspools Traveler Response to Transportation System Changes.* Transit Cooperative Research Program.

- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB). 2006. *HOV Facilities: Traveler Response to Transportation System Changes*. Transit Cooperative Research Program.
- TRANSPORTS QUÉBEC. *Entretien du réseau routier local*. [en ligne] http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/partenaires/municipalites/programmes_aide/reseau_routier_municipal/entretien_reseau_routier_local [page consultée le 8 janvier 2013].
- UBBELS, BARRY, AND ERIK VERHOEF (2006), “*Behavioural Responses To Road Pricing Empirical Results From A Survey Among Dutch Car Owners*,” *Transportation Research Record* 1960, TRB (www.trb.org), pp. 159-166; available www.mdt.mt.gov/research/docs/trb_cd/Files/06-1095.pdf.
- UCDAVIS. 2010. *DRAFT Policy Brief on the Impacts of Employer-Based Trip Reduction Based on a Review of the Empirical Literature*. California Air Resources Board. <http://ultrans.its.ucdavis.edu/doc/senate-bill-375-research-transportation-related-policies-based-review-empirical-literature>.
- UCDAVIS. 2010. *DRAFT Policy Brief on the Impacts of Parking Pricing Based on a Review of the Empirical Literature*. California Air Resources Board. <http://ultrans.its.ucdavis.edu/doc/senate-bill-375-research-transportation-related-policies-based-review-empirical-literature>
- UCDAVIS. 2010. *DRAFT Policy Brief on the Impacts of Road User Pricing Based on a Review of the Empirical Literature*. California Air Resources Board. <http://ultrans.its.ucdavis.edu/doc/senate-bill-375-research-transportation-related-policies-based-review-empirical-literature>
- UCDAVIS. 2010. *DRAFT Policy Brief on the Impacts of Telecommuting Based on a Review of the Empirical Literature*. California Air Resources Board. <http://ultrans.its.ucdavis.edu/doc/senate-bill-375-research-transportation-related-policies-based-review-empirical-literature>.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). 2005. *COMMUTER Model v2.0 User Manual*. [En ligne] http://www.epa.gov/oms/stateresources/policy/pag_transp.htm
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. 2000. *Technology Roadmap for the 21st Century Truck Program*. Washington DC.
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY (US-DOE). 2006a. *Auxiliary Power Unit Cuts Emissions, Fuel Use In Railroad Locomotives*. http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/pdfs/success/locomotive_apu.pdf. (Consulté mai 2012).

- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY (US-DOE). 2006b. Technology Roadmap for the 21st Century Truck Program. Washington DC.
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. 2009. *Energy efficiency and renewable energy*. Alternative Fuels and Advanced Vehicles Data Center, Washington, DC.
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY (US DOE). 2011a. Inventory of current fuel cell and other hydrogen-Powered vehicles.2011 US Department of Energy. Site internet : <http://hydrogen.pnl.gov/cocoon/morf/hydrogen/article/709> (consulté en mai 2012).
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY (US DOE). 2011b.Low rolling resistance tires. http://www.afdc.energy.gov/afdc/vehicles/fuel_economy_tires_light.html. (Consulté mai 2012).
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY (US DOE).2011c. What is a propane vehicle?. http://www.afdc.energy.gov/afdc/vehicles/propane_what_is.html. (Consulté mai 2012).
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY (US DOE). 2011d. Biodiesel Basics. Vehicle Technologies Program. DOE/GO-102011-3001.
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY (US-DOE). 2012a. Ethanol. <http://www.fueleconomy.gov/feg/ethanol.shtml>. (Consulté mai 2012).
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY (US DOE). 2012b. Clean Cities Alternative Fuel Price Report.
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY (US DOE). 2012c Keeping your car in shape. <http://www.fueleconomy.gov/feg/maintain.shtml>. (Consulté mai 2012).
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY (US DOE). 2012d. Propane: Liquefied Petroleum Gas (LPG). <http://www.fueleconomy.gov/feg/lpg.shtml>. (Consulté mai 2012).
- U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. 2010. *Transportation's Role in Reducing U.S. Greenhouse Gas Emissions*. Volume 1 : Synthesis Report.
- U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. *Tire pressure maintenance - A statistical investigation*. [En ligne] <http://www.popularmechanics.com/cars/how-to/repair-questions/4302788> (Consulté en mai 2012)
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). 2002. Clean alternative fuels: Liquefied natural gas. EPA420-F-00-038. Transportation and Air Quality, Transportation and Regional, Programs Division Washington, DC.

- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). 2009a. Automatic Tire Inflation System - A Glance at Clean Freight Strategies. SmartWay Transport Partnership. EPA 420F09-033.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). 2009b. Hybrid Powertrain Technology - A Glance at Clean Freight Strategies. SmartWay Transport Partnership. EPA 420F09-035.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). 2009c. Idle Reduction - A Glance at Clean Freight Strategies. SmartWay Transport Partnership. EPA 420F09-038.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). 2009d. Improved Aerodynamics - A Glance at Clean Freight Strategies. SmartWay Transport Partnership. EPA 420F09-036.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). 2009e. Low Rolling Resistance Tires - A Glance at Clean Freight Strategies. SmartWay Transport Partnership. EPA 420F09-041.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). 2009f. Longer Combination Vehicles - A Glance at Clean Freight Strategies. SmartWay Transport Partnership. EPA 420F09-XXX.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). 2009g. Reducing Highway Speed - A Glance at Clean Freight Strategies. SmartWay Transport Partnership. EPA 420F09-042.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). 2009h. Weight Reduction - A Glance at Clean Freight Strategies. SmartWay Transport Partnership. EPA 420F09-043.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). 2010. Renewable Fuel Standard Program (RFS2) Regulatory Impact Analysis. <http://www.epa.gov/otaq/renewablefuels/420r10006.pdf>. (Consulté mai 2012).
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. (US EPA) 2011. Verified Idling reduction technologies. <http://www.epa.gov/otaq/smartway/technology/idling.htm>. (Consulté mai 2012)
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). 2012. Verified aerodynamic technologies. Site Web de SmartWay Transport: <http://www.epa.gov/smartway/technology/aerodynamics.htm> (consulté en avril 2012).

- U.S. NAVY; Energy. Environment & Climate change, Stern Flaps.
http://greenfleet.dodlive.mil/files/2011/09/20110830_SternFlapsEnergyFactsheet.pdf. (Consulté mai 2012).
- UCDAVIS. 2010.
- ULRIKE J. SMALLWOOD, AND OLIVER J. 2008. *Fini les vidanges d'huile!* Practicing Oil Analysis Magazine. Mars, 2008.
- UNITED NATIONS. 2009. *Fuel consumption measurement method for vehicle-powered refrigeration units based on the concept of a standard vehicle engine*. Economic Commission for Europe, Inland Transport Committee - Working Party on the Transport of Perishable Foodstuffs, Sixty-fourth session, Geneva, 14-17 October, 2008.
- VEHICLE TRAVEL. Transportation Research A, Vol. 35, No. 1, January 2001, pp. 47-72.
- VICTORIA TRANSPORT POLICY INSTITUTE (VTPI). 2010a. HOV Priority: *Strategies to Improve Transit and Ridesharing Speed and Convenience*. <http://www.vtpi.org/tdm/tdm19.htm>
- VICTORIA TRANSPORT POLICY INSTITUTE (VTPI). 2010b. *Guaranteed Ride Home: A Backup For Commuters Who Use Alternative Modes*. <http://www.vtpi.org/tdm/tdm18.htm>
- VICTORIA TRANSPORT POLICY INSTITUTE (VTPI). 2010c. Park & Ride : Convenient Parking For Transit Users. <http://www.vtpi.org/tdm/tdm27.htm>.
- VICTORIA TRANSPORT POLICY INSTITUTE (VTPI). 2011. *Pay-As-You-Drive Vehicle Insurance : Converting Vehicle Insurance Premiums Into Use-Based Charges*. <http://www.vtpi.org/tdm/tdm79.htm>
- VINCENT, B. 2011. *Projet pilote en matière de conduite éconergétique dans le secteur du transport par véhicule léger (phase 2) : Rapport final*. FPInnovations, Pointe-Claire, Québec. Rapport de contrat RC-472. 169 p.
- WAGNER, F. A., *Energy Impacts of Urban Transportation Improvements*, Prepared for the Institute of Transportation Engineers by Wagner-McGee Associates, Inc., 1980.
- WAMBALABA ET AL. 2004. *Price Elasticity of Rideshare: Commuter Fringe Benefits for Vanpools*. Center for Urban Transportation Research.

WARD, J, STACY, D. 2011. *2010 Vehicle Technologies Market Report*. US Department of Energy.

WASTRAETE, M. 2011. Dossier technique sur les véhicules électriques et hybrides. ANFA (Association Nationale pour la Formation Automobile). France. 84p.

ZANTEMA, J., VAN AMELSFORT, D.H., BLIEMER, M.C.J., ET P.H.L. BOVY. 2008. *Pay-As-You-Drive (PAYD): A case study into the safety and accessibility effects of PAYD strategies*. Annual meeting Transportation Research Board [en ligne]
[http://archieff.goudappel.nl/Site/basicsite.nsf/0/CE96EA7FC91947C6C1257546003BCA54/\\$file/PaperRevised.pdf](http://archieff.goudappel.nl/Site/basicsite.nsf/0/CE96EA7FC91947C6C1257546003BCA54/$file/PaperRevised.pdf) [page consultée le 18 décembre 2012]

ANNEXE 1

Consommation d'énergie dans le secteur du transport
au Québec en 2016 et 2021

Annexe 1.1a

Consommation d'énergie dans le secteur des transports au Québec en 2016

En pétajoules

MODES			MOTIFS																																					
Carburant 458,9	Personnes 242,1	Automobile 200,8	Urbain 167,1	Montréal-Centre 30,52	Loisirs, aff. personnelles et magasinage 16,35																																			
					Étude et travail 10,13																																			
					Gouvernement et commercial 4,04																																			
					Québec 11,61	Loisirs, aff. personnelles et magasinage 5,72																																		
						Étude et travail 3,93																																		
						Gouvernement et commercial 1,95																																		
					Autres 75,90	Loisirs, aff. personnelles et magasinage 44,99																																		
						Étude et travail 24,43																																		
						Gouvernement et commercial 6,49																																		
					Banlieue de Mtl 49,03	Loisirs, aff. personnelles et magasinage 26,86																																		
						Étude et travail 18,59																																		
						Gouvernement et commercial 3,58																																		
					Interurbain 33,7	Professionnels 7,33																																		
						Personnels 26,41																																		
			Carburant 458,9	Personnes 242,1	Autobus 4,1	Urbain 3,1	Montréal-Centre 1,74	Loisirs, aff. personnelles et magasinage 0,78																																
								Étude et travail 0,96																																
								Québec 0,46	Loisirs, aff. personnelles et magasinage 0,23																															
									Étude et travail 0,23																															
		Autres 0,31				Loisirs, aff. personnelles et magasinage 0,16																																		
						Étude et travail 0,15																																		
		Banlieue de Mtl 0,55				Loisirs, aff. personnelles et magasinage 0,18																																		
						Étude et travail 0,37																																		
		Interurbain 1,1				Professionnels 0,20																																		
						Personnels 0,86																																		
Carburant 458,9	Personnes 242,1	Autobus scolaires 1,8																																						
						Carburant 458,9	Personnes 242,1	Train 1,3																																
									Carburant 458,9	Personnes 242,1	Avion 34,1																													
												Carburant 458,9	Personnes 242,1	Camion 150,9	Urbain 73,1																									
																Interurbain 77,8																								
															Carburant 458,9	Personnes 242,1	Train 9,7																							
																		Carburant 458,9	Personnes 242,1	Avion 2,5																				
																					Carburant 458,9	Personnes 242,1	Maritime 28,7																	
			Carburant 458,9	Personnes 242,1	Hors routes 25,0																																			
																								Carburant 458,9	Personnes 242,1	Automobile 0,2														
																											Carburant 458,9	Personnes 242,1	Métro 1,3											
																														Carburant 458,9	Personnes 242,1	Train 0,0								
																																	Carburant 458,9	Personnes 242,1	Camion 0,1					
																																				Carburant 458,9	Personnes 242,1	Total 460,4		

Annexe 1.1b

Consommation d'énergie dans le secteur des transports au Québec en 2021

En pétajoules

		MODES		MOTIFS							
Tableau 5.4											
Carburant 450,2	Personnes 222,9	Automobile	179,2	Urbain	Montréal-Centre 26,88	Loisirs, aff. personnelles et magasinage	14,80				
						Étude et travail	8,55				
						Gouvernement et commercial	3,53				
						Interurbain	31,6		Loisirs, aff. personnelles et magasinage	40,69	
								Étude et travail	20,29		
								Gouvernement et commercial	5,69		
						Autobus	4,1	Urbain	Montréal-Centre 1,69	Loisirs, aff. personnelles et magasinage	0,78
									Étude et travail	0,91	
									Québec 0,45	Loisirs, aff. personnelles et magasinage	0,24
									Étude et travail	0,21	
								Interurbain	1,1	Loisirs, aff. personnelles et magasinage	0,16
										Étude et travail	0,14
										Professionnels	0,19
									Personnels	0,88	
						Aut. scolaires	1,8				
		Train	1,4								
		Avion	36,4								
Marchandises 200,5	Hors routes 26,8	Camion	158,3	Urbain	Banlieue de Mtl. 0,56	Loisirs, aff. personnelles et magasinage	0,19				
						Étude et travail	0,37				
					Interurbain	78,8	Professionnels	0,19			
							Personnels	0,88			
						Train	10,1				
		Avion	2,4								
		Maritime	29,7								
Electricité 1,8	Hors routes 26,8	Automobile	0,4								
		Métro	1,3								
		Train	0,0								
		Camion	0,1								
TOTAL			452,0								

Source : MRNF (2011)

Annexe 1.2a

Prévisions de la consommation énergétique par carburant (Prix de pétrole de référence)

	MEDÉE			
	2006 (PJ)	2016 (PJ)	2021 (PJ)	2006-2021 (%)
Électricité	1,1	1,5	1,7	61%
Gaz naturel	0,0	0,2	0,2	305%
Essence pour moteurs	291,3	283,3	225,8	-22%
Diesel	131,3	132,7	141,3	8%
Carburacteur et essence d'avion	38,4	35,5	37,4	-3%
Mazout lourd	22,3	22,9	24,1	8%
Total	484	476	431	-11%

Sources: Modèle MÉDÉE (MRNF, 2013)

Annexe 1.2b

Prévisions de la consommation énergétique par carburant (Prix de pétrole faible)

	MEDÉE			
	2006 (PJ)	2016 (PJ)	2021 (PJ)	2006-2021 (%)
Électricité	1,1	1,5	1,8	64%
Gaz naturel	0,0	0,2	0,2	305%
Essence pour moteurs	291,3	303,5	250,1	-14%
Diesel	131,3	141,0	155,7	19%
Carburacteur et essence d'avion	38,4	32,5	34,7	-10%
Mazout lourd	22,3	23,1	24,7	11%
Total	484	502	467	-4%

Sources: Modèle MÉDÉE (MRNF, 2013)

Annexe 1.2c

Prévisions de la consommation énergétique par carburant (Prix de pétrole élevé)

	MEDÉE			
	2006 (PJ)	2016 (PJ)	2021 (PJ)	2006-2021 (%)
Électricité	1,1	1,5	1,7	58%
Gaz naturel	0,0	0,2	0,2	260%
Essence pour moteurs	291,3	263,3	201,7	-31%
Diesel	131,3	124,7	129,4	-2%
Carburacteur et essence d'avion	38,4	32,8	34,4	-10%
Mazout lourd	22,3	22,8	23,5	5%
Total	484	445	391	-19%

Sources: Modèle MÉDÉE (MRNF, 2013)

ANNEXE 2

Inventaire des mesures
Fiches descriptives individuelles

Présentation des données utilisées de la BNCÉ (2011), ainsi que des facteurs de conversion énergétique.

Les tableaux suivants présentent respectivement les données utilisées dans les calculs et provenant de la BNCÉ (2011), ainsi que les facteurs de conversion énergétique.

Utilisation et consommation, transport routier des personnes, 1990 et 2009

Modes de transport routier des personnes	Parc (milliers)	Distance moyenne annuelle parcourue (km)	Véhicules-kilomètres (millions)	Taux de consommation moyen de carburant sur route (L/100km)	
				Essence automobile	Diesel
Voitures					
1990	2 804	17 444	48 907	10,5	7,8
2009	3 197	16 361	52 310	8,9	6,9
Variation	+14,0 %	-6,2 %	+7,0 %	-15,1 %	-11,3 %
Camions légers					
1990	481	18 611	8 951	12,2	9,3
2009	1 169	17 286	20 203	11,5	10,4
Variation	+143,0 %	-7,1 %	+125,7 %	-5,7 %	+11,6 %

Source : Calculs de GENIVAR à partir de la BNCÉ (2011).

Utilisation et consommation, transport routier des marchandises, 1990 et 2009

Modes de transport routier des marchandises	Parc (milliers)	Distance moyenne annuelle parcourue (km)	Tonnes-kilomètres (millions)	Taux de consommation moyen de carburant sur route (L/100km)	
				Essence automobile	Diesel
Camions légers					
1990	139,4	25 754	1 795	12,4	9,3
2009	331,0	24 168	4 480	11,6	10,6
Variation	+137,4 %	-6,2 %	+149,6 %	-5,9 %	+13,9 %
Camions moyens					
1990	103,4	29 367	3 341	27,1	27,6
2009	114,9	24 415	3 534	25,1	24,4
Variation	+11,1 %	-16,9 %	+5,8 %	-7,5 %	-11,7 %
Camions lourds					
1990	63,1	104 170	15 910	-	42,5
2009	70,6	113 008	41 880	-	33,0
Variation	+11,9 %	8,5 %	+163,2 %	-	-22,5 %

Source: BNCÉ (2011).

Facteurs de conversion

Carburants	GJ/L	GJ/1000L	PJ/1000L	Facteur CO2 (g / L)	Facteur CO2 (Kg / L)
Essence automobile	0,03466	34,66	0,00003466	2289	2,289
Diesel	0,03868	38,68	0,00003868	2663	2,663
Carburacteur	0,03593	35,93	0,00003593	2534	2,534
Gaz naturel	0,02553	25,53	0,00002553	1,89	0,0019
Propane	0,02553	25,53	0,00002553	1510	1,51
Mazout lourd	0,04173	41,73	0,00004173	3124	3,124

Source: MRN (2011).

ANNEXE 2-1

Mesures techniques, transport des personnes (A) et
mesures techniques, transport des marchandises (B)

Annexe 2-1
Table des matières

	<i>Page</i>
VÉHICULES ÉLECTRIQUES LÉGERS ET AUTOBUS URBAINS ÉLECTRIQUES (A1; A2; B1)	1
VÉHICULES HYBRIDES LÉGERS ET AUTOBUS URBAINS HYBRIDES (A3; A4; B2)	1
VÉHICULES LÉGERS ET AUTOBUS URBAINS À PILE À COMBUSTIBLE (A5; A6; B3).....	7
VÉHICULES LÉGERS ET AUTOBUS URBAINS AU GAZ NATUREL COMPRIMÉ (A7; A8, B4)	13
VÉHICULES LÉGERS, AUTOBUS URBAINS ET CAMIONS LOURDS DE CLASSES 3 À 8 ALIMENTÉS AU PROPANE (A9; A10; B5; B12)	19
SYSTÈMES D'ARRÊT AU RALENTI AVEC DÉMARREUR-GÉNÉRATEUR AVANCÉ POUR VÉHICULES LÉGERS ET AUTOBUS URBAINS (A11; A12; B6)	25
PNEUS À FAIBLE RÉSISTANCE AU ROULEMENT POUR VÉHICULES LÉGERS ET AUTOBUS (A13; A14; B7).....	30
PNEUS GONFLÉS À L'AZOTE POUR VÉHICULES LÉGERS, AUTOBUS ET CAMIONS LOURDS DE CLASSES 3 À 8 (A15; A16; B8; B13)	35
MATÉRIAUX LÉGERS POUR VÉHICULES LÉGERS (A17; B9).....	41
CHAUFFE-MOTEUR POUR VÉHICULES LÉGERS (A18; B10).....	45
SYSTÈME DE MICROFILTRATION POUR L'HUILE À MOTEUR POUR LES AUTOBUS ET LES CAMIONS LOURDS DE CLASSES 3 À 8 (A19; B14)	49
PROGRAMMATION DES MOTEURS POUR LES AUTOBUS ET LES CAMIONS LOURDS DE CLASSES 3 À 8 (A20; B15).....	53
LUBRIFIANTS SYNTHÉTIQUES POUR LES MOTEURS POUR LES VÉHICULES LÉGERS, LES AUTOBUS ET LES CAMIONS LOURDS DE CLASSES 3 À 8 (A21; A22; B11; B16)	57
DISPOSITIF DE RÉCUPÉRATION DE L'ÉNERGIE DU LIQUIDE DE REFROIDISSEMENT POUR AUTOBUS ET VÉHICULES LOURDS DE CLASSES 3 À 7 (A23; B17)	63
JUPES LATÉRALES DE REMORQUE POUR TRACTEURS – SEMI-REMORQUES DE CLASSE 8 (B18)	67
PNEUS À SEMELLE LARGE ET PNEUS À FAIBLE RÉSISTANCE AU ROULEMENT POUR VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 8 (B19; B20)	71
ENSEMBLES AÉRODYNAMIQUES POUR TRACTEURS DE VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 8 (B21)	77
GROUPES AUXILIAIRES DE PUISSANCE POUR VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 8 (APU) (B22)	81
VÉHICULES DE LIVRAISON HYBRIDES POUR VÉHICULES LOURDS DE CLASSES 3 À 7 (B23).....	85
SYSTÈMES DE BÂCHE POUR CAMIONS ET SEMI-REMORQUES À BENNE DE CLASSE 8 (B24; B25)	88

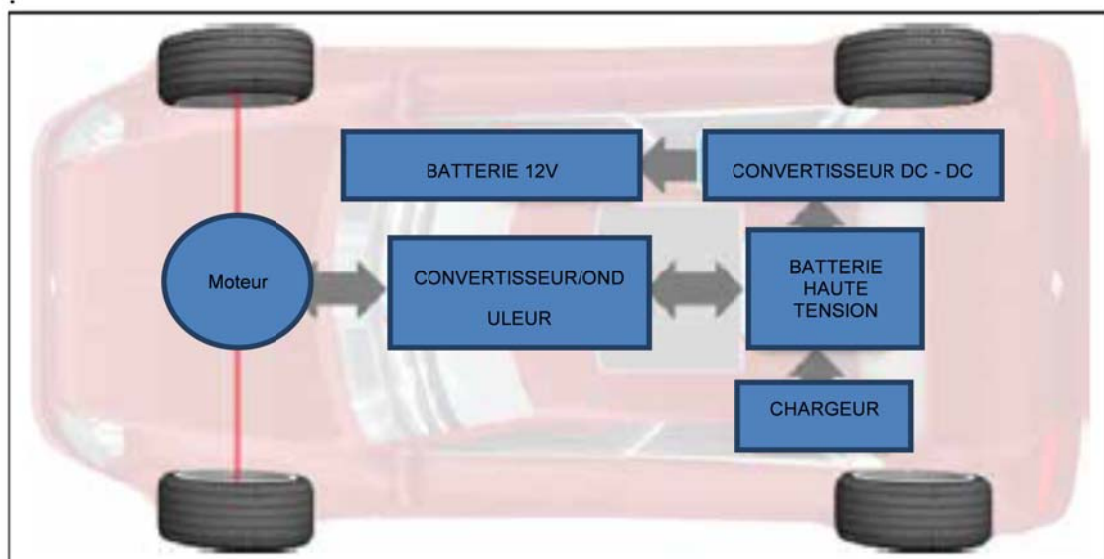
Annexe 2-1
Table des matières *(suite)*

	Page
DÉFLECTEURS ARRIÈRES POUR REMORQUE POUR VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 8 (B26).....	93
RÉGULATEURS DE PUISSANCE DU MOTEUR POUR VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 8 (B27)	96
BOÎTES EN MATÉRIAUX LÉGERS POUR CAMIONS FOURGONS DE CLASSES 3 À 7 (B28)	99
SEMI-REMORQUES PLATEFORMES DE 53 PI EN ALUMINIUM POUR VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 8 (B29).....	103
FOURGONS ÉCOÉNERGÉTIQUES RÉFRIGÉRÉS ÉCO-ÉNERGÉTIQUES POUR VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 7 (B30).....	106
MOTEURS À GAZ NATUREL COMPRIMÉ (GNC) ET LIQUÉFIÉ (GNL) POUR VÉHICULES LOURDS DE CLASSES 3 À 8 (B31; B32)	109
SYSTÈMES DE GESTION DE LA PRESSION DES PNEUS POUR VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 8 (B33)	114
COMPOSANTES EN FIBRE DE CARBONE POUR AVIONS (B34)	117
WINGLETS POUR AVIONS (B35)	121
TURBOSOUFFLANTES À RÉDUCTEUR POUR AVIONS (B36)	125
AILERONS DE POUPE POUR BATEAUX (B37)	129
ÉTRAVES À BULBE POUR BATEAUX (B38)	133
SYSTÈMES D'ALIMENTATION À QUAI DES NAVIRES DE CROISIÈRE (B39)	136
SYSTÈMES DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS ET DE LA CONSOMMATION DE CARBURANT POUR BATEAUX (SRECC) (B40)	139
GROUPE ÉLECTROGÈNES D'APPOINT SUR DES LOCOMOTIVES (B41)	141
DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES DE DÉMARRAGE ET D'ARRÊT AUTOMATIQUES (AESS) QES III ET SYSTÈMES D'EXCITATION QES III POUR LOCOMOTIVES (B42)	145
RÉDUCTEURS DE FROTTEMENT ROUE-RAIL (FRR) (B43).....	149
ÉLECTRIFICATION DES TRAINS (B44)	153

VÉHICULES ÉLECTRIQUES LÉGERS ET AUTOBUS URBAINS ÉLECTRIQUES (A1; A2; B1)

Description

Les véhicules 100 % électriques utilisent uniquement l'énergie électrique comme source d'énergie primaire. Selon le mode de production de l'électricité employé, ils n'émettent que peu ou pas de gaz à effet de serre (GES) sur leur cycle de vie. À ce titre, le Québec produit son électricité à partir de sources renouvelables à hauteur de 97 %. Ces véhicules sont constitués de plusieurs éléments qui les distinguent des motorisations thermiques conventionnelles : moteur électrique, convertisseur/onduleur, batterie haute tension, chargeur et convertisseur DC-DC.



Synoptique d'un véhicule électrique

L'autonomie d'un véhicule électrique varie d'un modèle à l'autre et est très dépendante de la capacité de la batterie haute tension et de l'environnement d'utilisation. Deux exemples bien connus sont la Nissan Leaf et la Mitsubishi i-MiEV, qui donnent des autonomies respectives de 160 km et de 120 km, selon Transports Canada (2012a).

Champ d'application

Les véhicules électriques neufs sont utilisés pour des applications de type urbain et des applications spécifiques dans un périmètre géographique limité, par exemple la cueillette-livraison et le transport de personnes.

Durée de vie

La durée de vie estimée est similaire aux véhicules conventionnels, soit 12 à 15 ans. La durée de vie des batteries actuelles est de 5 à 7 ans (CNTA, 2011; National Research Council, 2011).

Économie d'énergie

La consommation d'un véhicule électrique en énergie équivalente est de 5 à 7 fois inférieure à celle d'un véhicule conventionnel selon le Centre National de Transport Avancé (Surcel, 2012b). La valeur retenue pour le potentiel d'économie est de 85 %.

Au Québec, le kilométrage annuel moyen pour les véhicules légers est de 16 608 km selon la BNCÉ (2011). Ainsi, on considère un kilométrage de 16 608 km par année, avec une consommation moyenne de 10,3 L/100 km basée sur les données statistiques de la BNCÉ (2011).

Toujours selon la BNCÉ (2011), le kilométrage annuel d'un autobus urbain est de 63 773 km et la consommation moyenne est de 42,3 L/100 km.

Le facteur de conversion énergétique pour l'essence est de 34,66 GJ/1000 L et de 38,68 GJ/1000 L pour le diesel (selon le MRNF, 2012).

Coûts

La Nissan Leaf, par exemple, a un prix moyen de 38 395 \$ (Guide Auto Web, 2012; Nissan Canada, 2012), ce qui est largement au-dessus de celui d'un véhicule dans le même segment à moteur thermique (en moyenne 16 500 \$). Le coût additionnel serait donc d'environ 22 000 \$, mais la tendance est à la baisse.

Selon CAA Québec (2012a), le coût d'une borne de recharge à 110 V est d'environ 150 \$, plus la main d'œuvre, et le coût d'une borne de recharge à 240 V est d'environ 1 000 \$. Cependant, le chargement est tout de même possible en utilisant les prises extérieures existantes. Le coût de remplacement de la batterie est d'environ 5 000 \$ et un remplacement est possible pendant la durée de vie du véhicule. Cependant, tous les autres coûts d'entretien sont inférieurs de 30 à 40 % que pour un véhicule conventionnel (comme les changements d'huile, de moteur et de transmission, les réparations du moteur, de l'embrayage et de la transmission, la maintenance des freins, etc.). La chaîne de traction simplifiée du véhicule électrique supportera moins de contraintes et la probabilité d'occurrence d'une panne est de trois fois moindre.

En outre, la durée de vie des batteries n'est pas encore suffisamment démontrée : certains véhicules hybrides en exploitation ont franchi 200 000 km sans remplacement de batterie. Par conséquent, le coût supplémentaire de la batterie et de la borne de chargement est largement compensé par la réduction des coûts d'entretien.

Pour les autobus urbains électriques, le surcoût est de 50 000 \$ à 100 000 \$, en fonction de la capacité. La valeur retenue est la moyenne de 75 000 \$.

Taux de pénétration

Le nombre de modèles de véhicules électriques disponibles au Québec est assez limité : on comptait 15 modèles de véhicules électriques en mai 2012 (Autosphère, 2012 et Télé-Québec, 2012). Cependant, selon les prévisions de Citi Group Global Market (Michaeli et. al., 2011), 37 modèles seront disponibles en 2015 aux États-Unis. Selon « Roulez électrique », en novembre 2012, on comptait 1 500 véhicules électriques au Canada (Roulez électrique, 2012). En 2012, les ventes de véhicules électriques au Québec ont été d'environ 216 unités; toutefois, au 31 décembre 2012, il y avait 360 véhicules électriques immatriculés au Québec. Dans son Plan d'action 2011 – 2020 pour les véhicules électriques, le gouvernement du Québec a fixé à 25 % le taux minimal d'acquisition de véhicules électriques lors de l'achat de véhicules légers pour passagers en 2020 (Gouvernement du Québec, 2012). Cette cible correspond à environ 118 000 nouveaux véhicules électriques neufs vendus en 2020. En comptant les véhicules électriques achetés les années précédentes, il y aura près de 300 000 véhicules électriques en circulation sur les routes du Québec en 2020, donc environ 5 % du parc.

Selon la BNCÉ (2011), on comptait 4 697 125 véhicules légers au Québec en 2009.

Taux de pénétration estimé pour les véhicules légers électriques :

- Actuel : moins de 0,01 %
- Scénarios 2016 : faible 0,2 %; modéré 0,5 %; fort 0,7 %
- Scénarios 2021 : faible 1 %; modéré 3,0 %; fort 5 %

On comptait environ 5 560 autobus urbains au Québec (BNCÉ, 2011), dont 8 minibus électriques urbains à Québec, et une livraison de 7 autobus électriques est prévue en 2014 à Montréal.

Taux de pénétration estimé pour les autobus urbains électriques :

- Actuel : moins de 0,3 %
- Scénarios 2016 : faible 1 %; modéré 2 %; fort 3 %
- Scénarios 2021 : faible 3 %; modéré 5 %; fort 8 %

Résultats

Rentabilité

A1 - Véhicules électriques légers

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(13 573,23 \$)	(13 499,13 \$)
Référence	(8 513,69 \$)	(8 439,58 \$)
Élevé	(3 089,26 \$)	(3 015,16 \$)

A2 - Véhicules électriques autobus urbains

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	83 605,07 \$	84 960,69 \$
Référence	163 301,21 \$	164 656,84 \$
Élevé	248 744,74 \$	250 100,37 \$

B1 - Véhicules électriques camions (classes 1 et 2)

Résumé VAN - Rentabilité (B1)		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(9 354,42 \$)	(9 243,21 \$)
Référence	(1 761,83 \$)	(1 650,62 \$)
Élevé	6 378,30 \$	6 489,51 \$

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

A1 - Véhicules électriques légers

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	173	4 967	172	4 953	172	4 943
À l'horizon 2021	158	4 551	155	4 459	152	4 367
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	157	4 528	157	4 514	157	4 505
À l'horizon 2021	141	4 060	138	3 978	135	3 896
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	142	4 093	142	4 080	142	4 072
À l'horizon 2021	123	3 547	121	3 476	118	3 404
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	11 413 137	4 122 971	11 378 829	4 110 578	11 355 957	4 102 315
À l'horizon 2021	10 467 943	3 780 198	10 256 469	3 703 830	10 044 996	3 627 463
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	12 333 446	3 758 065	10 371 765	3 746 769	10 350 918	3 739 237
À l'horizon 2021	9 338 247	3 372 190	9 149 596	3 304 065	8 960 944	3 235 940
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	12 333 446	3 396 807	9 374 755	3 386 596	9 355 911	3 379 788
À l'horizon 2021	8 159 524	2 946 496	7 994 685	2 886 971	7 829 847	2 827 446

A2 - Véhicules électriques autobus urbains

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	71	3	70	3	69
À l'horizon 2021	3	72	3	71	3	69
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	71	3	71	3	70
À l'horizon 2021	2	69	2	67	2	65
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	72	3	71	3	71
À l'horizon 2021	2	61	2	60	2	58
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	166 109	61 704	164 431	61 080	162 753	60 457
À l'horizon 2021	169 496	63 017	166 001	61 718	160 759	59 769
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	170 737	62 106	165 005	61 478	163 322	60 851
À l'horizon 2021	159 962	59 669	156 664	58 439	151 716	56 594
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	170 737	62 709	166 702	62 075	165 001	61 442
À l'horizon 2021	143 116	53 368	140 166	52 267	135 739	50 617

Potentiel technique (suite)

B1 - Véhicules électriques camions (classes 1 et 2)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	25	659	25	657	25	655
À l'horizon 2021	27	725	27	711	26	696
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	23	608	23	607	23	605
À l'horizon 2021	24	644	24	631	23	618
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	21	561	21	559	21	558
À l'horizon 2021	22	581	21	569	21	557
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1 690 978	592 302	1 685 895	590 521	1 682 506	589 334
À l'horizon 2021	1 862 220	652 283	1 824 600	639 106	1 786 979	625 929
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1 517 434	547 202	1 557 523	545 557	1 554 392	544 460
À l'horizon 2021	1 654 240	579 434	1 620 821	567 728	1 587 402	556 022
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1 517 434	504 129	1 434 922	502 614	1 432 037	501 603
À l'horizon 2021	1 491 521	522 438	1 461 389	511 883	1 431 257	501 329

VÉHICULES HYBRIDES LÉGERS ET AUTOBUS URBAINS HYBRIDES (A3; A4; B2)

Description

Les véhicules hybrides utilisent des systèmes de freinage à récupération, ce qui leur permet de récupérer une partie de l'énergie cinétique normalement perdue au freinage. Cette énergie représente jusqu'à 40 % de la puissance d'un moteur et elle peut être stockée sous forme d'énergie électrique dans une batterie, ou d'énergie hydraulique dans un accumulateur hydraulique. Ces dispositifs peuvent aussi être chargés par le moteur principal dans certains cas. L'énergie est ensuite réutilisée pour alimenter un moteur auxiliaire qui assiste le moteur principal dans certaines conditions (pour démarrer, grimper une côte, etc.), ou pour alimenter des systèmes auxiliaires (chauffage – ventilation – climatisation). Le système hybride de freinage à récupération aide aussi à prévenir la perte d'efficacité des freins et leur usure excessive.

La technologie hybride réduit la consommation des véhicules à moteur à combustion interne conventionnels. Les véhicules hybrides sont particulièrement adaptés à une utilisation de type urbaine où les arrêts et départs sont fréquents. Dans ce type de parcours, la chaîne de traction électrique permet d'atténuer le mauvais rendement des moteurs thermiques dans les phases transitoires. L'assistance du moteur thermique par un (ou des) moteur(s) électrique(s) occasionne des économies de carburant variables en fonction du niveau d'hybridation et de l'autonomie des batteries. Certains véhicules hybrides sont rechargeables : la batterie peut être rechargée sur le réseau électrique conventionnel, sur différents types de points de charge. Ces niveaux d'hybridation ainsi que les économies de carburant possibles sont donnés sur la figure ci-dessous (Wastraeete, 2011).

Champ d'application

En ce qui concerne les véhicules neufs, ce sont majoritairement des véhicules légers qui sont utilisés dans des parcours urbains, caractérisés par de nombreux arrêts et départs, à des vitesses en dessous de 50 km/h. Les systèmes hybrides se retrouvent également sur des camions pour des applications de livraison, des applications municipales et sur les autobus (Wastraeete, 2011).

Durée de vie

La durée de vie estimée est similaire aux véhicules conventionnels, soit 12 à 15 ans, alors que celle des batteries actuelles est de 7 à 10 ans (National Research Council, 2011; Ward and Stacy, 2010).

Économie d'énergie

Un véhicule léger hybride «Full hybride» consomme au moins 20 % de moins de carburant qu'un véhicule à moteur thermique conventionnel. Par exemple, en considérant la consommation combinée (ville et autoroute) et selon les fabricants, la version hybride de la Hyundai Sonata consomme 27 % de moins que sa version conventionnelle (5,3 L/100 km comparativement à 7,3 L/100 km) (Hyundai, 2012), et la version hybride de la Honda Civic, 31 % de moins que sa version conventionnelle (4,3 L/100 km comparativement à 6,2 L/100 km (Honda, 2012). La valeur retenue pour l'économie moyenne est de 27 % pour les véhicules légers et de 30 % pour les autobus hybrides urbains (STM, 2012).

Au Québec, le kilométrage annuel moyen pour les véhicules légers est de 16 608 km selon la BNCÉ (2011). Ainsi, on considère un kilométrage de 16 608 km par année, avec une consommation moyenne de 10,3 L/100 km basée sur les données statistiques de la BNCÉ (2011).

Toujours selon la BNCÉ (2011), le kilométrage annuel d'un autobus urbain est de 63 773 km et la consommation moyenne est de 42,3 L/100 km.

Le facteur de conversion énergétique pour l'essence est de 34,66 GJ/1000 L et de 38,68 GJ/1000 L pour le diesel (selon le MRNF, 2012).

Famille	Puissance du moteur électrique	Plage de tension	Fonctions possibles	Économie de carburant
Micro-hybride	2 à 3 kW	12 V	- Fonction démarrage/arrêt	< 10 %
Mild-hybride	10 à 15 kW	42 à 150 V	- Fonction démarrage/arrêt - Fonction Boost * - Récupération d'énergie	< 20 %
Full-hybride	> à 15 kW	> 100 V	- Fonction démarrage/arrêt - Fonction Boost * - Récupération d'énergie - Conduite électrique	> 20 %

Famille de technologies hybrides (selon Wastraete, 2011)

Coûts

À titre d'exemple, une Honda Civic Hybride 2012 est affichée au prix de 24 990 \$, alors que son homonyme à moteur thermique a un prix de base de 14 990 \$, soit un surcoût de 10 000 \$ par rapport au modèle de base (Honda, 2012). Cependant, pour une Hyundai Sonata, la différence entre la version hybride et la version à moteur thermique est de seulement 5 000 \$ (de 30 679 \$ à 25 679 \$), soit un surcoût de 20 % par rapport au modèle de base (Hyundai, 2012). La tendance est à la réduction et on estime un surcoût moyen de 5 000 \$.

Pour les autobus urbains hybrides, le surcoût est d'environ 50 000 \$.

Taux de pénétration

Les véhicules hybrides légers comptent actuellement pour 3 % du parc automobile américain. Selon les prévisions 2011-2017 de Pike Research (Gartner et al., 2011), les ventes mondiales de véhicules étant équipés de systèmes hybrides devraient connaître une forte croissance dans les prochaines 5 années, pour atteindre 3 600 000 unités en Amérique du Nord. Selon la SAAQ, à la fin 2012, il y avait dans le parc québécois 21 000 véhicules hybrides en circulation. On mentionne qu'il y avait au Québec, depuis plusieurs années, des incitatifs à l'achat pour ce type de véhicule (autant véhicules légers qu'autobus), ce qui peut avoir influencé positivement le taux de pénétration de cette technologie.

Selon la BNCÉ (2011), on comptait 4 697 125 véhicules légers au Québec en 2009.

Taux de pénétration estimé pour les véhicules hybrides légers :

- Actuel : moins de 0,5 %
- Scénarios 2016 : faible 1 %; modéré 2 %; fort 3 %
- Scénarios 2021 : faible 2 %; modéré 4 %; fort 6 %

On comptait environ 5 560 autobus urbains au Québec (BNCÉ, 2011). Selon le CNTA (Faulconnier, 2012), environ 13 autobus urbains hybrides sont présentement en exploitation au Québec (Montréal – 8, Québec – 1, Gatineau – 2 et Saint-Jérôme – 2).

Une livraison de plus de 500 autobus hybrides est prévue à partir de 2014 à Montréal (Faulconnier, 2012).

Taux de pénétration estimé pour les autobus urbains hybrides :

- Actuel : moins de 0,4 %
- Scénarios 2016 : faible 17 %; modéré 20 %; fort 25 %
- Scénarios 2021 : faible 20 %; modéré 25 %; fort 30 %

Résultats

Rentabilité

A3 - Véhicules hybrides légers

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(2 323,26 \$)	(2 299,72 \$)
Référence	(716,11 \$)	(692,57 \$)
Élevé	1 006,94 \$	1 030,48 \$

A4 - Véhicules hybrides autobus urbains

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	5 978,26 \$	6 456,71 \$
Référence	34 106,31 \$	34 584,77 \$
Élevé	64 262,85 \$	64 741,31 \$

B2 - Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(983,17 \$)	(947,84 \$)
Référence	1 428,59 \$	1 463,92 \$
Élevé	4 014,28 \$	4 049,61 \$

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

A3 - Véhicules hybrides légers

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	54	1 565	54	1 549	53	1 534
À l'horizon 2021	50	1 431	49	1 402	48	1 373
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	50	1 427	49	1 412	49	1 398
À l'horizon 2021	44	1 277	43	1 251	43	1 225
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	45	1 290	44	1 277	44	1 264
À l'horizon 2021	39	1 115	38	1 093	37	1 070
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3 596 289	1 299 152	3 559 962	1 286 029	3 523 636	1 272 906
À l'horizon 2021	3 291 524	1 188 640	3 224 350	1 164 382	3 157 176	1 140 124
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3 898 484	1 184 169	3 244 894	1 172 208	3 211 783	1 160 247
À l'horizon 2021	2 936 304	1 060 347	2 876 380	1 038 707	2 816 455	1 017 067
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3 898 484	1 070 336	2 932 971	1 059 525	2 903 043	1 048 713
À l'horizon 2021	2 565 669	926 492	2 513 308	907 584	2 460 947	888 676

A4 - Véhicules hybrides autobus urbains

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	21	1	20	1	19
À l'horizon 2021	1	21	1	20	1	18
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	21	1	20	1	19
À l'horizon 2021	1	20	1	19	1	17
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	21	1	21	1	19
À l'horizon 2021	1	18	1	17	1	16
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	49 152	18 258	47 375	17 598	44 414	16 498
À l'horizon 2021	49 338	18 343	46 254	17 197	43 171	16 050
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	60 200	18 377	47 541	17 713	44 569	16 606
À l'horizon 2021	46 563	17 369	43 652	16 283	40 742	15 198
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	60 200	18 555	48 030	17 885	45 028	16 767
À l'horizon 2021	41 659	15 535	39 055	14 564	36 452	13 593

Potentiel technique (suite)

B2 - Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	8	208	8	205	8	203
À l'horizon 2021	9	228	8	223	8	219
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	7	192	7	190	7	188
À l'horizon 2021	8	203	7	198	7	194
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	7	177	7	175	7	173
À l'horizon 2021	7	183	7	179	7	175
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	532 829	186 635	527 446	184 750	522 064	182 864
À l'horizon 2021	585 554	205 103	573 604	200 917	561 654	196 731
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	479 646	172 424	487 284	170 682	482 312	168 940
À l'horizon 2021	520 157	182 196	509 541	178 478	498 926	174 760
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	479 646	158 851	448 927	157 247	444 346	155 642
À l'horizon 2021	468 992	164 275	459 420	160 922	449 849	157 569

VÉHICULES LÉGERS ET AUTOBUS URBAINS À PILE À COMBUSTIBLE (A5; A6; B3)

Description

Les véhicules à pile à combustible ont le même principe de fonctionnement que les véhicules électriques. Le système de pile à combustible est en fait un convertisseur d'énergie, qui transforme l'hydrogène stocké dans un (des) réservoir(s) en énergie électrique, laquelle charge des batteries pour alimenter un moteur électrique. À l'heure actuelle, ces batteries permettent d'atteindre un rayon d'action de l'ordre de 300 à 400 km suivant le type de véhicule et d'application (Fuel Cell, 2012).

Bien que ces véhicules présentent de grandes similitudes avec leurs homologues électriques, quelques éléments particuliers viennent s'y ajouter, comme le réservoir d'hydrogène et la pile à combustible. La technologie PEMFC (*Proton Exchange Membrane Fuel Cell*) est la plus utilisée pour les applications de transport par rapport aux autres technologies de pile à combustible. Ce type de pile est privilégié, car elle fonctionne à une température relativement basse (en dessous de 100 °C), à une densité de puissance adéquate pour les motorisations électriques, et elle est insensible à la présence de CO₂ dans l'air (The Fuel Cell Today, 2011).

Champ d'application

En ce qui a trait aux véhicules neufs, les applications vont de la voiture particulière à l'autobus urbain, en passant par les chariots élévateurs. Les périmètres d'action de ces véhicules, bien que supérieurs à ceux des véhicules électriques à batterie conventionnelle, restent limités à des applications spécifiques, à cause du manque de stations de remplissage (Greene et al., 2008; The Fuel Cell Today, 2011).

Durée de vie

La durée de vie estimée des véhicules à pile à combustible est similaire à celle des véhicules conventionnels, soit de 12 à 15 ans, alors que celle des batteries actuelles est de 7 à 10 ans.

Économie d'énergie

À titre d'exemple, pour un véhicule Ford Focus à pile à combustible, le rendement énergétique exprimé en consommation équivalente est de 4,7 L/100 km (selon Transports Canada, 2012), donc une économie d'environ 50 % comparativement au véhicule conventionnel similaire. Les autobus à pile à combustible peuvent quant à eux offrir une économie de carburant de 60 % en consommation équivalente.

Au Québec, le kilométrage annuel moyen pour les véhicules légers est de 16 608 km selon la BNCÉ (2011). Ainsi, on considère un kilométrage de 16 608 km par année, avec une consommation moyenne de 10,3 L/100 km basée sur les données statistiques de la BNCÉ (2011).

Toujours selon la BNCÉ (2011), le kilométrage annuel d'un autobus urbain est de 63 773 km et la consommation moyenne est de 42,3 L/100 km.

Le facteur de conversion énergétique pour l'essence est de 34,66 GJ/1000 L et de 38,68 GJ/1000 L pour le diesel (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Le coût unitaire pour les véhicules légers est de l'ordre de 40 000 \$, donc un surcoût de 20 000 \$ si l'on compare au véhicule conventionnel (Green et. al, 2008).

Selon Transbus (2012), le surcoût de la pile à combustible représente environ 10 % du coût à un autobus, donc environ 70 000 \$.

Taux de pénétration

Les véhicules à pile à combustible ont une présence relativement limitée en Amérique du Nord. En décembre 2011, le Department of Energy américain a dénombré 254 applications actives sur son territoire, dont 236 véhicules légers, 17 autobus et 1 camion semi-remorque (les autres types de véhicules sont exclus de ce recensement). (US DOE, 2011a).

Au Canada, la ville de Vancouver, par le biais de sa société de transport BC Transit, a déployé 20 autobus utilisant cette technologie pour les Jeux olympiques de 2010. (Transports Canada, 2012).

Aux États-Unis, plusieurs scénarios ont été analysés et les projections vont d'un volume de production de 2 à 10 millions d'unités vendues en 2025. Le scénario le plus probable montre une part de marché de 50 % en 2030 pour ce type de véhicules (US DOE, 2011a).

À l'échelle mondiale, le nombre d'applications pour le transport est passé de 300 (en 2007) à 1 600 (en 2011).

Selon la BNCÉ (2011), on comptait 4 697 125 véhicules légers au Québec en 2009.

Taux de pénétration estimé pour véhicules légers à pile à combustible :

- Actuel : 0 %¹
- Scénarios 2016 : faible 0,05 %; modéré 0,1 %; fort 0,15 %
- Scénarios 2021 : faible 0,1 %; modéré 0,2 %; fort 0,3 %

On comptait environ 5 560 autobus urbains au Québec (BNCÉ, 2011).

Taux de pénétration estimé pour autobus urbains :

- Actuel : 0 %
- Scénarios 2016 : faible 0,5 %; modéré 1 %; fort 1,5 %
- Scénarios 2021 : faible 1 %; modéré 1,5 %; fort 2 %

¹ À cause de leur faible représentativité de certains types de véhicules dans le parc, l'arrondissement des valeurs à la première décimale peut mener à des taux de pénétration nuls.

Résultats

Rentabilité

A5 - Véhicules légers à pile à combustible

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(15 043,08 \$)	(14 999,49 \$)
Référence	(12 066,87 \$)	(12 023,28 \$)
Élevé	(8 876,04 \$)	(8 832,45 \$)

A6 - Autobus urbains à pile à combustible

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	41 956,52 \$	42 913,43 \$
Référence	98 212,62 \$	99 169,53 \$
Élevé	158 525,70 \$	159 482,61 \$

B3 - Véhicules à pile à combustible camions (classes 1 et 2)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(12 561,42 \$)	(12 496,00 \$)
Référence	(8 095,19 \$)	(8 029,78 \$)
Élevé	(3 306,88 \$)	(3 241,47 \$)

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

A5 - Véhicules légers à pile à combustible

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	102	2 926	102	2 925	102	2 923
À l'horizon 2021	94	2 702	94	2 699	94	2 696
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	93	2 667	93	2 666	93	2 665
À l'horizon 2021	84	2 410	84	2 408	84	2 405
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	84	2 411	84	2 410	84	2 409
À l'horizon 2021	73	2 106	73	2 104	73	2 102
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	6 723 701	2 428 923	6 720 337	2 427 707	6 716 974	2 426 492
À l'horizon 2021	6 213 592	2 243 861	6 207 372	2 241 615	6 201 152	2 239 368
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	7 255 694	2 213 949	6 125 565	2 212 842	6 122 499	2 211 734
À l'horizon 2021	5 543 024	2 001 675	5 537 475	1 999 671	5 531 926	1 997 667
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	7 255 694	2 001 125	5 536 731	2 000 124	5 533 960	1 999 123
À l'horizon 2021	4 843 354	1 748 990	4 838 506	1 747 239	4 833 658	1 745 488

A6 - Autobus urbains à pile à combustible

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	50	2	50	2	50
À l'horizon 2021	2	52	2	52	2	52
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	51	2	50	2	50
À l'horizon 2021	2	49	2	49	2	49
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	51	2	51	2	51
À l'horizon 2021	2	44	2	44	2	44
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	117 846	43 775	117 253	43 555	116 661	43 335
À l'horizon 2021	122 111	45 400	121 495	45 171	120 878	44 941
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	120 883	44 061	117 663	43 839	117 069	43 618
À l'horizon 2021	115 242	42 988	114 660	42 771	114 078	42 554
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	120 883	44 488	118 873	44 265	118 273	44 041
À l'horizon 2021	103 106	38 448	102 586	38 254	102 065	38 060

Potentiel technique (suite)

B3 - Véhicules à pile à combustible camions (classes 1 et 2)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	15	388	15	388	15	388
À l'horizon 2021	16	431	16	430	16	430
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	13	358	13	358	13	358
À l'horizon 2021	14	382	14	382	14	382
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	12	330	12	330	12	330
À l'horizon 2021	13	345	13	344	13	344
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	996 188	348 936	995 690	348 762	995 191	348 587
À l'horizon 2021	1 105 382	387 184	1 104 276	386 797	1 103 169	386 409
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	892 698	322 367	919 873	322 206	919 413	322 045
À l'horizon 2021	981 928	343 942	980 945	343 598	979 962	343 253
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	892 698	296 992	847 465	296 844	847 041	296 695
À l'horizon 2021	885 341	310 110	884 455	309 800	883 569	309 489

VÉHICULES LÉGERS ET AUTOBUS URBAINS AU GAZ NATUREL COMPRIMÉ (A7; A8, B4)

Description

Le gaz naturel comprimé (GNC) est une alternative aux combustibles fossiles. Il émet 25 % moins de GES. Il est constitué majoritairement de CH₄ (méthane) et est entreposé dans des contenants sous pression, dont un des avantages est de ne pas avoir à garder le contenu réfrigéré, comme c'est le cas pour le gaz naturel liquéfié (GNL) (Transports Canada 2010; Gaz Metro 2011).



Logo d'une automobile Honda au GNC

La majorité des moteurs au GNC sont de type bicarburant. L'essence est utilisée pour réchauffer le moteur, pour ensuite ne fonctionner qu'au GNC. Il y a plusieurs compagnies qui offrent les voitures bicarburants, telles que General-Motors, Honda et Volvo. Il y a aussi quelques automobiles qui carburent uniquement au GNC, mais elles sont plus rares (Transports Canada, 2011).

Champ d'application

Les automobiles et les autobus à essence ou au diesel qui sont présentement en usage peuvent être convertis pour devenir des automobiles bicarburants. Les nouveaux véhicules peuvent être bicarburants ou construits pour fonctionner uniquement au GNC.

Durée de vie

La durée de vie estimée est similaire aux véhicules conventionnels, soit 12 à 15 ans. Les réservoirs doivent satisfaire à des normes de sécurité strictes. Ils sont conçus pour avoir une durée de vie égale à celle du véhicule, si l'on suppose une inspection et un entretien normaux (En route avec le gaz naturel, 2013).

Économie d'énergie

Selon le Metropolitan Utilities District (2011), les véhicules au GNC ont la même efficacité énergétique que les modèles à essence similaires. Durant le processus de combustion, le gaz naturel émet 25 % moins de GES et le moteur produit jusqu'à 50 % moins de bruit. Les économies monétaires maximales sont d'environ 20 % pour le fonctionnement du véhicule. L'économie en carburant pétrolier est de 90 %, mais il n'y a pas d'économie en termes d'énergies équivalentes, l'essence étant entièrement remplacée par du GNC.

Au Québec, le kilométrage annuel moyen pour les véhicules légers est de 16 608 km selon la BNCÉ (2011). Ainsi, on considère un kilométrage de 16 608 km par année, avec une consommation moyenne de 10,3 L/100 km basée sur les données statistiques de la BNCÉ (2011).

Toujours selon la BNCÉ (2011), le kilométrage annuel d'un autobus urbain est de 63 773 km et la consommation moyenne est de 42,3 L/100 km.

Le facteur de conversion énergétique pour l'essence est de 34,66 GJ/1000 L et de 38,68 GJ/1000 L pour le diesel (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Le coût pour convertir un véhicule léger en véhicule bicarburant est de 5 000 \$ à 10 000 \$ (Lai, 2012). Les véhicules légers alimentés au GNC, comme la Honda Civic, coûtent de 6 000 \$ à 12 000 \$ de plus que les véhicules conventionnels correspondants (selon Metropolitan Utilities District, 2011). La Honda GX, par exemple, coûte 5 700 \$ de plus que la Honda Civic standard. On considère un coût moyen supplémentaire (conversion ou surcoût du véhicule neuf) d'environ 8 000 \$.

Un plein de GNC mène moins loin qu'un plein d'essence, nécessitant des remplissages plus fréquents. Ce problème est amplifié par le fait qu'il y a un gros manque de stations de remplissage au GNC. Des systèmes de remplissage à domicile sont déjà disponibles au Canada pour environ 5 000 \$ à 6 000 \$, mais selon ENCANA (Shaw, 2012), le prix va chuter rapidement entre 1 500 \$ et 2 000 \$. Cependant, en se basant sur la Honda GX, le remplissage pour couvrir une distance d'environ 80 km prend 4 heures, et le remplissage complet du réservoir prend 18 heures.

En raison des faibles volumes de production, les véhicules au GNC coûtent plus cher que les véhicules au diesel. Le surcoût est d'environ 35 000 \$ pour les autobus au GNC et le coût pour convertir un autobus est similaire. On considère un coût moyen supplémentaire (conversion ou surcoût du véhicule neuf) d'environ 35 000 \$ (Metropolitan Utilities District, 2011).

Taux de pénétration

Au Canada, dans les années 1980, environ 20 000 véhicules ont été transformés, mais les programmes incitatifs fédéraux ont graduellement disparu avec la diminution du prix du pétrole et il reste maintenant moins de 9 500 voitures converties au gaz, selon l'Alliance canadienne pour les véhicules au gaz naturel, ou 12 000 en comptant les camions et les autobus (La Presse, 2011).

Au Québec, en 2012, on comptait environ 50 véhicules légers et un autobus urbain fonctionnant au GNC (selon Gaz Métro - Surcel, 2012c).

Selon la BNCÉ (2011), il y avait 4 697 125 véhicules légers au Québec en 2009.

Taux de pénétration estimé pour véhicules légers à GNC :

- Actuel : moins de 0,01 %
- Scénarios 2016 : faible 0,1 %; modéré 0,15 %; fort 0,2 %
- Scénarios 2021 : faible 0,15 %; modéré 0,2 %; fort 0,25 %

On comptait environ 5 560 autobus urbains au Québec (BNCÉ, 2011).

Taux de pénétration estimé pour autobus urbains :

- Actuel : moins de 0,1 %
- Scénarios 2016 : faible 0,5 %; modéré 1 %; fort 1,5 %
- Scénarios 2021 : faible 1 %; modéré 1,5 %; fort 2 %

Résultats

Rentabilité

A7 - Véhicules légers à gaz naturel comprimé (GNC)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(6 215,51 \$)	(6 199,81 \$)
Référence	(5 144,07 \$)	(5 128,38 \$)
Élevé	(3 995,37 \$)	(3 979,68 \$)

A8 - Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(1 413,04 \$)	(1 125,97 \$)
Référence	15 463,79 \$	15 750,86 \$
Élevé	33 557,71 \$	33 844,78 \$

B4 - Camions à gaz naturel comprimé (GNC)(classes 1 et 2)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(5 322,11 \$)	(5 298,56 \$)
Référence	(3 714,27 \$)	(3 690,72 \$)
Élevé	(1 990,48 \$)	(1 966,93 \$)

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

A7 - Véhicules légers à gaz naturel comprimé (GNC)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	5 265	0	5 262	0	5 260
À l'horizon 2021	0	4 860	0	4 858	0	4 856
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	4 799	0	4 797	0	4 794
À l'horizon 2021	0	4 336	0	4 334	0	4 331
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	4 338	0	4 335	0	4 333
À l'horizon 2021	0	3 788	0	3 787	0	3 785
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3 024 152	0	3 022 638	0	3 021 125	0
À l'horizon 2021	2 794 717	0	2 793 317	0	2 791 918	0
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3 264 736	0	2 755 125	0	2 753 745	0
À l'horizon 2021	2 493 112	0	2 491 864	0	2 490 615	0
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3 264 736	0	2 490 282	0	2 489 035	0
À l'horizon 2021	2 178 418	0	2 177 328	0	2 176 237	0

A8 - Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	75	0	75	0	75
À l'horizon 2021	0	78	0	78	0	77
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	76	0	75	0	75
À l'horizon 2021	0	74	0	74	0	73
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	77	0	76	0	76
À l'horizon 2021	0	66	0	66	0	66
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	44 192	0	43 970	0	43 748	0
À l'horizon 2021	45 792	0	45 560	0	45 329	0
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	45 286	0	44 124	0	43 901	0
À l'horizon 2021	43 216	0	42 998	0	42 779	0
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	45 286	0	44 577	0	44 352	0
À l'horizon 2021	38 665	0	38 470	0	38 274	0

Potentiel technique (suite)

B4 - Camions à gaz naturel comprimé (GNC)(classes 1 et 2)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	698	0	698	0	697
À l'horizon 2021	0	775	0	774	0	774
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	645	0	645	0	644
À l'horizon 2021	0	688	0	688	0	687
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	594	0	594	0	594
À l'horizon 2021	0	620	0	620	0	620
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	448 060	0	447 836	0	447 612	0
À l'horizon 2021	497 173	0	496 924	0	496 675	0
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	401 674	0	413 736	0	413 529	0
À l'horizon 2021	441 647	0	441 425	0	441 204	0
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	401 674	0	381 168	0	380 977	0
À l'horizon 2021	398 204	0	398 005	0	397 805	0

VÉHICULES LÉGERS, AUTOBUS URBAINS ET CAMIONS LOURDS DE CLASSES 3 À 8 ALIMENTÉS AU PROPANE (A9; A10; B5; B12)

Description

Le propane est un combustible gazeux, non renouvelable, qui produit moins d'émissions de GES que d'autres combustibles pour une même distance parcourue. Ce gaz est entreposé à l'état liquide dans des contenants sous pression, lesquels sont installés dans le véhicule. Les contenants sont généralement remplis à 80 % pour pallier des changements soudains de température et de pression. Ce carburant peut être utilisé dans tous les véhicules (Transports Canada, 2010b et 2012c).

Par ailleurs, pour les moteurs de plus grande capacité tels les moteurs diesel de 200 HP et plus qu'on retrouve dans les véhicules lourds, de nouvelles solutions sont apparues durant les dernières années. Ces solutions consistent à utiliser un mélange de carburant diesel et de gaz propane dans une proportion de 70 % et 30 %, respectivement (Labelle, 2012a; Transports Canada, 2010b, 2012c).

Champ d'application

Les systèmes au propane sont disponibles pour les véhicules à essence légers existants et les véhicules neufs (US DOE, 2011c et 2012d), mais sur le marché québécois, aucun véhicule neuf équipé d'un système au propane n'est disponible (Labelle, 2012b; BLEnergie, 2012).

Il est possible de convertir un véhicule originalement à l'essence ou au diesel en véhicule bicarburant, utilisant le propane comme deuxième source d'énergie (US DOE, 2011c et 2012d). Un grand avantage de cette conversion est que les véhicules alimentés au gaz propane nécessitent moins d'entretien mécanique sur le moteur.

La solution technologique qui est en émergence pour les moteurs diesel s'applique techniquement à tous les véhicules lourds avec moteur diesel, mais trouve une meilleure rentabilité lorsque l'utilisation du véhicule est intensive. La première application sera donc les tracteurs semi-remorques qui sont largement utilisés. Les autocars parcourant une grande distance constitueront une seconde application de choix.

Durée de vie

Puisque le propane brûle plus proprement, les résidus de combustion ont un impact moindre sur l'usure du moteur du véhicule, ce qui peut augmenter sa durée de vie utile de 2 à 4 ans, en fonction de l'application et de l'utilisation. Règle générale, la durée de vie est toutefois semblable aux véhicules conventionnels, soit de 12 à 15 ans.

Économie d'énergie

Si on la compare à l'essence, la combustion du propane produit jusqu'à 35 % moins de GES et d'oxyde d'azote (NO_x). Elle produit aussi 60 % moins de monoxyde de carbone. Cependant, le propane contient une densité en énergie qui est de 35 % moins élevée que celle de l'essence. Par ailleurs, le propane coûte sensiblement moins cher que l'essence. Aux prix actuels, les économies monétaires totales de fonctionnement sont d'environ 20 %. L'économie de carburant est de 90 %, mais il n'y a pas d'économie en termes d'énergies équivalentes puisque la réduction de carburant est compensée par une hausse de la consommation de propane (US DOE 2011c, 2012d; Transports Canada, 2010b).

Comparativement au diesel, la combustion du propane produit jusqu'à près de 45 % moins de GES et 15 % moins NO_x. Cependant, le propane contient une densité en énergie qui est d'environ 30 % moins élevée que celle du carburant diesel, mais le propane coûte sensiblement moins cher que le diesel. Aux prix actuels, les économies monétaires totales sont supérieures à 20 %. L'économie de diesel est de 30 %, mais il n'y a pas d'économie en termes d'énergies équivalentes, car elle est entièrement compensée par une hausse de la consommation de propane (Transports Canada, 2010b).

Au Québec, le kilométrage annuel moyen pour les véhicules légers est de 16 608 km selon la BNCÉ (2011). Ainsi, on considère un kilométrage de 16 608 km par année, avec une consommation moyenne de 10,3 L/100 km basée sur les données statistiques de la BNCÉ (2011).

Toujours selon la BNCÉ (2011), le kilométrage annuel d'un autobus urbain est de 63 773 km et la consommation moyenne est de 42,3 L/100 km.

Enfin, on considère une distance annuelle moyenne parcourue de 58 139 km pour l'ensemble des véhicules lourds (catégories 3 à 8) et une consommation moyenne de 30,7 L/100 km (BNCÉ, 2011). Le facteur de conversion énergétique pour l'essence est de 34,66 GJ/1000 L et de 38,68 GJ/1000 L pour le diesel (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Le coût pour convertir un véhicule léger en véhicule bicarburant au propane est autour de 5 000 \$ (Lai, 2012 et Autopropane, 2012). Pour les autobus et les camions lourds au diesel, les coûts de conversion totaux sont de 16 000 \$ par véhicule (Surcel, 2012d).

Taux de pénétration

Au Québec, en 2012, il y avait environ 400 véhicules légers, 50 camions lourds, aucun autobus urbain et 4 autobus interurbains au propane (selon BL Énergie : Labelle, 2012b; Surcel, 2012d).

Selon la BNCÉ (2011), il y avait 4 697 125 véhicules légers au Québec en 2009.

Taux de pénétration estimé pour véhicules légers à propane :

- Actuel : moins de 0,01 %
- Scénarios 2016 : faible 0,1 %; modéré 0,15 %; fort 0,20 %
- Scénarios 2021 : faible 0,15 %; modéré 0,20 %; fort 0,25 %

On comptait environ 5 560 autobus urbains au Québec (BNCÉ, 2011).

Taux de pénétration estimé pour autobus:

- Actuel : 0 %
- Scénarios 2016 : faible 2 %; modéré 3 %; fort 4 %
- Scénarios 2021 : faible 3 %; modéré 4 %; fort 5 %

Quant aux camions lourds (catégories 3 à 8), toujours selon la BNCÉ (2011), on en comptait environ 185 482 au Québec en 2009.

Taux de pénétration estimé pour camions lourds:

- Actuel : 0 %
- Scénarios 2016 : faible 2 %; modéré 3 %; fort 4 %
- Scénarios 2021 : faible 3 %; modéré 4 %; fort 5 %

Résultats

Rentabilité

A9 - Véhicules légers alimentés au propane

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(3 215,51 \$)	(3 199,81 \$)
Référence	(2 144,07 \$)	(2 128,38 \$)
Élevé	(995,37 \$)	(979,68 \$)

A10 - Autobus urbains alimentés au propane

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(4 804,35 \$)	(4 708,66 \$)
Référence	821,26 \$	916,95 \$
Élevé	6 852,57 \$	6 948,26 \$

B5 - Camions alimentés au propane(classes 1 et 2)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(2 322,11 \$)	(2 298,56 \$)
Référence	(714,27 \$)	(690,72 \$)
Élevé	1 009,52 \$	1 033,07 \$

B12 - Véhicules lourds alimentés au propane (classes 3 à 8)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(8 579,06 \$)	(8 515,63 \$)
Référence	(4 850,17 \$)	(4 786,74 \$)
Élevé	(852,37 \$)	(788,94 \$)

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

A9 - Véhicules légers alimentés au propane

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	5 265	0	5 262	0	5 260
À l'horizon 2021	0	4 860	0	4 858	0	4 856
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	4 799	0	4 797	0	4 794
À l'horizon 2021	0	4 336	0	4 334	0	4 331
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	4 338	0	4 335	0	4 333
À l'horizon 2021	0	3 788	0	3 787	0	3 785
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	4 233 813	0	4 231 693	0	4 229 574	0
À l'horizon 2021	3 912 604	0	3 910 644	0	3 908 685	0
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	4 570 630	0	3 857 175	0	3 855 243	0
À l'horizon 2021	3 490 357	0	3 488 609	0	3 486 861	0
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	4 570 630	0	3 486 395	0	3 484 649	0
À l'horizon 2021	3 049 786	0	3 048 259	0	3 046 731	0

A10 - Autobus urbains alimentés au propane

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	25	0	24	0	24
À l'horizon 2021	0	26	0	25	0	25
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	25	0	25	0	24
À l'horizon 2021	0	24	0	24	0	24
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	25	0	25	0	25
À l'horizon 2021	0	22	0	21	0	21
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	26 116	0	25 849	0	25 583	0
À l'horizon 2021	26 920	0	26 642	0	26 365	0
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	27 199	0	25 939	0	25 672	0
À l'horizon 2021	25 406	0	25 144	0	24 882	0
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	27 199	0	26 206	0	25 936	0
À l'horizon 2021	22 730	0	22 496	0	22 262	0

Potentiel technique (suite)

B5 - Camions alimentés au propane(classes 1 et 2)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	698	0	698	0	697
À l'horizon 2021	0	775	0	774	0	774
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	645	0	645	0	644
À l'horizon 2021	0	688	0	688	0	687
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	594	0	594	0	594
À l'horizon 2021	0	620	0	620	0	620
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	627 285	0	626 971	0	626 657	0
À l'horizon 2021	696 042	0	695 694	0	695 345	0
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	562 343	0	579 230	0	578 940	0
À l'horizon 2021	618 305	0	617 996	0	617 686	0
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	562 343	0	533 636	0	533 368	0
À l'horizon 2021	557 486	0	557 207	0	556 928	0

B12 - Véhicules lourds alimentés au propane (classes 3 à 8)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	958	0	948	0	939
À l'horizon 2021	0	1 053	0	1 042	0	1 031
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	885	0	876	0	867
À l'horizon 2021	0	935	0	926	0	916
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	816	0	807	0	799
À l'horizon 2021	0	843	0	835	0	826
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1 107 074	0	1 095 778	0	1 084 481	0
À l'horizon 2021	1 216 496	0	1 203 955	0	1 191 414	0
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1 011 804	0	1 012 340	0	1 001 903	0
À l'horizon 2021	1 080 633	0	1 069 492	0	1 058 352	0
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1 011 804	0	932 653	0	923 038	0
À l'horizon 2021	974 337	0	964 292	0	954 247	0

SYSTÈMES D'ARRÊT AU RALENTI AVEC DÉMARREUR-GÉNÉRATEUR AVANCÉ POUR VÉHICULES LÉGERS ET AUTOBUS URBAINS (A11; A12; B6)

Description

Ce système d'arrêt est conçu pour économiser de l'essence durant les périodes où le véhicule est arrêté. Cette technologie est particulièrement utile dans les villes où la congestion routière est un problème de plus en plus important. Lorsque le véhicule en question s'immobilise, ce système met le moteur en mode veille de façon à le redémarrer aussitôt que le véhicule recommence à avancer (Transport Canada, 2011c).

Champ d'application

Ce système peut être installé sur tous les nouveaux véhicules durant leur assemblage. L'installation sur des véhicules existants sera possible dans un futur proche et il existe déjà des produits similaires, même si moins performants.

Durée de vie

La durée de vie estimée est équivalente à celle du véhicule, soit de 12 à 15 ans.

Économie d'énergie

Selon des tests conduits par Transports Canada (2011c), le système d'arrêt épargne en moyenne 11,5 % de carburant dans la condition de déplacement arrêt-départ (environ 65 % du parcours annuel). Malgré la réduction en consommation de carburant et la réduction de GES, les tests ont aussi démontré une augmentation des émissions polluantes (Argonne, 2011). Ces augmentations sont causées par des pointes d'émissions qui surviennent durant le redémarrage du moteur.

Au Québec, le kilométrage annuel moyen pour les véhicules légers est de 16 608 km selon la BNCÉ (2011). Ainsi, on considère un kilométrage de 16 608 km par année, avec une consommation moyenne de 10,3 L/100 km basée sur les données statistiques de la BNCÉ (2011).

Toujours selon la BNCÉ (2011), le kilométrage annuel d'un autobus urbain est de 63 773 km et la consommation moyenne est de 42,3 L/100 km.

Le facteur de conversion énergétique pour l'essence est de 34,66 GJ/1000 L et de 38,68 GJ/1000 L pour le diesel (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Le coût estimé selon les versions disponibles auprès des fabricants qui offrent cette option est de 1 000 \$ (installé)².

Taux de pénétration³

Le système est offert en option sur certains modèles comme la Smart Fortwo mhd et la BMW 118d.

Selon la BNCÉ (2011), il y avait 4 697 125 véhicules légers au Québec en 2009.

Taux de pénétration estimé pour les véhicules légers :

- Actuel : moins de 0,01 %
- Scénarios 2016 : faible 3 %; modéré 5 %; fort 7 %
- Scénarios 2021 : faible 5 %; modéré 7 %; fort 10 %

On comptait environ 5 560 autobus urbains au Québec (BNCÉ, 2011).

Taux de pénétration estimé pour autobus urbains :

- Actuel : moins de 0,1 %
- Scénarios 2016 : faible 5 %; modéré 7 %; fort 10 %
- Scénarios 2021 : faible 7 %; modéré 10 %; fort 15 %

² Déterminé par FPInnovations selon leur expertise en rapport de coûts des modèles respectifs, de coûts des versions de base et des autres options.

³ Estimé par FPInnovations selon leur expertise en rapport de renseignements offerts par les détaillants de pneus.

Résultats

Rentabilité

A11 - Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour véhicules légers

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(256,46 \$)	(249,92 \$)
Référence	189,97 \$	196,51 \$
Élevé	668,59 \$	675,13 \$

A12 - Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	12 994,56 \$	13 114,18 \$
Référence	20 026,58 \$	20 146,19 \$
Élevé	27 565,71 \$	27 685,33 \$

B6

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	115,79 \$	125,60 \$
Référence	785,72 \$	795,53 \$
Élevé	1 503,97 \$	1 513,78 \$

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

A11 - Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour véhicules légers

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	15	426	14	417	14	408
À l'horizon 2021	13	385	13	377	13	365
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	13	388	13	380	13	372
À l'horizon 2021	12	344	12	337	11	326
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	12	351	12	344	12	337
À l'horizon 2021	10	300	10	294	10	285
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	978 788	353 585	958 607	346 295	938 425	339 004
À l'horizon 2021	886 323	320 070	867 664	313 332	839 675	303 224
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1 088 245	322 291	873 767	315 646	855 372	309 000
À l'horizon 2021	790 672	285 524	774 026	279 513	749 057	270 497
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1 088 245	291 309	789 774	285 303	773 147	279 297
À l'horizon 2021	690 869	249 481	676 324	244 228	654 507	236 350

A12 - Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	6	0	6	0	6
À l'horizon 2021	0	6	0	6	0	6
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	6	0	6	0	6
À l'horizon 2021	0	6	0	6	0	5
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	6	0	6	0	6
À l'horizon 2021	0	5	0	5	0	5
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	14 064	5 224	13 768	5 114	13 324	4 949
À l'horizon 2021	14 339	5 331	13 876	5 159	13 105	4 872
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	15 109	5 258	13 816	5 148	13 371	4 982
À l'horizon 2021	13 532	5 048	13 096	4 885	12 368	4 614
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	15 109	5 310	13 959	5 198	13 508	5 030
À l'horizon 2021	12 107	4 515	11 717	4 369	11 066	4 126

Potentiel technique (suite)

B6 - Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	56	2	55	2	54
À l'horizon 2021	2	61	2	60	2	58
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	52	2	51	2	50
À l'horizon 2021	2	55	2	53	2	52
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	48	2	47	2	46
À l'horizon 2021	2	49	2	48	2	47
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	145 018	50 796	142 028	49 748	139 038	48 701
À l'horizon 2021	157 675	55 229	154 355	54 066	149 376	52 322
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	133 891	46 928	131 213	45 960	128 451	44 993
À l'horizon 2021	140 065	49 061	137 116	48 028	132 693	46 479
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	133 891	43 234	120 885	42 343	118 340	41 451
À l'horizon 2021	126 287	44 235	123 629	43 304	119 641	41 907

PNEUS À FAIBLE RÉSISTANCE AU ROULEMENT POUR VÉHICULES LÉGERS ET AUTOBUS (A13; A14; B7)

Description

La résistance au roulement est la force s'opposant au déplacement d'un véhicule, générée par la flexion des pneus au contact de la route. L'énergie produite par cette force est dissipée sous forme de chaleur et on estime qu'elle est responsable de 5 % à 15 % de la consommation totale de carburant. Les pneus à faible résistance au roulement visent à minimiser la quantité d'énergie dissipée lors de la déformation du pneu (About, 2009; US DOE, 2011b; Hybrid Cars, 2009; Transports Canada, 2011b).

Champ d'application

Les pneus à faible résistance au roulement peuvent remplacer les pneus ordinaires sur n'importe quel véhicule, neuf ou existant (US DOE, 2011b)⁴.

Durée de vie

Les pneus à faible résistance au roulement ont présentement une durée de vie comparable à celle des pneus conventionnels, soit environ trois ans, en considérant un parcours annuel moyen. Cependant, ces sont des consommables (remplaçables), utilisés sur la durée de vie du véhicule.

Économie d'énergie

Des évaluations indépendantes ont montré que l'utilisation des pneus à faible résistance au roulement peut réduire la consommation de carburant jusqu'à 4,5 % (US DOE, 2011b). Selon les fabricants, l'utilisation de certains composés permet aux pneus de conserver leur distance d'arrêt, une caractéristique importante pour la sécurité de passagers. Puisque la plus grande partie de ces économies est le résultat d'un design de sculptures plus efficace, à mesure que les pneus s'usent, l'amélioration de l'économie de carburant diminue jusqu'au point où elle s'annule. La valeur retenue pour l'économie moyenne de carburant est de 4 %.

Au Québec, le kilométrage annuel moyen pour les véhicules légers est de 16 608 km selon la BNCÉ (2011). Ainsi, on considère un kilométrage de 16 608 km par année, avec une consommation moyenne de 10,3 L/100 km basée sur les données statistiques de la BNCÉ (2011).

4 Comme la technologie est quelque peu différente pour les véhicules lourds, les pneus à faible résistance pour les véhicules lourds sont traités dans une fiche spécifique (voir B19, B20).

Toujours selon la BNCÉ (2011), le kilométrage annuel moyen d'un autobus est de 41 301 km et la consommation moyenne est de 35,4 L/100 km.

Coûts⁵

La différence entre le coût d'un pneu à faible résistance au roulement et un pneu régulier varie en fonction de la dimension du pneu, de la marque et du fabricant. Pour un véhicule léger, le surcoût pour un pneu à faible résistance au roulement est en moyenne de 30 \$, donc un total de 120 \$ par véhicule. Pour un autobus, le surcoût pour un pneu à faible résistance au roulement est en moyenne de 65 \$, donc un total de 390 \$ par autobus.

Taux de pénétration

Selon la BNCÉ (2011), il y avait 4 697 125 véhicules légers au Québec en 2009.

Taux de pénétration estimé⁶ :

- Actuel : 10 %
- Scénarios 2016 : faible 15 %; modéré 25 %; fort 30 %
- Scénarios 2021 : faible 35 %; modéré 40 %; fort 50 %

On comptait environ 17 409 autobus au Québec (BNCÉ, 2011).

Taux de pénétration estimé pour autobus :

- Actuel : 7 %
- Scénarios 2016 : faible 10 %; modéré 15 %; fort 20 %
- Scénarios 2021 : faible 15 %; modéré 20 %; fort 25 %

⁵ Déterminé par FPInnovations selon leur expertise en rapport de renseignements offerts par les détaillants de pneus.

⁶ Estimé par FPInnovations selon leur expertise en rapport de renseignements offerts par les détaillants de pneus.

Résultats

Rentabilité

A13 - Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules légers

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(39,46 \$)	(35,97 \$)
Référence	198,64 \$	202,12 \$
Élevé	453,90 \$	457,39 \$

A14 - Pneus à faible résistance au roulement pour autobus

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	2 627,94 \$	2 662,51 \$
Référence	4 660,47 \$	4 695,04 \$
Élevé	6 839,58 \$	6 874,15 \$

B7 - Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	159,07 \$	164,31 \$
Référence	516,37 \$	521,60 \$
Élevé	899,44 \$	904,67 \$

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

A13 - Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules légers

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	7	199	6	176	6	164
À l'horizon 2021	5	141	5	130	4	108
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	6	181	6	160	5	149
À l'horizon 2021	4	125	4	116	3	96
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	6	164	5	145	5	135
À l'horizon 2021	4	110	4	101	3	84
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	457 440	165 249	403 624	145 808	376 716	136 088
À l'horizon 2021	323 430	116 798	298 551	107 813	248 792	89 844
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	522 410	150 624	367 902	132 903	343 375	124 043
À l'horizon 2021	288 526	104 191	266 331	96 177	221 943	80 147
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	522 410	136 145	332 536	120 128	310 367	112 119
À l'horizon 2021	252 107	91 039	232 714	84 036	193 928	70 030

A14 - Pneus à faible résistance au roulement pour autobus

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	5	0	5	0	5
À l'horizon 2021	0	5	0	5	0	5
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	6	0	5	0	5
À l'horizon 2021	0	5	0	5	0	5
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	6	0	5	0	5
À l'horizon 2021	0	5	0	4	0	4
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	13 257	4 798	12 520	4 531	11 784	4 265
À l'horizon 2021	13 215	4 783	12 437	4 502	11 660	4 220
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	14 331	4 867	12 682	4 596	11 936	4 326
À l'horizon 2021	12 590	4 564	11 850	4 295	11 109	4 027
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	14 331	4 910	12 798	4 637	12 045	4 364
À l'horizon 2021	11 317	4 101	10 651	3 860	9 986	3 619

Potentiel technique (suite)

B7 - Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	26	1	23	1	22
À l'horizon 2021	1	22	1	21	1	17
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	24	1	22	1	20
À l'horizon 2021	1	20	1	18	1	15
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	22	1	20	1	19
À l'horizon 2021	1	18	1	17	1	14
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	67 775	23 740	59 801	20 947	55 814	19 550
À l'horizon 2021	57 537	20 154	53 111	18 603	44 260	15 503
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	64 274	21 932	55 248	19 352	51 564	18 062
À l'horizon 2021	51 111	17 903	47 180	16 526	39 316	13 771
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	64 274	20 206	50 899	17 828	47 506	16 640
À l'horizon 2021	46 084	16 142	42 539	14 900	35 449	12 417

PNEUS GONFLÉS À L'AZOTE POUR VÉHICULES LÉGERS, AUTOBUS ET CAMIONS LOURDS DE CLASSES 3 À 8 (A15; A16; B8; B13)

Description

Normalement, les pneus sont gonflés avec de l'air comprimé, qui est lui-même constitué de 78 % d'azote, 21 % d'oxygène et d'autres éléments divers. Une pratique relativement récente est de gonfler les pneus avec de l'azote pur. L'azote est un gaz inerte et, par définition, plus stable que l'air, donc moins susceptible de s'échapper du pneu (environ 30 % moins). Contrairement à l'air, l'azote ne se comprime pas par temps froid. Le pneumatique demeure donc à la même pression, peu importe la température. L'azote minimise aussi l'effet de corrosion sur les roues : il ne contient ni oxygène, ni vapeur d'eau (Gervais, 2007; Popular Mechanics, 2009; Tire Rack, 2012).

Champ d'application

N'importe quel pneu peut être rempli avec de l'azote pur au lieu de l'air comprimé. Cette méthode est donc applicable à tous les véhicules routiers, neufs ou existants.

Durée de vie

Les pneus remplis avec de l'azote ont une durée de vie supérieure à celle des pneus conventionnels. On considère une durée de vie de six mois pour le remplissage à l'azote. Cependant, le remplissage est un consommable (remplaçable), utilisé sur la durée de vie du véhicule.

Économie d'énergie

Selon le département de l'énergie des États-Unis (US DOE, 2012c) , il est possible pour les véhicules automobiles d'économiser jusqu'à 3,3 % en carburant simplement en gardant les pneus gonflés à la pression appropriée. De plus, il faut considérer qu'autour de 50 % des pneus des véhicules sont sous-gonflés. La valeur retenue pour les économies envisagées est de 1,5 % (Transports Canada, 2011a).

Au Québec, le kilométrage annuel moyen pour les véhicules légers est de 16 608 km selon la BNCÉ (2011). Ainsi, on considère un kilométrage de 16 608 km par année, avec une consommation moyenne de 10,3 L/100 km basée sur les données statistiques de la BNCÉ (2011).

Toujours selon la BNCÉ (2011), le kilométrage annuel moyen d'un autobus est de 41 301 km et la consommation moyenne est de 35,4 L/100 km.

Enfin, on considère une distance annuelle moyenne parcourue de 58 139 km pour l'ensemble des véhicules lourds (catégories 3 à 8) et une consommation moyenne de 30,7 L/100 km (BNCÉ, 2011). Le facteur de conversion énergétique pour l'essence est de 34,66 GJ/1000 L et de 38,68 GJ/1000 L pour le diesel (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Selon le CAA (2012b), pour les véhicules légers, le coût moyen est de 4 \$ par pneu, on peut donc considérer 64 \$ par véhicule et par année, en supposant qu'ils soient gonflés 4 fois par année (à l'occasion d'un entretien périodique).

Pour les véhicules lourds et les autobus, le coût moyen est de 15 \$ par pneu. Donc, en supposant qu'ils soient gonflés 4 fois par année (à l'occasion d'un entretien périodique), on peut considérer 240 à 360 \$ par véhicule pour les autobus (4 ou 6 roues), environ 1 080 \$ pour un tracteur-semi-remorque (18 roues) et de 360 \$ à 600 \$ par année pour les camions porteurs (6 ou 10 roues). Pour simplifier les calculs, on considère une moyenne de 800 \$ par année pour les véhicules lourds (catégories 3 à 8).

Taux de pénétration⁷

Selon la BNCÉ (2011), il y avait 4 697 125 véhicules légers au Québec en 2009.

Taux de pénétration estimé pour véhicules légers:

- Actuel : 3 %
- Scénarios 2016 : faible 5 %; modéré 7 %; fort 10 %
- Scénarios 2021 : faible 7 %; modéré 10 %; fort 15 %

On comptait environ 17 409 autobus au Québec (BNCÉ, 2011).

Taux de pénétration estimé pour autobus :

- Actuel : 1 %
- Scénarios 2016 : faible 2 %; modéré 3 %; fort 4 %
- Scénarios 2021 : faible 3 %; modéré 4 %; fort 5 %

Quant aux camions lourds (catégories 3 à 8), toujours selon la BNCÉ (2011), on en comptait environ 185 482 au Québec en 2009.

⁷ Estimé par FPInnovations selon leur expertise en rapport de renseignements offerts par les détaillants de pneus.

Taux de pénétration estimé pour camions lourds :

- Actuel : 1 %
- Scénarios 2016 : faible 2 %; modéré 3 %; fort 4 %
- Scénarios 2021 : faible 3 %; modéré 4 %; fort 5 %

Résultats

Rentabilité

A15 - Pneus gonflés à l'azote pour véhicules légers

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(510,17 \$)	(508,86 \$)
Référence	(420,89 \$)	(419,58 \$)
Élevé	(325,16 \$)	(323,85 \$)

A16 - Pneus gonflés à l'azote pour autobus

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(2 189,32 \$)	(2 176,36 \$)
Référence	(1 427,13 \$)	(1 414,16 \$)
Élevé	(609,96 \$)	(596,99 \$)

B8 - Pneus gonflés à l'azote pour camions (classes 1 et 2)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(435,72 \$)	(433,76 \$)
Référence	(301,73 \$)	(299,77 \$)
Élevé	(158,09 \$)	(156,12 \$)

B13 - Pneus gonflés à l'azote pour véhicules lourds (classes 3 à 8)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(6 380,75 \$)	(6 364,89 \$)
Référence	(5 448,53 \$)	(5 432,67 \$)
Élevé	(4 449,08 \$)	(4 433,22 \$)

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

A15 - Pneus gonflés à l'azote pour véhicules légers

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	83	3	82	3	79
À l'horizon 2021	3	75	3	73	2	69
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	76	3	74	3	72
À l'horizon 2021	2	67	2	65	2	62
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	69	2	67	2	65
À l'horizon 2021	2	59	2	57	2	54
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	191 721	69 259	187 685	67 801	181 631	65 614
À l'horizon 2021	173 533	62 666	167 935	60 645	158 605	57 276
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	211 141	63 129	171 074	61 800	165 556	59 807
À l'horizon 2021	154 805	55 903	149 811	54 099	141 489	51 094
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	211 141	57 061	154 629	55 859	149 641	54 057
À l'horizon 2021	135 265	48 846	130 901	47 270	123 629	44 644

A16 - Pneus gonflés à l'azote pour autobus

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	2	0	2	0	2
À l'horizon 2021	0	2	0	2	0	2
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	2	0	2	0	2
À l'horizon 2021	0	2	0	2	0	2
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	2	0	2	0	2
À l'horizon 2021	0	2	0	2	0	2
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	5 413	1 959	5 358	1 939	5 303	1 919
À l'horizon 2021	5 655	2 047	5 597	2 026	5 539	2 005
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	5 721	1 987	5 427	1 967	5 371	1 947
À l'horizon 2021	5 388	1 953	5 332	1 933	5 277	1 913
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	5 721	2 005	5 477	1 984	5 420	1 964
À l'horizon 2021	4 843	1 755	4 793	1 737	4 743	1 719

Potentiel technique (suite)

B8 - Pneus gonflés à l'azote pour camions (classes 1 et 2)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	11	0	11	0	10
À l'horizon 2021	0	12	0	12	0	11
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	10	0	10	0	10
À l'horizon 2021	0	11	0	10	0	10
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	9	0	9	0	9
À l'horizon 2021	0	10	0	9	0	9
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	28 406	9 950	27 808	9 740	26 911	9 426
À l'horizon 2021	30 871	10 813	29 875	10 464	28 215	9 883
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	25 977	9 192	25 690	8 999	24 861	8 708
À l'horizon 2021	27 423	9 606	26 539	9 296	25 064	8 779
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	25 977	8 469	23 668	8 290	22 904	8 023
À l'horizon 2021	24 726	8 661	23 928	8 381	22 599	7 916

B13 - Pneus gonflés à l'azote pour véhicules lourds (classes 3 à 8)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	48	2	47	2	47
À l'horizon 2021	2	53	2	52	2	52
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	44	2	44	2	43
À l'horizon 2021	2	47	2	46	2	46
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	41	2	40	2	40
À l'horizon 2021	2	42	2	42	2	41
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	123 008	43 086	121 753	42 647	120 498	42 207
À l'horizon 2021	135 166	47 345	133 773	46 857	132 379	46 369
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	111 298	39 806	112 482	39 399	111 323	38 993
À l'horizon 2021	120 070	42 057	118 832	41 624	117 595	41 190
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	111 298	36 672	103 628	36 298	102 560	35 924
À l'horizon 2021	108 260	37 920	107 144	37 529	106 027	37 138

MATÉRIAUX LÉGERS POUR VÉHICULES LÉGERS (A17; B9)

Description

Les matériaux légers comprennent l'acier à haute résistance, l'aluminium, le magnésium, le titane et divers matériaux composites. L'utilisation de matériaux légers permet aux fabricants de réduire la masse du véhicule sans sacrifier la sécurité, la durabilité et le confort. Dans le cas d'un véhicule propulsé par un moteur à combustion interne, on estime que la consommation de carburant peut être réduite de 0,235 L/100 km pour chaque réduction de masse de 86 kg (Transports Canada, 2010d). Les technologies utilisant l'aluminium peuvent réduire de 50 % le poids des structures, comparativement aux structures en acier. D'autres réductions de la masse sont possibles en ayant recours à la technologie des matériaux composites, comme les plastiques renforcés de polymère, les polycarbonates et la fibre de carbone. Des matériaux composites comme ceux-ci se retrouvent actuellement dans les garnitures intérieures des véhicules, les tableaux de bord, les capots et les couvercles de coffres (Oak Ridge National Laboratory, 2012).

La réduction en masse n'est pas le seul avantage que les matériaux composites procurent. En effet, ils ne se corrodent pas, ce qui réduit énormément les coûts d'entretien.

Champ d'application

Toutes les nouvelles voitures peuvent être construites en matériaux composites. Toutefois, certaines parties doivent rester en métal.

Durée de vie

Les composantes en matériaux légers ont une durée de vie supérieure à celle des composantes en acier conventionnelles. Toutefois, l'analyse a été conduite pour une durée de vie conventionnelle de 12 à 15 ans, parce qu'un composant ne peut pas être utilisé sur un véhicule plus que la durée de vie de celui.

Économie d'énergie

Ces matériaux, selon Transports Canada (2010d), peuvent permettre une économie de 3 % à 7 % en carburant, sans compromis envers la résistance totale du véhicule. La valeur retenue pour l'économie de carburant est de 5 %.

Au Québec, le kilométrage annuel moyen pour les véhicules légers est de 16 608 km selon la BNCÉ (2011). Ainsi, on considère un kilométrage de 16 608 km par année, avec une consommation moyenne de 10,3 L/100 km basée sur les données statistiques de la BNCÉ (2011).

Le facteur de conversion énergétique pour l'essence est de 34,66 GJ/1000 L et de 38,68 GJ/1000 L pour le diesel (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Ces matériaux sont beaucoup plus coûteux que les métaux standards. Le surcoût dépend de la composante remplacée, du type de matériaux légers et de l'intensité d'utilisation du véhicule. Par exemple, les matériaux composites en fibre de carbone coûtent 20 fois plus cher que l'acier. Le « prix de l'allègement » varie selon l'industrie et est d'environ 13 \$/kg pour l'industrie automobile. Donc, une réduction de poids de 200 kg en utilisant des matériaux légers causerait un surcoût d'environ 2 600 \$.

Taux de pénétration

Selon la BNCÉ (2011), il y avait 4 697 125 véhicules légers au Québec en 2009.

Taux de pénétration estimé⁸ :

- Actuel : 10 %
- Scénarios 2016 : faible 15 %; modéré 20 %; fort 25 %
- Scénarios 2021 : faible 20 %; modéré 25 %; fort 30 %

8 Estimé par FPInnovations selon leur expertise.

Résultats

Rentabilité

A17 - Matériaux légers pour véhicules légers

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(2 104,31 \$)	(2 099,95 \$)
Référence	(1 806,69 \$)	(1 802,33 \$)
Élevé	(1 487,60 \$)	(1 483,24 \$)

B9 - Matériaux légers pour camions (classes 1 et 2)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(1 856,14 \$)	(1 849,60 \$)
Référence	(1 409,52 \$)	(1 402,98 \$)
Élevé	(930,69 \$)	(924,15 \$)

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

A17 - Matériaux légers pour véhicules légers

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	9	249	8	234	8	220
À l'horizon 2021	8	216	7	203	7	189
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	8	227	7	213	7	200
À l'horizon 2021	7	193	6	181	6	169
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	7	205	7	193	6	181
À l'horizon 2021	6	169	5	158	5	148
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	571 800	206 562	538 165	194 411	504 530	182 260
À l'horizon 2021	497 585	179 689	466 486	168 458	435 387	157 227
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	653 012	188 280	490 536	177 205	459 877	166 129
À l'horizon 2021	443 886	160 294	416 143	150 276	388 400	140 257
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	653 012	170 181	443 382	160 170	415 670	150 159
À l'horizon 2021	387 856	140 059	363 615	131 306	339 374	122 552

B9 - Matériaux légers pour camions (classes 1 et 2)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	33	1	31	1	29
À l'horizon 2021	1	34	1	32	1	30
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	30	1	29	1	27
À l'horizon 2021	1	31	1	29	1	27
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	28	1	26	1	25
À l'horizon 2021	1	28	1	26	1	24
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	84 718	29 674	79 735	27 929	74 751	26 183
À l'horizon 2021	88 519	31 006	82 987	29 068	77 454	27 130
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	80 343	27 415	73 664	25 802	69 060	24 190
À l'horizon 2021	78 633	27 543	73 718	25 821	68 804	24 100
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	80 343	25 257	67 865	23 771	63 623	22 286
À l'horizon 2021	70 898	24 834	66 467	23 282	62 036	21 729

CHAUFFE-MOTEUR POUR VÉHICULES LÉGERS (A18; B10)

Description

Le chauffe-moteur augmente la température du liquide de refroidissement ou de l'huile à moteur selon le type d'appareil utilisé, et par conséquent facilite le démarrage par temps froid et le réchauffement de l'habitacle (Environnement Canada 2012; Ressources naturelles Canada, 2012).

Champ d'application

Ce dispositif est applicable aux véhicules légers existants ou neufs (option).

Durée de vie

La durée de vie est de 8 ans.

Économie d'énergie

Le dispositif sera efficace seulement pendant la période hivernale (112 jours) et sur des trajets plus courts que 20 km; on estime le parcours annuel effectué dans ces conditions à 3 200 km. Pendant plusieurs semaines au cours de l'hiver 2008-2009, où la température a oscillé entre 0 °C et -22 °C, CAA-Québec a mené une série de tests sur cinq véhicules de différentes catégories : sous-compacte, compacte, véhicule utilitaire et hybride. Des économies de carburant de l'ordre de 15 % ont été déterminées pour une voiture qui parcourt moins de 20 km (CAA, 2012a).

La valeur retenue pour les économies envisagées est de 15 %, pour le parcours applicable de 3 200 km (environ 20 % des kilomètres annuels parcourus), c'est-à-dire une économie annuelle équivalente de 3 %.

Au Québec, le kilométrage annuel moyen pour les véhicules légers est de 16 608 km selon la BNCE (2011). Ainsi, on considère un kilométrage de 16 608 km par année, avec une consommation moyenne de 10,3 L/100 km basée sur les données statistiques de la BNCE (2011).

Le facteur de conversion énergétique pour l'essence est de 34,66 GJ/1000 L et de 38,68 GJ/1000 L pour le diesel (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Selon l'étude mentionnée, les véhicules branchés seulement trois heures avant le démarrage ont permis de limiter les coûts en électricité, soit entre 10 et 25 \$ selon le modèle de voiture, sur une période hivernale de 112 jours, soit 18 \$ en moyenne.

Selon les concessionnaires et les détaillants spécialisés, le surcoût (coût d'installation : pièces et main d'œuvre) varie entre 150 \$ et 300 \$, soit 225 \$ en moyenne.

Taux de pénétration

Selon la BNCÉ (2011), il y avait 4 697 125 véhicules légers au Québec en 2009.

Taux de pénétration estimé⁹ :

- Actuel : 10 %
- Scénarios 2016 : faible 10 %; modéré 12 %; fort 15 %
- Scénarios 2021 : faible 12 %; modéré 15 %; fort 17 %

Résultats

Rentabilité

A18 - Chauffe-moteur pour véhicules légers

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(254,06 \$)	(251,45 \$)
Référence	(75,49 \$)	(72,87 \$)
Élevé	115,96 \$	118,58 \$

B10 - Chauffe-moteur pour camions (classes 1 et 2)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(105,16 \$)	(101,24 \$)
Référence	162,81 \$	166,74 \$
Élevé	450,11 \$	454,03 \$

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

9 Estimé par FPInnovations selon leur expertise en rapport de renseignements offerts par les détaillants.

Potentiel technique

A18 - Chauffe-moteur pour véhicules légers

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	5	158	5	155	5	149
À l'horizon 2021	5	143	5	138	5	135
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	5	144	5	141	5	136
À l'horizon 2021	4	127	4	123	4	120
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	5	130	4	127	4	123
À l'horizon 2021	4	111	4	107	4	105
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	363 261	131 227	355 189	128 311	343 080	123 937
À l'horizon 2021	328 406	118 594	317 210	114 551	309 747	111 856
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	391 807	119 613	323 754	116 955	312 717	112 968
À l'horizon 2021	292 965	105 794	282 977	102 188	276 319	99 783
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	391 807	108 115	292 632	105 712	282 656	102 108
À l'horizon 2021	255 985	92 439	247 258	89 288	241 440	87 187

B10 - Chauffe-moteur pour camions (classes 1 et 2)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	21	1	20	1	20
À l'horizon 2021	1	23	1	22	1	21
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	19	1	19	1	18
À l'horizon 2021	1	20	1	20	1	19
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	18	1	17	1	17
À l'horizon 2021	1	18	1	18	1	17
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	53 821	18 852	52 625	18 433	50 831	17 805
À l'horizon 2021	58 423	20 464	56 431	19 766	55 103	19 301
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	48 206	17 417	48 618	17 030	46 960	16 449
À l'horizon 2021	51 898	18 178	50 128	17 559	48 949	17 145
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	48 206	16 046	44 791	15 689	43 264	15 154
À l'horizon 2021	46 793	16 390	45 198	15 831	44 134	15 459

SYSTÈME DE MICROFILTRATION POUR L'HUILE À MOTEUR POUR LES AUTOBUS ET LES CAMIONS LOURDS DE CLASSES 3 À 8 (A19; B14)

Description

Les remplacements de l'huile à moteur sont nécessaires parce que les filtres à huile à flux total standard enlèvent seulement les particules supérieures à 10-20 microns, ou bien supérieures à 40-50 microns, avec une efficacité de 99 %, et ne retiennent pas l'humidité ni les contaminants non brûlés du carburant. Ce manque total de filtration et d'élimination des contaminants nuit gravement à la fonction lubrifiante de l'huile, générant une usure du moteur et une oxydation de l'huile.

Une huile contaminée mène à une diminution de l'efficacité du moteur et, par le fait même, à une augmentation de la consommation de carburant.

Champ d'application

Ce système s'applique aux autobus et aux camions lourds de catégories 3 à 8, neufs ou existants.

Durée de vie

La durée de vie du système est de 5 ans et le changement de la cartouche filtrante est nécessaire à tous les 15 000 à 20 000 km, mais les intervalles entre les changements d'huile sont au minimum 4 fois plus longs que sans système.

Économie d'énergie

La réduction de consommation de carburant peut atteindre 5 % avec une réduction de 98 % de la contamination de l'huile. Une étude réalisée par Cummins (Fitch, 2002) a démontré qu'avec l'utilisation d'un filtre à huile de dérivation de 6 microns, on pouvait obtenir une réduction de consommation de carburant allant jusqu'à 3 %.

Des essais effectués avec des minibus de transport interurbain de marque Ford, modèle E-450, 2009, ont montré des économies de carburant de 2,7 % avec un dispositif Microfiltration de marque Ecofil, modèle T10 et une huile à moteur 15W40 spécifique (LE 8800) (Bellavigna-Ladoux, 2012).

La valeur retenue pour les économies envisagées est de 2,7 %.

Au Québec, selon la BNCE (2011), le kilométrage annuel moyen d'un autobus est de 41 301 km et la consommation moyenne est de 35,4 L/100 km.

De plus, on considère une distance annuelle moyenne parcourue de 58 139 km pour l'ensemble des véhicules lourds (catégories 3 à 8) et une consommation moyenne de 30,7 L/100 km (BNCÉ, 2011).

Le facteur de conversion énergétique pour l'essence est de 34,66 GJ/1000 L et de 38,68 GJ/1000 L pour le diesel (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Selon les représentants de la compagnie Réduction Co2 inc., qui vend les filtres Ecofil, le prix varie de 1 500 \$ (à 2 000 \$ en fonction de l'application et du modèle de filtre considéré. Le coût d'une cartouche filtrante est de 30 \$ à 60 \$ (Surcel, 2012e).

Taux de pénétration¹⁰

On comptait environ 17 409 autobus au Québec en 2009 (BNCÉ, 2011).

Taux de pénétration estimé pour autobus :

- Actuel : moins de 1 %
- Scénarios 2016 : faible 2 %; modéré 3 %; fort 4 %
- Scénarios 2021 : faible 3 %; modéré 4 %; fort 5 %

Quant aux véhicules lourds (catégories 3 à 8), toujours selon la BNCÉ (2011), on en comptait environ 185 482 au Québec en 2009.

Taux de pénétration estimé pour camions lourds :

- Actuel : moins de 0,5 %
- Scénarios 2016 : faible 1 %; modéré 1,5 %; fort 2 %
- Scénarios 2021 : faible 1,5 %; modéré 2 %; fort 2,5 %

10 Estimé par FPInnovations selon leur expertise en rapport de renseignements offerts par les détaillants.

Résultats

Rentabilité

A19 - Systèmes de microfiltration pour l'huile de moteur pour autobus

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(2 117,94 \$)	(2 094,60 \$)
Référence	(745,98 \$)	(722,64 \$)
Élevé	724,92 \$	748,26 \$

B14 - Système de microfiltration pour l'huile de moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(513,67 \$)	(485,13 \$)
Référence	1 164,33 \$	1 192,87 \$
Élevé	2 963,34 \$	2 991,88 \$

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

A19 - Systèmes de microfiltration pour l'huile de moteur pour autobus

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	4	0	4	0	4
À l'horizon 2021	0	4	0	4	0	4
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	4	0	4	0	4
À l'horizon 2021	0	4	0	4	0	4
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	4	0	4	0	4
À l'horizon 2021	0	4	0	4	0	4
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	9 744	3 526	9 644	3 490	9 545	3 455
À l'horizon 2021	10 179	3 684	10 074	3 646	9 969	3 608
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	10 298	3 577	9 769	3 541	9 668	3 504
À l'horizon 2021	9 698	3 516	9 598	3 479	9 498	3 443
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	10 298	3 609	9 858	3 572	9 757	3 535
À l'horizon 2021	8 718	3 159	8 628	3 126	8 538	3 094

B14 - Système de microfiltration pour l'huile de moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	87	3	87	3	86
À l'horizon 2021	4	96	4	96	4	95
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	80	3	80	3	80
À l'horizon 2021	3	85	3	85	3	85
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	74	3	74	3	73
À l'horizon 2021	3	77	3	77	3	76
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	223 674	78 347	222 545	77 951	221 415	77 555
À l'horizon 2021	247 062	86 539	245 807	86 099	244 553	85 660
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	201 349	72 381	205 599	72 016	204 555	71 650
À l'horizon 2021	219 469	76 874	218 355	76 484	217 241	76 093
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	201 349	66 684	189 415	66 347	188 454	66 010
À l'horizon 2021	197 881	69 312	196 876	68 960	195 872	68 608

PROGRAMMATION DES MOTEURS POUR LES AUTOBUS ET LES CAMIONS LOURDS DE CLASSES 3 À 8 (A20; B15)

Description

Le module de commande électronique (ECM) gère la quantité de carburant injectée et le moment de l'injection en tenant compte de plusieurs paramètres du moteur et des conditions d'utilisation du véhicule. Il communique avec d'autres éléments de commande, comme les modules de contrôle des suspensions et de la traction, ainsi que le module de commande de la transmission (Surcel et al., 2009).

Les moteurs possèdent aujourd'hui environ 200 paramètres programmables pour optimiser leur fonctionnement en fonction des caractéristiques du véhicule et des conditions d'opération. Les réglages de l'ECM peuvent être optimisés pour réduire la consommation de carburant et les émissions de GES et pour améliorer les performances en matière d'émissions polluantes. Les programmations peuvent être optimisées selon certaines applications représentatives, comme le transport sur grande distance, le transport en commun urbain et le transport spécialisé (tel que le transport des ordures, le transport relié aux travaux de construction, ou le transport de matières premières effectué en majorité sur des routes de gravier) (Gilligan, 2011; Provencher, 2011).

Champ d'application

Cette méthode est applicable aux autobus et aux camions lourds de catégories 3 à 8, neufs ou existants.

Durée de vie

La durée de vie envisagée est celle du moteur du véhicule, soit de 12 à 15 ans.

Économie d'énergie

Des essais précédents effectués par FPInnovations avec des dispositifs électroniques permettant les modifications des paramètres de l'ECM pour optimiser la performance du moteur et, par conséquent, de réduire la consommation globale de carburant, ont démontré des économies de carburant de 8 à 11 %. La valeur retenue pour l'économie de carburant est de 8 % (Surcel 2007 et 2010; Surcel et al. 2007 et 2010).

Au Québec, selon la BNCÉ (2011), le kilométrage annuel moyen d'un autobus est de 41 301 km et la consommation moyenne est de 35,4 L/100 km.

De plus, on considère une distance annuelle moyenne parcourue de 58 139 km pour l'ensemble des véhicules lourds (catégories 3 à 8) et une consommation moyenne de 30,7 L/100 km (BNCÉ, 2011).

Le facteur de conversion énergétique pour l'essence est de 34,66 GJ/1000 L et de 38,68 GJ/1000 L pour le diesel (selon le MRNF, 2012).

Coûts¹¹

Si le client en fait la demande, la programmation est fournie par le manufacturier ou le concessionnaire, et ce service est facturé dans le prix du véhicule. Le coût d'une programmation optimisée selon l'application spécifique est approximativement de 500 \$, incluant le diagnostic, l'évaluation de conditions spécifiques d'opération du client, la personnalisation de la programmation optimisée selon les conditions spécifiques d'opération du client, l'installation et la garantie limitée. On ne prévoit pas d'autres frais (entretien, maintenance, remplacement de pièces, etc.).

Taux de pénétration¹²

Selon Navistar (Gilligan, 2011), 80 % des moteurs vendus sur le marché sont livrés avec les paramètres par défaut. L'étude de Navistar démontre que deux ans après l'achat, la situation n'a pas été corrigée. Vérification faite auprès de Cummins, la situation est la même malgré beaucoup d'efforts déployés par les fabricants pour sensibiliser les acheteurs et les vendeurs de camions aux bénéfices liés à l'optimisation des paramètres moteurs.

On comptait environ 17 409 autobus au Québec en 2009 (BNCÉ, 2011).

Taux de pénétration estimé pour autobus :

- Actuel : 10 %
- Scénarios 2016 : faible 15 %; modéré 20 %; fort 25 %
- Scénarios 2021 : faible 20 %; modéré 25 %; fort 30 %

Quant aux camions lourds (catégories 3 à 8), toujours selon la BNCÉ (2011), on en comptait environ 185 482 au Québec en 2009.

¹¹ Évalués par FPIinnovations selon leur expertise avec les flottes membres du groupe Performance Innovations Transport et les manufacturiers des moteurs.

¹² Évalués par FPIinnovations selon leur expertise avec les flottes membres du groupe Performance Innovations Transport et les manufacturiers des moteurs.

Taux de pénétration estimé pour camions :

- Actuel : 20 %
- Scénarios 2016 : faible 25 %; modéré 30 %; fort 35 %
- Scénarios 2021 : faible 30 %; modéré 35 %; fort 40 %

Résultats

Rentabilité

A20 - Programmation des moteurs pour autobus

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	7 589,97 \$	7 659,12 \$
Référence	11 655,03 \$	11 724,18 \$
Élevé	16 013,25 \$	16 082,40 \$

B15 - Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	9 394,59 \$	9 479,16 \$
Référence	14 366,44 \$	14 451,01 \$
Élevé	19 696,85 \$	19 781,42 \$

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

A20 - Programmation des moteurs pour autobus

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	10	0	10	0	9
À l'horizon 2021	0	10	0	10	0	9
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	10	0	10	0	9
À l'horizon 2021	0	10	0	9	0	9
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	11	0	10	0	9
À l'horizon 2021	0	9	0	8	0	8
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	25 040	9 063	23 567	8 530	22 094	7 997
À l'horizon 2021	24 875	9 004	23 320	8 441	21 765	7 878
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	27 738	9 193	23 872	8 652	22 380	8 111
À l'horizon 2021	23 699	8 591	22 218	8 054	20 737	7 517
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	27 738	9 274	24 091	8 728	22 585	8 183
À l'horizon 2021	21 303	7 719	19 971	7 237	18 640	6 755

B15 - Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	7	196	7	183	6	169
À l'horizon 2021	8	203	7	188	7	174
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	7	181	6	169	6	157
À l'horizon 2021	7	180	6	167	6	154
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	6	166	6	155	5	144
À l'horizon 2021	6	162	6	151	5	139
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	502 075	175 862	468 603	164 138	435 131	152 414
À l'horizon 2021	520 228	182 221	483 068	169 205	445 909	156 189
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	479 670	162 472	432 921	151 640	401 998	140 809
À l'horizon 2021	462 126	161 870	429 117	150 308	396 108	138 746
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	479 670	149 683	398 844	139 704	370 355	129 725
À l'horizon 2021	416 669	145 948	386 907	135 523	357 145	125 098

LUBRIFIANTS SYNTHÉTIQUES POUR LES MOTEURS POUR LES VÉHICULES LÉGERS, LES AUTOBUS ET LES CAMIONS LOURDS DE CLASSES 3 À 8 (A21; A22; B11; B16)

Description

Les huiles classiques sont dérivées du pétrole brut et sont constituées d'huiles de base et d'additifs. Les huiles synthétiques sont faites de bases non classiques et sont fabriquées au moyen de processus chimiques, ce qui donne des propriétés spéciales au produit fini. Les avantages sont que leur viscosité est remarquablement stable, elles offrent une meilleure résistance à l'oxydation, et elles sont plus fluides sans être plus volatiles, ce qui entraîne une réduction de la consommation d'huile (Lockridge, 2008).

Selon les manufacturiers, les lubrifiants synthétiques offrent de nombreux avantages pour optimiser les performances des moteurs et diminuer la consommation de carburant (Mobil, 2012; Total, 2012).

Champ d'application

Les huiles synthétiques peuvent être utilisées pour les véhicules routiers, neufs ou existants.

Durée de vie

Les intervalles entre les changements d'huile sont de 1,3 à 2,5 fois plus longs pour les huiles synthétiques que pour les huiles conventionnelles, mais c'est un consommable (remplaçable) utilisé sur la durée de vie du véhicule.

Économie d'énergie

Des essais sur piste effectués par FPIInnovations - Performance Innovation Transport et des essais en opération et sur piste effectués par d'autres consultants (McGeehan et al., 2001) n'ont pas montré d'économie de carburant significative. Cependant, plusieurs essais sur dynamomètre moteur ou à rouleaux ont montré des économies variant entre 1 et 4 % (Bergstra et al., 1999; Korcek et al., 2000; Sasaki et al. 2000; Saini et al., 2002). La valeur retenue pour les économies envisagées est de 2 %.

Au Québec, le kilométrage annuel moyen pour les véhicules légers est de 16 608 km selon la BNCÉ (2011). Ainsi, on considère un kilométrage de 16 608 km par année, avec une consommation moyenne de 10,3 L/100 km basée sur les données statistiques de la BNCÉ (2011).

Toujours selon la BNCÉ (2011), le kilométrage annuel moyen d'un autobus est de 41 301 km et la consommation moyenne est de 35,4 L/100 km.

Enfin, on considère une distance annuelle moyenne parcourue de 58 139 km pour l'ensemble des véhicules lourds (catégories 3 à 8) et une consommation moyenne de 30,7 L/100 km (BNCÉ, 2011). Le facteur de conversion énergétique pour l'essence est de 34,66 GJ/1000 L et de 38,68 GJ/1000 L pour le diesel (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Selon les concessionnaires, les détaillants spécialisés et les gestionnaires des parcs de véhicules membres du groupe Performance Innovation Transport de FPIinnovations :

- Pour les véhicules légers, en fonction du modèle du véhicule et de la marque d'huile considérés, un changement d'huile à moteur synthétique coûte de 30 \$ à 50 \$ plus cher qu'un changement d'huile classique, mais les intervalles entre les changements sont de 1,3 à 2 fois plus longs. On considère donc un surcoût total annuel moyen annuel de 75 \$.
- Pour les autobus et les camions lourds, en fonction du modèle du véhicule et de la marque d'huile considérés, un changement d'huile à moteur synthétique coûte de 110 \$ à 190 \$ plus cher qu'un changement d'huile classique, mais les intervalles entre les changements sont de 1,6 à 2,5 fois plus longs. On considère donc un surcoût total annuel moyen de 300 \$.

Taux de pénétration

Selon la BNCÉ (2011), il y avait 4 697 125 véhicules légers au Québec en 2009.

Taux de pénétration estimé :

- Actuel : 15 %
- Scénarios 2016 : faible 20 %; modéré 22 %; fort 25 %
- Scénarios 2021 : faible 22 %; modéré 25 %; fort 27 %

On comptait environ 17 409 autobus au Québec en 2009 (BNCÉ, 2011).

Taux de pénétration estimé :

- Actuel : 15 %
- Scénarios 2016 : faible 20 %; modéré 22 %; fort 25 %
- Scénarios 2021 : faible 22 %; modéré 25 %; fort 27 %

Quant aux véhicules lourds (catégories 3 à 8), toujours selon la BNCÉ (2011), on en comptait environ 185 482 au Québec en 2009. Selon NACFE (2011), aux États-Unis le taux de pénétration été de 25 % en 2011. Au Québec, on estime un taux actuel de 20 %.

Taux de pénétration estimé :

- Actuel : 20 %
- Scénarios 2016 : faible 25 %; modéré 30 %; fort 35 %
- Scénarios 2021 : faible 30 %; modéré 35 %; fort 40 %

Résultats

Rentabilité

A21 - Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour véhicules légers

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(573,85 \$)	(572,10 \$)
Référence	(454,80 \$)	(453,06 \$)
Élevé	(327,17 \$)	(325,42 \$)

A22 - Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour autobus

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(1 066,00 \$)	(1 048,72 \$)
Référence	(49,74 \$)	(32,45 \$)
Élevé	1 039,82 \$	1 057,10 \$

B11 - Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour camions (classes 1 et 2)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(474,58 \$)	(471,96 \$)
Référence	(295,93 \$)	(293,31 \$)
Élevé	(104,40 \$)	(101,78 \$)

B16 - Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(614,85 \$)	(593,70 \$)
Référence	628,12 \$	649,26 \$
Élevé	1 960,72 \$	1 981,86 \$

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

A21 - Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour véhicules légers

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	94	3	91	3	88
À l'horizon 2021	3	84	3	81	3	79
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	85	3	83	3	80
À l'horizon 2021	3	75	3	72	2	70
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	77	3	75	3	72
À l'horizon 2021	2	66	2	63	2	62
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	215 266	77 764	209 884	75 820	201 812	72 904
À l'horizon 2021	194 058	70 079	186 594	67 383	181 619	65 586
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	246 694	70 882	191 309	69 110	183 951	66 452
À l'horizon 2021	173 115	62 515	166 457	60 110	162 018	58 507
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	246 694	64 068	172 919	62 466	166 268	60 064
À l'horizon 2021	151 264	54 623	145 446	52 522	141 568	51 122

A22 - Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour autobus

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	2	0	2	0	2
À l'horizon 2021	0	2	0	2	0	2
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	2	0	2	0	2
À l'horizon 2021	0	2	0	2	0	2
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	2	0	2	0	2
À l'horizon 2021	0	2	0	2	0	2
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	5 892	2 132	5 745	2 079	5 524	1 999
À l'horizon 2021	6 063	2 195	5 830	2 110	5 675	2 054
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	6 549	2 163	5 819	2 109	5 595	2 028
À l'horizon 2021	5 777	2 094	5 555	2 013	5 406	1 960
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	6 549	2 182	5 872	2 128	5 646	2 046
À l'horizon 2021	5 193	1 882	4 993	1 809	4 860	1 761

Potentiel technique (suite)

B11 - Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour camions (classes 1 et 2)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	12	0	12	0	12
À l'horizon 2021	1	13	0	13	0	13
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	11	0	11	0	11
À l'horizon 2021	0	12	0	11	0	11
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	11	0	10	0	10
À l'horizon 2021	0	11	0	10	0	10
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	31 894	11 172	31 097	10 892	29 901	10 473
À l'horizon 2021	34 522	12 092	33 195	11 627	32 309	11 317
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	30 352	10 321	28 729	10 063	27 624	9 676
À l'horizon 2021	30 667	10 742	29 487	10 329	28 701	10 053
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	30 352	9 509	26 467	9 271	25 449	8 914
À l'horizon 2021	27 650	9 685	26 587	9 313	25 878	9 064

B16 - Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	49	2	46	2	42
À l'horizon 2021	2	51	2	47	2	43
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	45	2	42	1	39
À l'horizon 2021	2	45	2	42	1	39
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	42	1	39	1	36
À l'horizon 2021	2	41	1	38	1	35
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	125 519	43 966	117 151	41 035	108 783	38 104
À l'horizon 2021	130 057	45 555	120 767	42 301	111 477	39 047
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	119 918	40 618	108 230	37 910	100 500	35 202
À l'horizon 2021	115 532	40 467	107 279	37 577	99 027	34 686
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	119 918	37 421	99 711	34 926	92 589	32 431
À l'horizon 2021	104 167	36 487	96 727	33 881	89 286	31 274

DISPOSITIF DE RÉCUPÉRATION DE L'ÉNERGIE DU LIQUIDE DE REFROIDISSEMENT POUR AUTOBUS ET VÉHICULES LOURDS DE CLASSES 3 À 7 (A23; B17)

Description

Faire tourner le moteur d'un camion au ralenti est une pratique répandue chez plusieurs conducteurs. L'American Trucking Association (ATA) rapporte que le temps de ralenti-moteur atteint six heures par jour, et une étude de Caterpillar indique qu'un camion de catégorie 7 tourne au ralenti jusqu'à 1 800 heures par année (Gaines et al., 2006; NALGEP, 2005).

Il arrive souvent qu'on laisse tourner un moteur pour maintenir la température de la cabine à un niveau confortable. Dans les applications où ces occasions sont limitées à une période de 1 à 2 heures par jour, on peut utiliser un dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement (US EPA, 2009c). Une fois le moteur éteint, la chaufferette du camion fonctionne jusqu'à ce que le liquide de refroidissement dans le radiateur de chauffage atteigne la température ambiante. Le moteur retient encore une quantité significative de chaleur, mais puisque la pompe à eau ne fait plus circuler le liquide de refroidissement, la chaufferette ne fonctionne que pour une courte période. Un dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement utilise une petite pompe 12V DC pour diriger le liquide chaud vers le radiateur de chauffage afin de chauffer la cabine. Ces dispositifs peuvent maintenir la température de la cabine à un niveau confortable même après que le moteur ait été fermé pendant une période allant jusqu'à 2 heures à des températures ambiantes aussi basses que -5°C (Autotherm, 2012). Cette possibilité a été confirmée par les essais menés par FPInnovations (Surcel et Jokai, 2011).



Pompe de circulation du liquide de refroidissement

Durée de vie

La durée de vie moyenne est de 5 ans.

Champ d'application

Ce dispositif peut être appliqué à des camions (catégories 3 à 7) et autobus. Un système de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement convient davantage pour les camions de livraison locale où les périodes de ralenti sont limitées à 2 heures.

Économie d'énergie

On considère que le camion est utilisé 200 jours par année avec 2 heures de ralenti-moteur non nécessaire éliminées par jour (donc économie de 100 % pour les deux heures), avec une consommation moyenne de carburant de 3 L/h pour le moteur.

Le facteur de conversion énergétique pour l'essence est de 34,66 GJ/1000 L et de 38,68 GJ/1000 L pour le diesel (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Le dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement coûte 800 \$.

Taux de pénétration¹³

Selon les données de la BNCÉ (2011), on comptait au Québec 114 876 camions de catégories 3 à 7.

Taux de pénétration estimé pour camions lourds :

- Actuel : moins de 0,01 %
- Scénarios 2016 : faible 2 %; modéré 4 %; fort 6 %
- Scénarios 2021 : faible 5 %; modéré 7 %; fort 10 %

On comptait également 17 409 autobus et minibus au Québec (urbains, interurbains et scolaires).

Taux de pénétration estimé pour autobus :

- Actuel : moins de 0,01 %
- Scénarios 2016 : faible 2 %; modéré 3 %; fort 4 %
- Scénarios 2021 : faible 3 %; modéré 4 %; fort 5 %

13 Évalués par FPIinnovations selon leur expertise avec les flottes membres du groupe Performance Innovations Transport.

Résultats

Rentabilité

A23 - Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	6 465,28 \$	6 536,30 \$
Référence	10 640,80 \$	10 711,82 \$
Élevé	15 117,44 \$	15 188,47 \$

B17 - Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	6 465,28 \$	6 536,30 \$
Référence	10 640,80 \$	10 711,82 \$
Élevé	15 117,44 \$	15 188,47 \$

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

A23 - Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	12	0	12	0	12
À l'horizon 2021	0	12	0	12	0	12
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	12	0	12	0	12
À l'horizon 2021	0	12	0	12	0	12
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	12	0	12	0	12
À l'horizon 2021	0	11	0	11	0	10
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	28 870	10 449	28 575	10 342	28 281	10 236
À l'horizon 2021	30 161	10 917	29 850	10 804	29 539	10 692
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	30 817	10 599	28 945	10 490	28 647	10 382
À l'horizon 2021	28 736	10 416	28 439	10 309	28 143	10 202
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	30 817	10 692	29 210	10 583	28 909	10 474
À l'horizon 2021	25 830	9 360	25 564	9 263	25 297	9 167

B17 - Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	5	120	4	118	4	116
À l'horizon 2021	5	130	5	127	5	123
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	4	111	4	109	4	107
À l'horizon 2021	4	115	4	113	4	109
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	4	102	4	100	4	98
À l'horizon 2021	4	104	4	102	4	98
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	309 197	108 303	302 887	106 093	296 577	103 882
À l'horizon 2021	332 752	116 554	325 747	114 100	315 239	110 419
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	282 561	100 056	279 824	98 014	273 994	95 972
À l'horizon 2021	295 589	103 537	289 366	101 357	280 032	98 087
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	282 561	92 180	257 797	90 299	252 426	88 418
À l'horizon 2021	266 514	93 352	260 903	91 387	252 487	88 439

JUPES LATÉRALES DE REMORQUE POUR TRACTEURS – SEMI-REMORQUES DE CLASSE 8 (B18)

Description

L'objectif des jupes de remorque est de réduire la traînée aérodynamique (la résistance créée par le déplacement d'air) sous le véhicule, donc la consommation globale de carburant d'un tracteur routier. Les jupes latérales de remorque sont constituées de panneaux installés sur le côté des remorques et qui s'étendent presque jusqu'au sol.

En plus des économies de carburant, les jupes de remorque améliorent l'apparence du véhicule et sa stabilité, tout en réduisant la vulnérabilité aux vents latéraux et les éclaboussures créées par les pneus qui peuvent nuire à la visibilité des autres conducteurs. Les avantages des jupes latérales de remorque sont plus évidents en présence de vents latéraux (Department of Transport, 2007; Conseil des ministres de l'Énergie, 2009).



Véhicule équipé de jupes latérales

Champ d'application

Les jupes latérales de remorque sont utilisées sur les semi-remorques tandem ou tridem des ensembles tracteurs-remorques de classe 8. Comme elles rendent les remorques plus efficaces au plan de l'aérodynamisme, les avantages maximaux ne se concrétisent que sur longue distance et des vitesses de croisière élevées (Conseil des ministres de l'Énergie, 2009).

Durée de vie

La durée de vie des jupes de remorque dépend de l'application et du modèle. La durée de vie moyenne au Québec est de 3 ans.

Économie d'énergie

Les jupes latérales peuvent offrir des économies de carburant substantielles et elles sont reconnues comme technologie économe en énergie par le programme SmartWaySM de l'EPA, qui les classe en deux catégories : les « jupes de remorque », qui offrent une économie de carburant d'au moins 4 %, et les « jupes de remorque perfectionnées », qui offrent une économie de carburant d'au moins 5 % (Surcel et al., 2008 et 2009; US EPA, 2009d et 2012; Davis et al., 2012). Des essais à haute vitesse sur piste effectués par FPIInnovations – Performance Innovation Transport (PIT) ont montré des économies allant jusqu'à 7,5 % (Surcel et al., 2008, et 2009; Surcel 2012a). On considère une économie moyenne en opération normale du véhicule de 4 %.

Dans les conditions du Québec, un parcours annuel de 113 000 km est considéré pour un camion semi-remorque de classe 8 (BNCÉ, 2011), dont 91 000 km à vitesse élevée. On considère aussi le fait qu'un tracteur utilise deux semi-remorques. Toujours selon la BNCÉ (2011), la consommation moyenne de carburant retenue est de 33 L/100 km. Le facteur de conversion énergétique pour le diesel est de 38,68 GJ/1000 L (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Les coûts ont été déterminés par FPIInnovations selon leur expertise avec les flottes membres du groupe Performance Innovations Transport (PIT) et les fournisseurs participants aux campagnes d'essais EnergotestTM de FPIInnovations – PIT (Surcel, 2009a, 2009b, 2010, 2011 et 2012). Les coûts actuels totaux considérés pour l'achat et l'installation d'une paire de jupes de remorque sont de 1 100 \$ à 1 500 \$ pour une semi-remorque. On considère un coût moyen de 1 300 \$.

Taux de pénétration

Selon les données de de la BNCÉ (2011), on comptait au Québec 70 606 véhicules lourds de classe 8 en 2009, dont on estime la proportion de camions semi-remorques à 24 200.

Selon North American Council for Freight Efficiency (NACFE, 2011), aux États-Unis, le taux de pénétration a grimpé de 20 % en 2009 et à 75 % en 2011. Au Québec, on estime un taux actuel de 20 %.

Taux de pénétration estimé :

- Actuel : 20 %
- Scénarios 2016 : faible 40 %; modéré 50 %; fort 60 %
- Scénarios 2021 : faible 60 %; modéré 70 %; fort 90 %

Résultats

Rentabilité

B18 - Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	3 584,54 \$	3 655,55 \$
Référence	7 759,17 \$	7 830,19 \$
Élevé	12 234,86 \$	12 305,87 \$

Potentiel technique

B18 - Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	20	1	17	1	13
À l'horizon 2021	1	15	0	11	0	4
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	19	1	15	0	12
À l'horizon 2021	0	13	0	10	0	3
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	17	1	14	0	11
À l'horizon 2021	0	12	0	9	0	3
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	51 478	18 031	42 898	15 026	34 318	12 021
À l'horizon 2021	38 099	13 345	28 574	10 009	9 525	3 336
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	61 476	16 658	39 632	13 882	31 705	11 105
À l'horizon 2021	33 844	11 855	25 383	8 891	8 461	2 964
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	61 476	15 347	36 512	12 789	29 210	10 231
À l'horizon 2021	30 515	10 689	22 886	8 016	7 629	2 672

PNEUS À SEMELLE LARGE ET PNEUS À FAIBLE RÉSISTANCE AU ROULEMENT POUR VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 8 (B19; B20)

Description

La résistance au roulement est la force s'opposant au déplacement d'un véhicule, générée par la flexion des pneus au contact de la route; elle peut consommer jusqu'à 70 % de la puissance du moteur à basse vitesse et jusqu'à 40 % à haute vitesse. Chaque diminution de 3 % de la résistance au roulement pourrait permettre une amélioration du rendement en carburant allant jusqu'à 1 % (Bridgestone, 2008; Kenworth, 2008; Goodyear, 2008).

Une façon d'améliorer le rendement serait de remplacer les pneus conventionnels pour roues jumelées par des pneus radiaux simples à semelle large. Cette méthode offre deux avantages principaux : des économies de carburant et de poids. Les pneus à semelle large sont de 30 à 45 kg plus légers par montage qu'un ensemble pour roues jumelées, selon les dimensions des pneus. D'autres économies sont possibles si cette réduction du poids à vide peut permettre une charge utile additionnelle.

Les pneus à faible résistance au roulement constituent une autre approche, avec approximativement 20 % moins de résistance au roulement que les pneus conventionnels (US EPA, 2009e).



Véhicule équipé de pneus larges



Véhicule équipé de pneus à faible résistance au roulement

Champ d'application

Les pneus larges et les pneus à faible résistance au roulement peuvent remplacer les pneus ordinaires sur n'importe quel véhicule lourd, neuf ou existant.

Puisqu'ils utilisent des jantes de type standard, les pneus à faible résistance au roulement peuvent facilement être adaptés à de l'équipement existant, bien que pour les pneus larges il est nécessaire de remplacer les jantes.

Au Québec, un véhicule équipé de pneus à semelle large peut circuler avec pleine charge à l'essieu. Au Canada, la charge autorisée à l'essieu est réduite dans certaines provinces pour les véhicules équipés de pneus larges. Aux États-Unis, sur les autoroutes contrôlées par le gouvernement fédéral, un ensemble typique à essieu tandem avec pneus à semelle large peut circuler avec pleine charge à l'essieu (15 500 kg) dans les 50 états. Pour quelques ensembles n'ayant pas d'essieu tandem, il se peut que les pneus larges ne soient pas conformes dans certains états.

Les pneus à faible résistance au roulement ne sont pas différents des pneus pour roues jumelées sur le plan opérationnel. Ils sont sujets aux mêmes règlements que les pneus de type standard et peuvent circuler avec les mêmes charges à l'essieu partout en Amérique du Nord.

Durée de vie

Les pneus larges s'usent (usure des sculptures) au même rythme qu'un ensemble de pneus pour roues jumelées (en moyenne 200 000 km).

Pour les pneus à faible résistance au roulement, puisque la plus grande partie des économies est le résultat d'un design de sculptures plus efficace, à mesure que les pneus s'usent, l'amélioration de l'économie de carburant diminue jusqu'au point où elle devient nulle. Par conséquent, ces économies ne sont réalisées que pendant la moitié de la durée du pneu: en moyenne 100 000 km.

Économie d'énergie

Les bénéfices des pneus à semelle large et à faible résistance au roulement pour le transport régional et sur longue distance ont été pleinement démontrés. D'après les manufacturiers, les économies opérationnelles de carburant découlant de l'utilisation de pneus à semelle large sont d'au moins 4 %. Des essais sur piste effectués par FPInnovations – Performance Innovations Transport (PIT) durant la campagne Energotest™, à vitesse constante, ont démontré une réduction de 9,7 % de la consommation de carburant comparativement à l'usage de pneus conventionnels pour roues jumelées (Surcel et al., 2009). Comme les camions n'opèrent pas 100 % du temps à pleine vitesse sur grande route, les résultats au cours des opérations devraient être moindres. Par exemple, une observation opérationnelle menée par FPInnovations a montré une amélioration moyenne de 5,11 % en consommation de carburant (Surcel et Jokai, 2010). On considère une économie moyenne en opération de 5 %.

Pour les pneus à faible résistance au roulement, les fabricants allèguent des économies de carburant d'au moins 4 %, selon l'application, comparativement à des pneus normaux. Les tests de consommation de carburant de FPInnovations –

Performance Innovation Transport (PIT) ont démontré une diminution de 2,4 % de la consommation de carburant pour des ensembles camion-remorque équipés de ces pneus sur les essieux moteurs seulement, comparativement à des pneus normaux (Surcel et Michaelsen, 2010). La valeur retenue dans ce cas-ci est de 3 %.

Dans les conditions du Québec, un parcours annuel de 113 000 km est considéré pour un camion semi-remorque de classe 8 (BNCÉ, 2011), dont 91 000 km à vitesse élevée. Toujours selon la BNCÉ (2011), la consommation moyenne de carburant retenue est de 33 L/100 km (vide et chargé). Le facteur de conversion énergétique pour le diesel est de 38,68 GJ/1000 L (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Un pneu simple à semelle large et sa jante coûtent moins cher à l'achat qu'un ensemble de pneus et jantes pour roues jumelées. On peut s'attendre à des économies de l'ordre de 100 à 150 \$ par ensemble (pneu et jante) (selon les gestionnaires de parc de véhicules membres du groupe Performance Innovations Transport (PIT) et les fournisseurs participants aux campagnes d'essais Energotest™ de FPIinnovations – PIT).

Il n'y a pas de période de rentabilisation de l'investissement pour les pneus à faible résistance au roulement parce que leur coût est comparable à celui de pneus réguliers.

Taux de pénétration

Les deux types de pneus prennent une part sans cesse croissante de marché, à mesure qu'un plus grand nombre de manufacturiers introduisent de nouveaux produits et que de nouvelles dimensions deviennent disponibles. Initialement conçus exclusivement pour des applications sur grande route, ces pneus pénètrent désormais de nouveaux marchés, comme le déplacement sur/hors grande route, et le transport des ordures.

Selon les données de de la BNCÉ (2011), on comptait au Québec 70 606 véhicules lourds de classe 8 en 2009, dont on estime la proportion de camions semi-remorques à 24 200.

Pour les pneus larges, selon NACFE (2011), aux États-Unis, le taux de pénétration était de 25 % pour les semi-remorques et de 38 % pour les tracteurs. Au Québec, on estime un taux actuel de 15 %¹⁴.

14 Évalués par FPIinnovations selon leur expertise avec les flottes membres du groupe Performance Innovations Transport

Taux de pénétration estimé :

- Actuel : 15 %
- Scénarios 2016 : faible 25 %; modéré 35 %; fort 45 %
- Scénarios 2021 : faible 35 %; modéré 45 %; fort 55 %

Pour les pneus à faible résistance au roulement, selon NACFE (2011), aux États-Unis, le taux de pénétration était de 76 % pour les tracteurs-semi-remorques. Au Québec, on estime un taux actuel de 35 %.

Taux de pénétration estimé :

- Actuel : 35 %
- Scénarios 2016 : faible 50 %; modéré 60 %; fort 70 %
- Scénarios 2021 : faible 60 %; modéré 70 %; fort 80 %

Résultats

Rentabilité

B19 - Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	10 385,03 \$	10 473,79 \$
Référence	15 603,32 \$	15 692,08 \$
Élevé	21 197,93 \$	21 286,70 \$

B20 - Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	6 231,02 \$	6 284,28 \$
Référence	9 361,99 \$	9 415,25 \$
Élevé	12 718,76 \$	12 772,02 \$

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

B19 - Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	31	1	27	1	23
À l'horizon 2021	1	30	1	26	1	21
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	29	1	25	1	21
À l'horizon 2021	1	27	1	23	1	19
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	27	1	23	1	20
À l'horizon 2021	1	24	1	20	1	17
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	80 434	28 174	69 709	24 417	58 985	20 661
À l'horizon 2021	77 389	27 107	65 483	22 937	53 577	18 767
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	81 647	26 028	64 401	22 558	54 493	19 088
À l'horizon 2021	68 746	24 080	58 170	20 375	47 593	16 671
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	81 647	23 980	59 332	20 782	50 204	17 585
À l'horizon 2021	61 984	21 711	52 448	18 371	42 912	15 031

B20 - Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	13	0	10	0	8
À l'horizon 2021	0	11	0	8	0	6
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	12	0	9	0	7
À l'horizon 2021	0	10	0	7	0	5
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	11	0	9	0	6
À l'horizon 2021	0	9	0	7	0	4
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	32 174	11 269	25 739	9 016	19 304	6 762
À l'horizon 2021	28 574	10 009	21 431	7 507	14 287	5 004
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	37 462	10 411	23 779	8 329	17 834	6 247
À l'horizon 2021	25 383	8 891	19 037	6 668	12 692	4 445
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	37 462	9 592	21 907	7 673	16 430	5 755
À l'horizon 2021	22 886	8 016	17 165	6 012	11 443	4 008

ENSEMBLES AÉRODYNAMIQUES POUR TRACTEURS DE VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 8 (B21)

Description

La traînée aérodynamique augmente considérablement la consommation de carburant d'un tracteur avec semi-remorque. Plus grande est la surface frontale d'un véhicule, plus grande sera la traînée aérodynamique. Il est important, lors de l'achat d'un nouveau véhicule, de rechercher une forme aérodynamique bien pensée (Department of Transport, 2007; Conseil des ministres de l'Énergie, 2009).

Toutefois, il existe une variété d'accessoires complémentaires qui peuvent améliorer grandement l'aérodynamisme. Un ensemble aérodynamique d'équipementiers pour la cabine du tracteur comprend un déflecteur de toit, des déflecteurs latéraux et des rallonges latérales.



Carénages de cabine perfectionnés pour tracteurs à cabine de jour (sans couchette)

Champ d'application

Les ensembles aérodynamiques peuvent être installés sur les tracteurs de classe 8, neufs ou existants, et, comme c'est le cas pour les autres technologies et méthodes en matière d'aérodynamisme, ils conviennent mieux aux activités de transport sur longue distance et régionales, caractérisées par des déplacements plus longs et des vitesses moyennes plus élevées.

Durée de vie

La durée de vie moyenne au Québec est de 8 ans.

Économie d'énergie

Les tests de consommation de carburant de FPIinnovations – Performance Innovation Transport (PIT), effectués sur piste, ont donné des économies de carburant de 16 %. Le résultat s'explique par l'effet de tous les carénages, mais en particulier par celui du déflecteur de cabine, qui empêchait l'air d'être poussé avec force sur une grande partie de la surface avant de la semi-remorque, ce qui a réduit la résistance au mouvement et la traînée aérodynamique (Surcel, 2010b).

Dans les conditions du Québec, un parcours annuel de 113 000 km est considéré pour un camion semi-remorque de classe 8 (BNCÉ, 2011), dont 91 000 km à vitesse élevée. Toujours selon la BNCÉ (2011), la consommation moyenne de carburant retenue est de 33 L/100 km (vide et chargé). Le facteur de conversion énergétique pour le diesel est de 38,68 GJ/1000 L (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Le coût unitaire d'un ensemble aérodynamique est de 1 160 \$, incluant l'installation, selon les renseignements fournis par les concessionnaires et membres PIT.

Taux de pénétration

Selon les données de de la BNCÉ (2011), on comptait au Québec 70 606 véhicules lourds de classe 8 en 2009, dont on estime la proportion de camions semi-remorques à 24 200.

Selon NACFE (2011), aux États-Unis, le taux de pénétration était de 96 % en 2011. Au Québec, on estime un taux actuel de 50 %.

Taux de pénétration estimé :

- Actuel : 50 %
- Scénarios 2016 : faible 60 %; modéré 70 %; fort 80 %
- Scénarios 2021 : faible 80 %; modéré 90 %; fort 100 %

Résultats

Rentabilité

B21 - Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	31 344,30 \$	31 628,34 \$
Référence	48 042,83 \$	48 326,87 \$
Élevé	65 945,59 \$	66 229,63 \$

Potentiel technique

B21 - Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	53	2	40	1	27
À l'horizon 2021	1	30	1	15	0	0
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	49	1	37	1	25
À l'horizon 2021	1	26	0	13	0	0
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	46	1	34	1	23
À l'horizon 2021	1	24	0	12	0	0
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	137 274	48 083	102 955	36 062	68 637	24 042
À l'horizon 2021	76 198	26 690	38 099	13 345	0	0
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	153 689	44 422	95 116	33 316	63 411	22 211
À l'horizon 2021	67 688	23 709	33 844	11 855	0	0
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	153 689	40 925	87 629	30 694	58 419	20 463
À l'horizon 2021	61 030	21 377	30 515	10 689	0	0

GROUPES AUXILIAIRES DE PUISSANCE POUR VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 8 (APU) (B22)

Description

Faire tourner le moteur d'un camion au ralenti est une pratique répandue chez plusieurs conducteurs. L'American Trucking Association (ATA) rapporte que le temps de ralenti-moteur atteint six heures par jour, et une étude de Caterpillar indique qu'un camion de catégorie 8 tourne au ralenti jusqu'à 1 800 heures par année (Gaines et al., 2006; NALGEP, 2005).

Un groupe d'auxiliaires de puissance (APU) est essentiellement une petite génératrice AC entraînée par un moteur diesel ou à essence. La puissance électrique peut être utilisée pour alimenter des systèmes auxiliaires tels que des climatiseurs, chaufferettes, éclairage et dispositifs de divertissement (Ginn et al., 2004).



APU testé durant la campagne Energotest™

Champ d'application

L'APU peut être commandé en option à l'achat d'un nouveau camion, ou adapté à un camion plus ancien.

La clientèle ciblée est le transport sur grande distance effectué par des tracteurs - semi-remorques. Ce type d'appareil est des plus appropriés quand une puissance électrique élevée est requise ou pour le transport spécialisé (entreposage réfrigéré). Un APU convient mieux pour de longs trajets sur grande route, alors que le camion part pendant des périodes prolongées et opère dans des régions où il faut fréquemment recourir à la climatisation et au chauffage.

Durée de vie

La durée de vie dépend de l'application et du modèle. La durée de vie moyenne au Québec est de 5 ans.

Économie d'énergie

Les tests de consommation de carburant effectués avec deux APU par FPIinnovations – Performance Innovation Transport (PIT), au ralenti, avec le véhicule stationné, ont trouvé que leur consommation était de 1,0 L/h, bien que la consommation de carburant du moteur diesel d'un camion tournant au ralenti soit de 3–4 L/h (Surcel, 2009b). On considère une consommation de carburant moyenne de 3,5 L/h pour le moteur du camion et de 1,0 L/h pour l'APU, donc une économie de 70 % par heure de fonctionnement. Dans les conditions propres au Québec, on considère que le tracteur est utilisé 200 jours par année avec 6 heures de ralenti-moteur non nécessaire par jour. Le facteur de conversion énergétique pour le diesel est de 38,68 GJ/1000 L (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Le coût d'achat de l'APU est d'environ 8 500 \$ par unité¹⁵.

Taux de pénétration

Selon les données de de la BNCÉ (2011), on comptait au Québec 70 606 véhicules lourds de classe 8 en 2009, dont on estime la proportion de camions semi-remorques à 24 200.

Selon NACFE (2011), aux États-Unis, le taux de pénétration était de 14 % en 2011. Au Québec, on estime un taux actuel de 15 %.

Taux de pénétration estimé :

- Actuel : 15 %
- Scénarios 2016 : faible 25 %; modéré 30 %; fort 35 %
- Scénarios 2021 : faible 30 %; modéré 40 %; fort 50 %

15 Évalués par FPIinnovations selon leur expertise avec les flottes membres du groupe Performance Innovations Transport et les fabricants des APU.

Résultats

Rentabilité

B22 - Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	1 176,45 \$	1 354,01 \$
Référence	11 615,25 \$	11 792,81 \$
Élevé	22 806,86 \$	22 984,43 \$

Potentiel technique

B22 - Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	6	159	6	148	5	138
À l'horizon 2021	6	164	5	141	4	117
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	6	147	5	137	5	127
À l'horizon 2021	5	146	5	125	4	104
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	5	135	5	126	4	117
À l'horizon 2021	5	132	4	113	4	94
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	407 422	142 709	380 261	133 195	353 099	123 681
À l'horizon 2021	422 153	147 868	361 846	126 744	301 538	105 620
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	413 569	131 842	351 306	123 053	326 213	114 263
À l'horizon 2021	375 005	131 354	321 433	112 589	267 861	93 824
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	413 569	121 464	323 653	113 367	300 535	105 269
À l'horizon 2021	338 118	118 433	289 815	101 514	241 513	84 595

VÉHICULES DE LIVRAISON HYBRIDES POUR VÉHICULES LOURDS DE CLASSES 3 À 7 (B23)

Description

Les véhicules hybrides utilisent une seconde source d'énergie en plus de l'essence ou du diesel, en l'occurrence l'électricité. Les véhicules hybrides utilisent des systèmes de freinage à récupération, ce qui leur permet de récupérer une partie de l'énergie cinétique normalement perdue au freinage. Cette énergie représente jusqu'à 40 % de la puissance d'un moteur et elle peut être stockée sous forme d'énergie électrique dans une batterie, ou d'énergie hydraulique dans un accumulateur hydraulique. Ces dispositifs peuvent aussi être chargés par le moteur principal dans certains cas. L'énergie est ensuite réutilisée pour alimenter un moteur auxiliaire qui assiste le moteur principal dans certaines conditions (pour démarrer, grimper une côte, etc.), pour alimenter des systèmes auxiliaires (chauffage – ventilation – climatisation) ou lors de la prise de force. Le système hybride de freinage à récupération aide aussi à prévenir la perte d'efficacité des freins et leur usure excessive (Eaton Corporation, 2007; Kendall, 2009; National Research Council, 2010 et 2011, TMC, 2006).



Camion réfrigéré hybride (diesel-électricité) de classe 7 d'Agropur pendant les essais sur piste

Champ d'application

Les systèmes hybrides sont applicables aux véhicules neufs, soit à des applications urbaines où les régimes d'utilisation sont caractérisés par des arrêts et des départs fréquents, car ils offrent beaucoup de possibilités de récupération et de recyclage de l'énergie de freinage, comme dans des activités de livraison (US EPA, 2009b).

Durée de vie

La durée de vie est la même que pour un véhicule conventionnel (en moyenne de 12 à 15 ans pour un camion de classe 7). La durée de vie des batteries actuelles est de 7 à 10 ans (National Research Council, 2010; Robert, 2007).

Économie d'énergie

En conduite urbaine, les véhicules hybrides de classes 3 à 7 ont montré une amélioration globale de la consommation de carburant pouvant atteindre 40 % lors d'activités de cueillette et de livraison, et 50 % pour les services publics. Des essais effectués par FPInnovations avec des véhicules hybrides de classe 7, exploités par Agropur, par la Société des alcools du Québec (SAQ) et par le Centre de gestion de l'équipement roulant (CGER) ont donné lieu à des économies d'énergie allant jusqu'à 35 % comparativement aux véhicules conventionnels (Proust et Surcel, 2012).

Pour un véhicule de catégorie 3 à 7, selon la BNCÉ (2011), on considère un parcours annuel moyen de 24 415 km, avec une consommation moyenne pour un camion conventionnel de 24,4 L/100 km et une économie moyenne d'un camion hybride de 34 %. Le facteur de conversion énergétique pour l'essence est de 34,66 GJ/1000 L et de 38,68 GJ/1000 L pour le diesel (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Le coût global pris en compte dans l'étude correspond au surcoût d'achat de 35 000 \$ pour un véhicule de livraison de catégorie 7.

Taux de pénétration

Selon BNCÉ (2011), on comptait environ 114 876 camions de catégories 3 à 7 au Québec en 2009.

Taux de pénétration estimé pour les véhicules hybrides de catégories 3 à 7¹⁶ :

- Actuel : moins de 1 %
- Scénarios 2016 : faible 2 %; modéré 4 %; fort 6 %
- Scénarios 2021 : faible 8 %; modéré 10 %; fort 12 %

16 Taux de pénétration évalués par FPInnovations en considérant CALSTART (2010), Davis et al. (2011), Frost & Sullivan (2009).

Résultats

Rentabilité

B23 - Véhicules commerciaux hybrides (classes 3 à 7)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(21 002,64 \$)	(20 883,01 \$)
Référence	(13 969,23 \$)	(13 849,59 \$)
Élevé	(6 428,59 \$)	(6 308,95 \$)

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

B23 - Véhicules commerciaux hybrides (classes 3 à 7)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	8	205	8	201	7	196
À l'horizon 2021	8	213	8	209	8	204
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	7	189	7	185	7	181
À l'horizon 2021	7	190	7	185	7	181
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	7	174	6	171	6	167
À l'horizon 2021	6	171	6	167	6	163
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	525 635	184 115	514 908	180 358	504 180	176 600
À l'horizon 2021	547 815	191 884	535 906	187 713	523 997	183 542
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	475 597	170 096	475 700	166 625	465 790	163 153
À l'horizon 2021	486 633	170 454	476 054	166 748	465 475	163 043
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	475 597	156 707	438 255	153 509	429 125	150 311
À l'horizon 2021	438 766	153 687	429 227	150 346	419 689	147 005

SYSTÈMES DE BÂCHE POUR CAMIONS ET SEMI-REMORQUES À BENNE DE CLASSE 8 (B24; B25)

Description

Le fait de sceller le dessus de la boîte d'une remorque ouverte améliore son aérodynamisme et empêche l'air d'être forcé contre le hayon arrière de la benne, réduisant ainsi la résistance au mouvement et la traînée aérodynamique (Department of Transport, 2007).



Système de bâche sur une semi-remorque à benne



Système de bâche sur un camion à benne

Champ d'application

L'installation de systèmes de bâche sur des camions et des remorques à benne ouvertes est applicable aux véhicules neufs et existants, mais ce dispositif serait plus efficace pour des voyages plus longs et à des vitesses moyennes plus élevées.

Durée de vie

La durée de vie moyenne d'un système de bâche est de 4 ans.

Économie d'énergie

FPIinnovations a mené des essais sur piste pour évaluer l'influence sur la consommation de carburant de camions à benne et de tracteurs tirant des semi-remorques à benne, non chargés, quand les boîtes vides sont scellées par un système de bâche. Les essais ont montré des économies de carburant de 8,8 % pour un camion, de 13,8 % pour une semi-remorque à benne de 44 pi, et de 14,9 % pour une semi-remorque à benne de 53 pi (Surcel, 2009b et 2010). On considère une économie moyenne de 14 % pour les semi-remorques et de 8 % pour les camions porteurs.

La consommation moyenne de carburant considérée est de 41 L/100 km pour les tracteurs tirant des semi-remorques à benne et de 42 L/100 km pour les camions porteurs à benne, selon les essais de FPInnovations. Selon la BNCÉ (2011), dans les conditions connues au Québec, on considère un parcours annuel de 113 008 km pour les camions de classe 8, dont 91 000 km à vitesse élevée. Comme il s'agit de véhicules de transport de produits en vrac, on assume que 50 % des voyages sont effectués à vide. Les toiles testées ont donc un impact sur 45 500 km. Le facteur de conversion énergétique pour le diesel est de 38,68 GJ/1000 L (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Les systèmes testés étaient actionnés par des moteurs électriques. Par conséquent, le coût additionnel des systèmes mécanisés de bâche comparativement aux systèmes de bâche ordinaires doit être considéré, tant pour le camion (2 800 \$) que pour la semi-remorque (3 500 \$)¹⁷.

Taux de pénétration

Selon les dernières données disponibles de Statistique Canada (2010), en 2010, on comptait 4 407 semi-remorques spécialisées au Québec, et nous avons supposé qu'environ la moitié (2 200) était des semi-remorques à benne. Selon les dernières données disponibles de Statistique Canada, on comptait 8 000 camions porteurs lourds au Québec, et nous avons supposé qu'environ la moitié (4 000) était des camions à benne.

Taux de pénétration estimé pour les semi-remorques à benne :

- Actuel : 10 %
- Scénarios 2016 : faible 15 %; modéré 20 %; fort 30 %
- Scénarios 2021 : faible 25 %; modéré 35 %; fort 40 %

Taux de pénétration estimé pour les camions à benne :

- Actuel : 10 %
- Scénarios 2016 : faible 15 %; modéré 20 %; fort 30 %
- Scénarios 2021 : faible 25 %; modéré 35 %; fort 40 %

¹⁷ Déterminés par FPInnovations selon leur expertise avec les flottes membres du groupe Performance Innovations Transport (PIT) et les fournisseurs participants aux campagnes d'essais Energotest™ de FPInnovations – P.I.T

Résultats

Rentabilité

B24 - Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	2 420,55 \$	2 511,04 \$
Référence	7 740,17 \$	7 830,65 \$
Élevé	13 443,41 \$	13 533,90 \$

B25 - Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	7 877,92 \$	8 032,50 \$
Référence	16 965,60 \$	17 120,18 \$
Élevé	26 708,64 \$	26 863,22 \$

Potentiel technique

B24 - Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	5	0	5	0	4
À l'horizon 2021	0	5	0	4	0	4
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	4	0	4	0	4
À l'horizon 2021	0	4	0	4	0	3
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	4	0	4	0	3
À l'horizon 2021	0	4	0	3	0	3
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	12 369	4 332	11 641	4 078	10 186	3 568
À l'horizon 2021	12 116	4 244	10 500	3 678	9 693	3 395
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	11 730	4 003	10 755	3 767	9 410	3 296
À l'horizon 2021	10 763	3 770	9 328	3 267	8 610	3 016
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	11 730	3 687	9 908	3 471	8 670	3 037
À l'horizon 2021	9 704	3 399	8 410	2 946	7 763	2 719

B25 - Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	5	0	4	0	4
À l'horizon 2021	0	4	0	4	0	4
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	4	0	4	0	3
À l'horizon 2021	0	4	0	3	0	3
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	4	0	4	0	3
À l'horizon 2021	0	4	0	3	0	3
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	11 621	4 071	10 938	3 831	9 571	3 352
À l'horizon 2021	11 384	3 987	9 866	3 456	9 107	3 190
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	11 021	3 761	10 105	3 539	8 842	3 097
À l'horizon 2021	10 113	3 542	8 764	3 070	8 090	2 834
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	11 021	3 465	9 310	3 261	8 146	2 853
À l'horizon 2021	9 118	3 194	7 902	2 768	7 294	2 555

DÉFLECTEURS ARRIÈRES POUR REMORQUE POUR VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 8 (B26)

Description

Les déflecteurs arrière pour remorque sont des dispositifs aérodynamiques installés à l'arrière de la remorque. Ils consistent en des panneaux rallongeant la semi-remorque qui réduisent la traînée aérodynamique et qui améliorent l'efficacité énergétique de la combinaison tracteur-remorque (Conseil des ministres d'énergie, 2009; Surcel 2010).



Véhicule équipé de déflecteur arrière pour remorque

Champ d'application

Pour les véhicules existants, les déflecteurs arrières de remorque sont utilisés sur les semi-remorques tandem ou tridem des ensembles tracteurs-remorques de classe 8. Ils conviennent mieux aux activités de transport sur longue distance et régionales, caractérisées par des déplacements plus longs et des vitesses moyennes plus élevées. Comme ils rendent les remorques plus efficaces au plan de l'aérodynamisme, les avantages maximaux ne se concrétisent qu'à des vitesses de croisière élevées (Surcel, 2010b).

Durée de vie

La durée de vie des déflecteurs arrière pour remorque dépend de l'application et du modèle. La durée de vie moyenne au Québec est de 3 ans.

Économie d'énergie

Des essais effectués par FPIInnovations-Performance Innovation Transport (PIT) au cours des dernières années ont confirmé les possibilités offertes par cette méthode. Des dispositifs rigides de 1,25 m et de 0,75 m de longueur ont respectivement fait la démonstration d'économies de carburant de 5,1 % et de 2,6 %. Ces tests ont aussi permis d'observer que ces dispositifs sont plus efficaces quand leur surface est plus importante. On considère une économie de 2,6 %, pour des dispositifs qui répondent aux règlements canadiens en vigueur (Surcel et al., 2009).

Dans les conditions propres au Québec, on considère un parcours annuel de 113 008 km (BNCÉ, 2011) pour un camion semi-remorque de classe 8, dont 91 000 km à vitesse élevée. La consommation moyenne de carburant considérée est de 33 L/100 km (vide et chargé). Le facteur de conversion énergétique pour le diesel est de 38,68 GJ/1000 L (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Le coût d'un déflecteur est de 1 500 \$ (installé)¹⁸.

Taux de pénétration

Selon les données de la BNCÉ (2011), on comptait au Québec 70 606 véhicules lourds de classe 8 en 2009, dont on estime à 24 200 le nombre de camions semi-remorques.

Selon NACFE (2011), aux États-Unis, le taux de pénétration était de 1 % en 2011. Au Québec, on estime un taux actuel de moins de 0,01 %, mais il y a des amendements proposés aux règlements qui permettraient l'installation de déflecteurs arrière plus longs et plus efficaces, ce qui favoriserait l'adoption de la technologie par l'industrie.

Taux de pénétration estimé :

- Actuel : moins de 0,01 %
- Scénarios 2016 : faible 3 %; modéré 5 %; fort 7 %
- Scénarios 2021 : faible 7 %; modéré 10 %; fort 15 %

¹⁸ Déterminés par FPIInnovations selon leur expertise avec les flottes membres du groupe Performance Innovations Transport (PIT) et les fournisseurs participants aux campagnes d'essais Energotest™ de FPIInnovations – PIT.

Résultats

Rentabilité

B26 - Déflecteurs arrière pour remorque (boat tails) pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(49,95 \$)	(3,80 \$)
Référence	2 663,56 \$	2 709,71 \$
Élevé	5 572,75 \$	5 618,91 \$

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

B26 - Déflecteurs arrière pour remorque (boat tails) pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	21	1	21	1	20
À l'horizon 2021	1	22	1	22	1	20
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	19	1	19	1	19
À l'horizon 2021	1	20	1	19	1	18
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	18	1	18	1	17
À l'horizon 2021	1	18	1	17	1	16
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	54 094	18 948	52 979	18 557	51 864	18 166
À l'horizon 2021	57 577	20 168	55 720	19 517	52 625	18 433
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	49 944	17 505	48 945	17 144	47 915	16 783
À l'horizon 2021	51 147	17 915	49 497	17 337	46 747	16 374
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	49 944	16 127	45 092	15 795	44 143	15 462
À l'horizon 2021	46 116	16 153	44 628	15 632	42 149	14 764

RÉGULATEURS DE PUISSANCE DU MOTEUR POUR VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 8 (B27)

Description

Des dispositifs électroniques sont utilisés pour régler efficacement la puissance disponible d'un moteur en relation avec la charge transportée par un camion lourd, dans le but de réduire sa consommation de carburant. Ces dispositifs sont installés entre la pédale d'accélération et le module de commande du moteur (ECM) et contrôlent la puissance du moteur disponible au conducteur. Pour ce faire, le dispositif lit la charge du véhicule en temps réel et limite la puissance maximale du moteur d'après la configuration déterminée par l'utilisateur. Le logiciel de programmation fourni avec le dispositif permet de configurer ou de modifier les paramètres contrôlant la puissance disponible relativement à la charge. Selon l'application, il faut considérer d'autres implications possibles de l'utilisation du dispositif, par exemple sur la capacité en situation de montée, de dépassement et de démarrage (Surcel, 2010a).

Champ d'application

Les dispositifs s'appliquent aux véhicules lourds de type tracteur semi-remorque de classe 8.

Durée de vie

La durée de vie moyenne est de 5 ans.

Économie d'énergie

Les essais effectués sur piste par FPInnovations-Performance Innovation Transport (PIT) ont montré des économies de carburant de 5 % dans les conditions propres au Québec (Surcel, 2010a). Selon la BNCE (2011), on considère un parcours annuel de 113 008 km pour un camion semi-remorque de classe 8. La consommation moyenne de carburant considérée est de 33 L/100 km. La valeur retenue pour l'économie de carburant est de 5 % et le facteur de conversion énergétique pour le diesel, de 38,68 GJ/1000 L (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Le coût d'un régulateur incluant l'installation est de 1 500 \$¹⁹.

¹⁹ Déterminé par FPInnovations selon leur expertise avec les fournisseurs participants aux campagnes d'essais EnergotestTM de FPInnovations – PIT

Taux de pénétration

Selon les données de la BNCÉ (2011), on comptait au Québec 70 606 véhicules lourds, dont on estime à 24 200 le nombre de camions semi-remorques.

Taux de pénétration estimé²⁰ :

- Actuel : 3 %
- Scénarios 2016 : faible 10 %; modéré 15 %; fort 20 %
- Scénarios 2021 : faible 15 %; modéré 20 %; fort 25 %

²⁰ Déterminés par FPInnovations selon leur expertise avec les flottes membres du groupe Performance Innovations Transport (PIT) et les fournisseurs participants aux campagnes d'essais Energotest™ de FPInnovations – PIT

Résultats

Rentabilité

B27 - Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	9 438,13 \$	9 548,36 \$
Référence	15 918,44 \$	16 028,67 \$
Élevé	22 866,09 \$	22 976,32 \$

Potentiel technique

B27 - Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	38	1	36	1	33
À l'horizon 2021	1	39	1	37	1	35
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	35	1	33	1	31
À l'horizon 2021	1	35	1	33	1	31
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	32	1	30	1	28
À l'horizon 2021	1	32	1	30	1	28
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	96 521	33 808	91 158	31 930	85 796	30 052
À l'horizon 2021	101 201	35 448	95 248	33 363	89 295	31 278
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	93 174	31 234	84 217	29 499	79 263	27 764
À l'horizon 2021	89 898	31 489	84 610	29 637	79 322	27 784
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	93 174	28 776	77 588	27 177	73 024	25 578
À l'horizon 2021	81 056	28 391	76 288	26 721	71 520	25 051

BOÎTES EN MATÉRIAUX LÉGERS POUR CAMIONS FOURGONS DE CLASSES 3 À 7 (B28)

Description

Le poids du véhicule est le facteur le plus déterminant pour la perte d'énergie du véhicule et la moitié de la consommation de carburant d'un véhicule est en rapport avec son poids. De plus, la réduction du poids à vide d'un véhicule peut se traduire par une augmentation de la charge utile, améliorant l'efficacité du transport de marchandises. Il a été estimé qu'une réduction de 1 800 kg du poids à vide non seulement réduirait la résistance au roulement d'au moins 5 %, mais améliorerait également l'efficacité de freinage. En supposant que le véhicule transporte une pleine charge, une réduction de 10 % du poids à vide se traduirait par une amélioration de 5 % en productivité (par unité de charge transportée, intensité énergétique). L'acier peut être remplacé par des matériaux non métalliques, tels que les plastiques et les composites. Les avantages sont une réduction du poids à vide, un entretien moindre, un aspect amélioré et la résistance à la rouille. Les formes qui sont impossibles ou coûteuses à produire à partir de feuilles de métal peuvent facilement être obtenues en utilisant des composites (National Academy of Science, 2010; US DOE, 2006b; US EPA, 2009h).



Fourgon en matériaux légers testé durant la campagne Energotest™

Champ d'application

Pour les véhicules neufs, l'objectif de la technologie est de réduire le poids à vide du véhicule et, par conséquent, d'augmenter la charge utile ou de réduire la consommation globale de carburant pour les camions porteurs de type fourgon.

Durée de vie

La durée de vie est de 8 ans pour une boîte en matériaux légers d'un camion fourgon.

Économie d'énergie

Des essais sur piste effectués par FPInnovations-Performance Innovation Transport (PIT) avec des camions porteurs fourgons ont démontré une économie de carburant de 5,9 % (Surcel, 2010b). Selon la BNCÉ (2011), on considère un parcours annuel moyen de 24 415 km, avec une consommation moyenne de 24,4 L/100 km. La valeur retenue pour l'économie de carburant est de 5,9 %.

Le facteur de conversion énergétique pour l'essence est de 34,66 GJ/1000 L et de 38,68 GJ/1000 L pour le diesel (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Le coût additionnel pour un camion porteur fourgon est estimé à 4 500 \$²¹.

Taux de pénétration

Selon la BNCÉ (2011), on comptait environ 114 876 camions de classes 3 à 7 au Québec en 2009.

Taux de pénétration estimé²² :

- Actuel : 3 %
- Scénarios 2016 : faible 5 %; modéré 10 %; fort 15 %
- Scénarios 2021 : faible 10 %; modéré 17 %; fort 25 %

²¹ Déterminés par FPInnovations selon leur expertise avec les fournisseurs participants aux campagnes d'essais Energotest™ de FPInnovations – PIT.

²² Déterminés par FPInnovations selon leur expertise avec les flottes membres du groupe Performance Innovations Transport (PIT).

Résultats

Rentabilité

B28 - Matériaux légers pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(4 894,40 \$)	(4 873,64 \$)
Référence	(3 673,90 \$)	(3 653,14 \$)
Élevé	(2 365,38 \$)	(2 344,62 \$)

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

B28 - Matériaux légers pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	34	1	33	1	31
À l'horizon 2021	1	36	1	33	1	30
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	32	1	30	1	28
À l'horizon 2021	1	32	1	30	1	27
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	29	1	28	1	26
À l'horizon 2021	1	29	1	27	1	24
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	88 421	30 971	83 767	29 341	79 113	27 711
À l'horizon 2021	92 996	32 574	85 763	30 040	77 496	27 145
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	80 863	28 613	77 389	27 107	73 089	25 601
À l'horizon 2021	82 609	28 936	76 184	26 685	68 841	24 113
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	80 863	26 361	71 297	24 973	67 336	23 586
À l'horizon 2021	74 484	26 089	68 690	24 060	62 070	21 741

SEMI-REMORQUES PLATEFORMES DE 53 PI EN ALUMINIUM POUR VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 8 (B29)

Description

Il y a présentement une demande importante pour l'augmentation de la capacité de transport des véhicules lourds de type tracteur semi-remorque et pour la réduction des coûts d'exploitation. L'utilisation de matériaux légers pour les remorques, tels que l'aluminium au lieu de l'acier standard, permet de réduire la masse à vide du véhicule (National Academy of Science, 2010; US DOE, 2006b; US EPA, 2009).



Remorque en aluminium testée durant la campagne Energotest™

Champ d'application

Ce type de dispositif s'applique à des semi-remorques neuves, l'objectif de la technologie étant de réduire le poids à vide du véhicule et, par conséquent, d'augmenter la charge utile ou de réduire la consommation globale de carburant des semi-remorques de type plateforme pour les tracteurs de classe 8.

Durée de vie

La durée de vie moyenne au Québec est de 10 ans.

Économie d'énergie

Des essais comparatifs effectués par FPIInnovations-Performance Innovation Transport (PIT) avec des semi-remorques plateformes chargées, en aluminium et conventionnelles en acier, ont montré une économie de 7,47 % (Surcel, 2010b). Selon la BNCÉ (2011), dans les conditions connues au Québec, on considère un parcours annuel de 113 008 km pour un camion semi-remorque de classe 8. La consommation moyenne de carburant considérée est de 33 L/100 km. La valeur retenue pour l'économie de carburant est de 7,5 %, avec un facteur de conversion énergétique pour le diesel de 38,68 GJ/1000 L (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Le coût additionnel pour une semi-remorque plateforme est estimé à 7 000 \$²³.

Taux de pénétration

Selon les dernières données disponibles de Statistique Canada, en 2010, on comptait 4 407 semi-remorques spécialisées au Québec, et nous avons supposé qu'environ 1 500 étaient des semi-remorques de type plateforme.

Taux de pénétration estimé²⁴ :

- Actuel : 2 %
- Scénarios 2016 : faible 7 %; modéré 10 %; fort 15 %
- Scénarios 2021 : faible 10 %; modéré 15 %; fort 20 %

²³ Déterminés par FPInnovations selon leur expertise avec les fournisseurs participants aux campagnes d'essais Energotest™ de FPInnovations – PIT.

²⁴ Déterminés par FPInnovations selon leur expertise avec avec les flottes membres du groupe Performance Innovations Transport (PIT).

Résultats

Rentabilité

B29 - Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	8 201,63 \$	8 366,97 \$
Référence	17 922,10 \$	18 087,44 \$
Élevé	28 343,57 \$	28 508,91 \$

Potentiel technique

B29 - Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	4	0	3	0	3
À l'horizon 2021	0	4	0	4	0	3
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	3	0	3	0	3
À l'horizon 2021	0	3	0	3	0	3
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	3	0	3	0	3
À l'horizon 2021	0	3	0	3	0	3
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	9 273	3 248	8 974	3 143	8 475	2 969
À l'horizon 2021	9 963	3 490	9 409	3 296	8 856	3 102
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	8 752	3 001	8 291	2 904	7 830	2 743
À l'horizon 2021	8 850	3 100	8 358	2 928	7 867	2 755
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	8 752	2 765	7 638	2 675	7 214	2 527
À l'horizon 2021	7 979	2 795	7 536	2 640	7 093	2 484

FOURGONS ÉCOÉNERGÉTIQUES RÉFRIGÉRÉS ÉCO-ÉNERGÉTIQUES POUR VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 7 (B30)

Description

Si on les compare aux fourgons classiques, qui ont des structures avec des joints en aluminium et en acier avec un intérieur isolé d'uréthane giclé, les fourgons éco-énergétiques sont entièrement construits de panneaux sandwich en polyuréthane de haute densité, sans aucun joint intérieur ou extérieur (sommier, poteau ou traverse). Cette construction élimine les ponts thermiques qui favorisent le transfert de chaleur. Par conséquent, l'unité de réfrigération consomme moins d'énergie. Il faut cependant mentionner que la mousse polyuréthane giclée (telle que celle utilisée pour le fourgon conventionnel) perd de son efficacité avec le temps. Par contre, pour les panneaux sandwich utilisés pour le fourgon éco-énergétique, la résistivité thermique demeure constante dans le temps. Ceci représente un autre avantage significatif, qui se traduirait en économies de carburant plus importantes dans le temps (Barnitt et al., 2009; Bomberg et Kumaran, 1999).



Fourgon réfrigéré écoénergétique

Champ d'application

Surtout utilisée pour des véhicules neufs, l'objectif de la technologie est de réduire le transfert de chaleur et, par conséquent, de réduire la consommation globale de carburant de l'unité de réfrigération pour les camions porteurs de type fourgon réfrigéré de classe 7.

Durée de vie

La durée de vie est de 12 à 15 ans, comme pour un camion classe 7.

Économie d'énergie

Des essais de consommation effectués par FPInnovations dans une chambre climatique ont montré une économie de carburant de 9,6 %, comparativement au fourgon conventionnel. En exploitation normale du véhicule, où les effets du réchauffement du plafond et du réchauffement du plancher sont très importants, le fourgon éco-énergétique montre des avantages supplémentaires. La valeur retenue pour l'économie de carburant est de 9,6 % (Surcel, 2011). Selon la BNCÉ (2011), dans les conditions connues au Québec, on considère un parcours annuel de 24 415 km pour un camion de classe 7. La consommation moyenne de carburant considérée est de 24,4 L/100 km. Le facteur de conversion énergétique pour le diesel est de 38,68 GJ/1000 L (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Le coût additionnel de la boîte éco-énergétique pour un camion porteur fourgon réfrigéré de classe 7 est de 8 000 \$, comparativement à la boîte conventionnelle²⁵.

Taux de pénétration

Selon la BNCÉ (2011), on comptait environ 114 876 camions de classes 3 à 7 au Québec en 2009, parmi lesquels on estime environ 2 000 fourgons réfrigérés, selon les renseignements fournis par les manufacturiers de ce type de fourgon.

Taux de pénétration estimé²⁶ :

- Actuel : 3 %
- Scénarios 2016 : faible 5 %; modéré 8 %; fort 11 %
- Scénarios 2021 : faible 8 %; modéré 11 %; fort 15 %

²⁵ Déterminés par FPInnovations selon leur expertise avec les fournisseurs.

²⁶ Déterminés par FPInnovations selon leur expertise avec les fournisseurs et les membres du groupe Performance Innovations Transport (PIT).

Résultats

Rentabilité

B30 - Fourgon réfrigéré éco-énergétique véhicules commerciaux (classe 7)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(4 047,81 \$)	(4 014,03 \$)
Référence	(2 061,90 \$)	(2 028,12 \$)
Élevé	67,22 \$	101,00 \$

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

B30 - Fourgon réfrigéré éco-énergétique véhicules commerciaux (classe 7)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	1	0	1	0	1
À l'horizon 2021	0	1	0	1	0	1
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	1	0	1	0	1
À l'horizon 2021	0	1	0	1	0	1
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	1	0	1	0	1
À l'horizon 2021	0	1	0	1	0	1
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2 580	904	2 499	875	2 417	847
À l'horizon 2021	2 774	972	2 684	940	2 563	898
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2 360	835	2 309	809	2 233	782
À l'horizon 2021	2 464	863	2 384	835	2 277	798
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2 360	769	2 127	745	2 058	721
À l'horizon 2021	2 222	778	2 149	753	2 053	719

MOTEURS À GAZ NATUREL COMPRIMÉ (GNC) ET LIQUÉFIÉ (GNL) POUR VÉHICULES LOURDS DE CLASSES 3 À 8 (B31; B32)

Description

Le gaz naturel constitue une solution plus écologique que d'autres carburants et il peut être entreposé à bord des véhicules, à l'état de gaz naturel comprimé (GNC) dans des réservoirs sous haute pression, ou sous forme de gaz naturel liquéfié (GNL) dans des réservoirs isolants spéciaux refroidis de façon cryogénique (Bradley, 2010; FPInnovations, 2007 et 2010a).



Camion au GNL (courtoisie de Westport Innovations)

Champ d'application

Les moteurs au GNC fonctionnent selon le cycle Otto (allumage commandé) et sont utilisés dans des véhicules de classes 3 à 7 (poids moyens) et de rayon d'action plus court, qui sont alimentés à un point central, comme les camions à ordures, les bétonnières, les camions porteurs et les autobus. Les camions diesel maintenant en usage peuvent être convertis pour des véhicules bicarburants. Les nouveaux véhicules peuvent être construits pour fonctionner uniquement au GNC (Tinham, 2010; Transports Canada, 2010 et 2012; Metropolitan Utilities District, 2011).

Les systèmes d'alimentation au GNL sont utilisés sur des véhicules neufs : l'installation sur des véhicules existants, bien que théoriquement possible, n'est pas techniquement et économiquement faisable. Ils sont généralement installés sur des véhicules lourds (classe 8) ayant un rayon d'action opérationnel élevé. La majorité des moteurs au GNL pour véhicules lourds ont besoin de diesel servant à l'injection pilote et lors de la marche au ralenti (environ 5 % du carburant consommé), mais en fonctionnement normal ces moteurs utilisent du gaz naturel (environ 95 % du carburant consommé) (Tinham, 2010; Transports Canada, 2010 et 2012; Metropolitan Utilities District, 2011; US EPA, 2002).

Durée de vie

La durée de vie estimée est similaire à celle des véhicules conventionnels, soit de 12 à 15 ans.

Économie d'énergie

Selon Metropolitan Utilities District (2011), les véhicules fonctionnant au gaz naturel ont la même efficacité énergétique que les modèles à diesel similaires. Durant le processus de combustion, le gaz naturel émet 25 % moins de GES et le moteur produit jusqu'à 50 % moins de bruit. L'utilisation du gaz naturel comme carburant permet des économies monétaires totales de fonctionnement de 20 %. Ces économies varient selon l'évolution relative des prix du gaz naturel et du diesel. L'économie de carburant pétrolière est d'au moins 90 %, mais il n'y a pas d'économie en termes d'énergie équivalente, le carburant pétrolier étant entièrement remplacé par du gaz naturel.

Dans les conditions propres au Québec, selon la BNCÉ (2011), on considère un parcours annuel de 113 008 km pour un camion semi-remorque de classe 8, avec une consommation de 33 L/100 km, et un parcours de 24 415 km pour les camions de classes 3 à 7, jumelé à une consommation moyenne de 24,4 L/100 km. Le facteur de conversion énergétique pour l'essence est de 34,66 GJ/1000 L et de 38,68 GJ/1000 L pour le diesel (selon le MRNF, 2012).

Coûts

En raison des faibles volumes de production, les véhicules au gaz naturel coûtent plus cher que les véhicules au diesel.

Pour les véhicules lourds neufs fonctionnant au GNC seulement, le surcoût est d'environ 40 000 \$ et le coût pour convertir un véhicule existant en véhicule bicarburant est de 20 000 à 35 000 \$. Pour les véhicules à GNL, la différence est d'environ 90 000 \$ pour les moteurs, mais en considérant les autres systèmes auxiliaires (comme les détecteurs de gaz, les batteries supplémentaires, les modifications au châssis, etc.), la différence de prix pour un tracteur peut monter à 115 000 \$ (Metropolitan Utilities District, 2011; Shaw, 2012; Transports Canada, 2012).

Un plein de réservoir de GNC ou de GNL mène moins loin qu'un plein de réservoir de diesel, et il nécessite des remplissages plus fréquents. Ce problème est amplifié par le fait qu'il y a un manque de stations de remplissage au GNC et GNL.

Taux de pénétration

Au Québec, en 2012, environ 25 véhicules lourds fonctionnaient au GNC et 74 véhicules lourds utilisaient du GNL (Surcel, 2012c).

Notons que le projet « Route bleue » a initié le premier corridor de transport des marchandises au GNL au Canada sur l'axe routier A-20/H-401, entre la région de Québec et celle de Toronto. En partenariat avec le gouvernement du Québec et Transport Robert, Gaz Métro Solutions Transport souhaite démontrer la faisabilité technique et économique de l'utilisation du GNL comme carburant alternatif dans un important parc de véhicules lourds (environ 1000 camions), et ce, dans le contexte climatique particulier propre au Québec (Gaz Metro, 2011).

Selon la BNCÉ (2011), on comptait 114 876 camions de catégories 3 à 7 et 70 606 véhicules de classe 8 au Québec en 2009.

Taux de pénétration estimé pour véhicules lourds à GNC :

- Actuel : moins de 0,1 %
- Scénarios 2016 : faible 2 %; modéré 4 %; fort 6 %
- Scénarios 2021 : faible 3 %; modéré 6 %; fort 8 %

Taux de pénétration estimé pour véhicule lourds à GNL :

- Actuel : moins de 1 %
- Scénarios 2016 : faible 3 %; modéré 5 %; fort 7 %
- Scénarios 2021 : faible 5 %; modéré 7 %; fort 10 %

Résultats

Rentabilité

B31 - Camion à moteur à GNC pour transport local, véhicules commerciaux (classes 3 à 7)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(32 589,64 \$)	(32 526,30 \$)
Référence	(28 866,06 \$)	(28 802,73 \$)
Élevé	(24 873,96 \$)	(24 810,62 \$)

B32 - Camion à moteur à GNL pour transport régional, véhicules commerciaux (classe 8)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(68 572,20 \$)	(68 175,37 \$)
Référence	(45 243,07 \$)	(44 846,25 \$)
Élevé	(20 231,54 \$)	(19 834,72 \$)

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

B31 - Camion à moteur à GNC pour transport local, véhicules commerciaux (classes 3 à 7)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	542	0	531	0	520
À l'horizon 2021	0	595	0	577	0	565
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	501	0	490	0	480
À l'horizon 2021	0	529	0	513	0	502
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	461	0	452	0	442
À l'horizon 2021	0	477	0	462	0	452
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	347 847	0	340 748	0	333 649	0
À l'horizon 2021	382 227	0	370 406	0	362 525	0
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	317 594	0	314 802	0	308 243	0
À l'horizon 2021	339 539	0	329 037	0	322 037	0
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	317 594	0	290 022	0	283 980	0
À l'horizon 2021	306 140	0	296 672	0	290 360	0

B32 - Camion à moteur à GNL pour transport régional, véhicules commerciaux (classe 8)

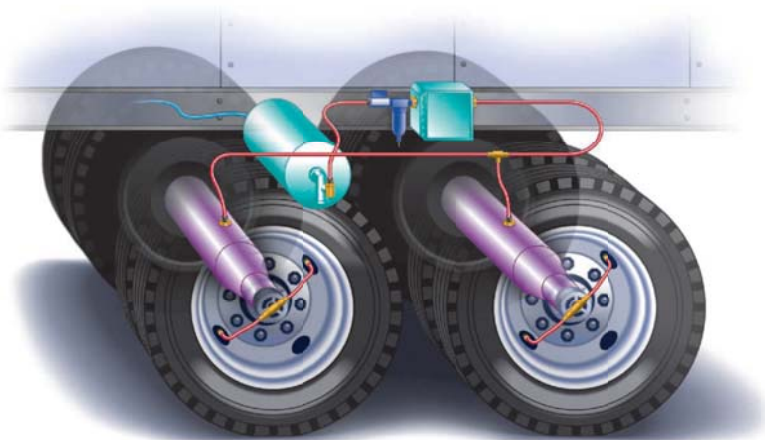
Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	2 309	0	2 261	0	2 214
À l'horizon 2021	0	2 510	0	2 457	0	2 378
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	2 133	0	2 089	0	2 045
À l'horizon 2021	0	2 230	0	2 183	0	2 112
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	1 965	0	1 925	0	1 884
À l'horizon 2021	0	2 011	0	1 968	0	1 905
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1 481 999	0	1 451 442	0	1 420 886	0
À l'horizon 2021	1 611 343	0	1 577 420	0	1 526 536	0
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1 354 744	0	1 340 923	0	1 312 693	0
À l'horizon 2021	1 431 382	0	1 401 247	0	1 356 046	0
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1 354 744	0	1 235 371	0	1 209 363	0
À l'horizon 2021	1 290 584	0	1 263 414	0	1 222 659	0

SYSTÈMES DE GESTION DE LA PRESSION DES PNEUS POUR VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 8 (B33)

Description

La pression des pneus est un facteur à ne pas négliger dans la gestion d'un parc de véhicules, car elle influence à la fois la sécurité, la consommation de carburant et les coûts d'entretien et de réparation. Une méthode empirique établit que pour chaque tranche de 10 psi de sous-gonflement des pneus d'un camion lourd, la consommation de carburant augmente de 1 % (TMC, 2002; US EPA, 2009a). Des essais sur piste effectués par FPInnovations - Performance Innovations Transport (PIT) ont montré une augmentation de 3,1 % de la consommation de carburant quand la pression des pneus était réduite de 100 à 85 psi (Proust, 2011).

Il existe sur le marché différents systèmes qui permettent de s'affranchir partiellement ou totalement des contrôles manuels de la pression des pneus en mesurant la pression de manière continue, et éventuellement en regonflant automatiquement les pneus lorsque c'est nécessaire (FPInnovations, 2009).



Systèmes de gonflement automatique des pneus

Champ d'application

Les dispositifs s'appliquent aux véhicules lourds de classe 8, neufs ou existants.

Durée de vie

La durée de vie est d'environ 6 ans.

Économie d'énergie

La valeur retenue du gain de consommation de carburant lié à l'élimination du sous-gonflage grâce à l'utilisation de ces systèmes est de 2 %, ce qui correspond à un sous-gonflage moyen compris entre 10 % et 20 % (Proust, 2011).

Dans les conditions propres au Québec, selon la BNCÉ (2011), on considère un parcours annuel de 113 008 km pour un camion semi-remorque de classe 8, avec une consommation de 33 L/100 km. Le facteur de conversion énergétique pour le diesel est de 38,68 GJ/1000 L (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Les coûts varient selon le système, soit de 1 700 \$ (pour un système d'équilibrage de la pression des pneus, qui assure une pression équilibrée en permanence entre les deux pneus jumelés, mais ne regonfle pas les pneus), à 4 300 \$ (pour un système de gonflage automatique des pneus, qui contrôle la pression de chaque pneu et la maintient automatiquement à la valeur prédéterminée par l'utilisateur) (Proust, 2011). On considère un coût moyen de 2 500 \$.

Taux de pénétration

Selon les données de la BNCÉ (2011), on comptait au Québec 70 606 véhicules lourds de classe 8 en 2009. Selon NACFE (2011), en 2011, aux États-Unis, le taux de pénétration était de 13 % pour les systèmes de surveillance de la pression et de 29 % pour les systèmes avec gonflage automatique. Au Québec, on estime un taux actuel de 10 %, pour l'ensemble des systèmes de gestion de la pression des pneus.

Taux de pénétration estimé²⁷ :

- Actuel : 10 %
- Scénarios 2016 : faible 15 %; modéré 18 %; fort 20 %
- Scénarios 2021 : faible 20 %; modéré 25 %; fort 30 %

²⁷ Évalués par FPInnovations selon leur expertise avec les flottes membres du groupe Performance Innovations Transport,

Résultats

Rentabilité

B33 - Systèmes de gestion de la pression des pneus pour véhicules lourds (classe 8)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(346,18 \$)	(302,09 \$)
Référence	2 245,94 \$	2 290,04 \$
Élevé	5 025,00 \$	5 069,10 \$

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

B33 - Systèmes de gestion de la pression des pneus pour véhicules lourds (classe 8)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	45	2	43	2	42
À l'horizon 2021	2	47	2	44	2	41
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	42	2	40	1	39
À l'horizon 2021	2	42	1	39	1	37
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	38	1	37	1	36
À l'horizon 2021	1	38	1	35	1	33
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	115 436	40 434	111 362	39 007	108 646	38 056
À l'horizon 2021	120 615	42 248	113 077	39 608	105 538	36 967
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	109 474	37 355	102 882	36 037	100 373	35 158
À l'horizon 2021	107 144	37 530	100 448	35 184	93 751	32 838
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	109 474	34 415	94 784	33 200	92 472	32 390
À l'horizon 2021	96 605	33 838	90 567	31 723	84 530	29 608

COMPOSANTES EN FIBRE DE CARBONE POUR AVIONS (B34)

Description

Les matériaux non métalliques comme la fibre de carbone peuvent constituer une majeure partie du corps extérieur d'un avion. Selon Boeing, le cadre d'avion fait à 50 % de fibre de carbone résulte en 20 % de réduction dans la consommation de carburant (Boeing, 2012). La fibre de carbone est plus résistante à l'usure, plus légère et plus solide que les métaux utilisés dans la plupart des avions. Un autre avantage notable est la réduction du besoin d'entretien. Ces avions peuvent voler en toute sécurité plus longtemps et plus loin sans nécessiter de processus coûteux d'inspection et d'entretien.



Avion CSeries de Bombardier

Champ d'application

Ces composantes sont utilisées pour la construction des nouveaux appareils; la fibre de carbone pourrait être applicable à n'importe quel type d'appareil de vol (SmartPlanet, 2012).

Durée de vie

La durée de vie de ces composantes serait 7 fois plus longue que les pièces traditionnelles. Toutefois, ces composantes ont une durée de vie liée à celle de l'avion (25 à 30 ans).

Économie d'énergie

Selon la BNCÉ (2011), la consommation d'énergie du transport aérien au Québec a été de 32,9 PJ en 2009 et, en considérant le facteur de conversion pour le carburant d'avion de 35,93 GJ/1000 L, cela équivaut à environ 916 millions de litres de carburant consommé. On considère une réduction de la consommation de 20 %.

Coûts

Le « prix de l'allégement » est de 130 \$ à 1 300 \$/kg pour l'industrie aéronautique (où une réduction de densité du matériau de 10 % permet de réduire le poids du composant de 10 %) (Mineral Info, 2012). Donc, une réduction de poids de 2 000 kg en utilisant des matériaux composites entraînerait un surcoût moyen de 1 430 000 \$. À titre d'exemple, un avion CSeries coûte 46,7 M\$ et a une masse à vide de 35 000 kg.

Taux de pénétration

D'importantes composantes des avions Bombardier CSeries et Airbus 350 seront fabriquées à partir de fibre de carbone, comme les ailes, le fuselage arrière et le poste de pilotage, ce qui va augmenter le taux de pénétration (Bombardier, 2010; Airbus, 2012).

Taux de pénétration estimé :

- Actuel : 10 %
- Scénarios 2016 : faible 15 %; modéré 20 %; fort 25 %
- Scénarios 2021 : faible 25 %; modéré 30 %; fort 35 %

Résultats

Rentabilité

B34 - Composantes en fibre de carbone pour avions

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	691 226,15 \$	709 880,79 \$
Référence	1 964 839,77 \$	1 983 494,41 \$
Élevé	3 330 301,44 \$	3 348 956,09 \$

Potentiel technique

B34 - Composantes en fibre de carbone pour avions

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	6	154	5	145	5	136
À l'horizon 2021	5	145	5	135	5	125
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	6	168	6	158	5	148
À l'horizon 2021	6	156	5	146	5	135
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	6	155	5	146	5	137
À l'horizon 2021	5	144	5	134	4	125
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	389 536	131 922	366 622	124 162	343 709	116 402
À l'horizon 2021	366 665	124 176	342 220	115 898	317 776	107 619
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	452 819	144 062	400 362	135 588	375 339	127 114
À l'horizon 2021	395 439	133 921	369 077	124 993	342 714	116 065
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	452 819	133 059	369 782	125 232	346 671	117 405
À l'horizon 2021	364 126	123 316	339 851	115 095	315 576	106 874

WINGLETS POUR AVIONS (B35)

Description

L'objectif de ces dispositifs est de réduire la traînée et de minimiser le tourbillon créé par les ailes de l'avion. Le winglet est une composante qui élève le bout des ailes, comme illustré dans l'image qui suit. Les winglets permettent aussi à l'avion de porter un plus lourd cargo puisque le ratio traînée/soulèvement est réduit de façon importante : de près de 7 % selon des tests conduits sous la supervision de la NASA. Ils ont aussi pour effet de permettre à l'avion d'opérer plus silencieusement, réduisant de 6,5 % le bruit émis par celui-ci (NASA, 2012a).



Appareil aérien équipé de winglets

Champ d'application

En plus de l'installation de winglets sur les nouveaux appareils, il existe un marché pour en installer sur les appareils existants. Les winglets peuvent être adaptés à n'importe quelle aile d'avion commercial. Les avantages sont maximisés dans le cas des plus gros avions (tels que les Boeing 737). Le winglet est devenu populaire pour les avions d'affaires. Seul Dassault a (temporairement) résisté à cette mode.

Durée de vie

Les winglets ont une durée de vie liée à celle de l'avion (25 à 30 ans).

Économie d'énergie

Selon la NASA, l'installation de ces composantes réduit la consommation de carburant de 4 % à 6 %. Pour un Boeing 737-700 typique, cela revient à près de 100 000 gallons (378 000 litres) de carburant économisés par année. APB (Aviation Partners Boeing) estime que d'ici la fin de l'année 2014, ses winglets auront permis aux avions commerciaux d'économiser un total de plus de 5 milliards de gallons (plus de 17 milliards de litres) (APB, 2012).

Selon la BNCÉ (2011), la consommation d'énergie du transport aérien au Québec a été de 32,9 PJ en 2009 et, en considérant le facteur de conversion pour le carburant d'avion de 35,93 GJ/1000 L, cela équivaut à environ 916 millions de litres de carburant consommé.

On considère une réduction de la consommation de 5 %.

Coûts

Les winglets coûtent près de 750 000 \$ par avion (une paire, coût d'installation inclus). Ce coût élevé est dû au fait que le winglet doit être installé sur l'avion de façon permanente et sécuritaire (Flight Global, 2012).

Taux de pénétration

Taux de pénétration estimé (basé sur Flight Global, 2012) :

- Actuel : 5 %
- Scénarios 2016 : faible 7 %; modéré 10 %; fort 15 %
- Scénarios 2021 : faible 15 %; modéré 20 %; fort 25 %

Résultats

Rentabilité

B35 - Winglet pour avions

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(219 693,46 \$)	(215 029,80 \$)
Référence	98 709,94 \$	103 373,60 \$
Élevé	440 075,36 \$	444 739,02 \$

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

B35 - Winglet pour avions

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	42	1	41	1	38
À l'horizon 2021	1	41	1	39	1	36
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	46	2	44	2	42
À l'horizon 2021	2	44	1	42	1	39
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	42	1	41	1	39
À l'horizon 2021	1	41	1	38	1	36
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	106 550	36 084	103 113	34 920	97 384	32 980
À l'horizon 2021	103 888	35 183	97 777	33 114	91 666	31 044
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	119 494	39 405	112 602	38 134	106 346	36 016
À l'horizon 2021	112 041	37 944	105 451	35 712	98 860	33 480
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	119 494	36 395	104 001	35 221	98 223	33 265
À l'horizon 2021	103 169	34 940	97 100	32 884	91 031	30 829

TURBOSOUFFLANTES À RÉDUCTEUR POUR AVIONS (B36)

Description

La boîte de réducteur permet à la soufflante d'opérer à une vitesse différente de celle de la turbine, tout en fournissant suffisamment d'énergie à l'avion. Cette boîte à réducteur permet une réduction de 12 à 15 % en termes de consommation de carburant, et une diminution du bruit de 10 à 15 dB (Bombardier, 2012; NASA, 2012b).



Turbosoufflante à réducteur installée sur un avion Bombardier

Champ d'application

Ces systèmes peuvent être utilisés sur les appareils neufs, sur n'importe quel type d'avion commercial, puisqu'ils produisent plus de couple à vitesses moins élevées, et il n'y a aucune limitation qui les empêche de remplacer les turbosoufflantes normales (NASA, 2012b).

Durée de vie

La durée de vie est plus de 10 % plus longue que celle d'une turbosoufflante ordinaire (d'environ 25 ans) (MTU, 2012).

Économie d'énergie

Selon la BNCÉ (2011), la consommation d'énergie du transport aérien au Québec a été de 32,9 PJ en 2009 et, en considérant le facteur de conversion pour le carburant d'avion de 35,93 GJ/1000 L, cela équivaut à environ 916 millions de litres de carburant consommé.

On considère une réduction de la consommation de 12 %.

Coûts

Il n'y a pas de délai de récupération parce que le coût d'une turbosoufflante à réducteur est comparable à celui d'une turbosoufflante régulière.

Taux de pénétration

En tant qu'engin exclusif de la série C de Bombardier, la turbosoufflante à réducteur va sûrement se répandre rapidement sur le marché.

Taux de pénétration estimé :

- Actuel : 5 %
- Scénarios 2016 : faible 15 %; modéré 20 %; fort 25 %
- Scénarios 2021 : faible 20 %; modéré 25 %; fort 30 %

Résultats

Rentabilité

B36 - Turbosoufflante à réducteur pour avions

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	1 272 735,69 \$	1 283 928,48 \$
Référence	2 036 903,86 \$	2 048 096,65 \$
Élevé	2 856 180,87 \$	2 867 373,65 \$

Potentiel technique

B36 - Turbosoufflante à réducteur pour avions

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	92	3	87	3	81
À l'horizon 2021	3	93	3	87	3	81
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	4	101	3	95	3	89
À l'horizon 2021	4	100	3	94	3	87
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	93	3	88	3	82
À l'horizon 2021	3	92	3	86	3	80
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	233 722	79 153	219 973	74 497	206 225	69 841
À l'horizon 2021	234 665	79 473	219 999	74 506	205 332	69 539
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	286 786	86 437	240 217	81 353	225 204	76 268
À l'horizon 2021	253 081	85 709	237 264	80 353	221 446	74 996
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	286 786	79 835	221 869	75 139	208 002	70 443
À l'horizon 2021	233 041	78 922	218 476	73 990	203 910	69 057

AILERONS DE POUPE POUR BATEAUX (B37)

Description

L'aileron de poupe est une extension installée à l'arrière du navire qui modifie la distribution de la pression, qui provoque moins de trainée et résulte en une plus grande efficacité aérodynamique pour le vaisseau.

L'aileron à lui seul peut permettre une économie de carburant allant jusqu'à 7,5 %, selon la marine des États-Unis. Il y a aussi certains indices qui laissent croire que l'ajout permet de réduire le bruit émis par les vaisseaux et les vibrations créées tout au long du trajet.

L'armée maritime des États-Unis a déjà installé les ailerons de poupe sur sa flotte entière et estime que l'argent dépensé sera récupéré en moins de deux ans (US Navy, 2012).



Le Carnival Miracle, bateau de croisière de luxe avec un aileron de poupe installé à l'arrière (The QE2 story, 2012)

Champ d'application

Cette technologie s'applique aux vaisseaux neufs et existants, puisqu'elle est relativement simple à installer et puisque le champ d'application s'étend à tous les vaisseaux de l'industrie maritime. Par contre, elle ne s'applique pas aux embarcations de plaisance, puisque leur partie arrière n'est pas plate comme la majorité des vaisseaux (Global Security, 2012a).

Durée de vie

La durée de vie est d'environ 40 ans.

Économie d'énergie

On considère une économie de carburant de 7,5 %. Selon la BNCÉ (2011), le transport maritime a consommé un total de 44,8 PJ en 2009 au Québec. Le facteur de conversion énergétique pour le diesel et le mazout lourd est de respectivement 38,68 GJ/1000 L et 41,73 GJ/1000 L (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Le coût est d'environ 170 000 \$.

Taux de pénétration

Taux de pénétration estimé :

- Actuel : moins de 1 %
- Scénarios 2016 : faible 3 %; modéré 5 %; fort 7 %
- Scénarios 2021 : faible 5 %; modéré 8 %; fort 12 %

Résultats

Rentabilité

B37 - Aileron de poupe pour bateaux

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	112 031,10 \$	117 420,96 \$
Référence	347 670,54 \$	353 060,40 \$
Élevé	600 303,39 \$	605 693,24 \$

Potentiel technique

B37 - Aileron de poupe pour bateaux

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	51	2	50	2	49
À l'horizon 2021	2	53	2	51	2	49
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	50	2	49	2	48
À l'horizon 2021	2	52	2	50	2	48
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	50	2	49	2	48
À l'horizon 2021	2	50	2	49	2	47
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	153 178	49 678	150 020	48 654	146 862	47 630
À l'horizon 2021	159 413	51 700	154 379	50 067	147 667	47 891
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	155 716	49 452	149 335	48 433	146 191	47 413
À l'horizon 2021	155 895	50 560	150 972	48 963	144 408	46 834
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	155 716	49 174	148 499	48 160	145 372	47 146
À l'horizon 2021	152 013	49 300	147 212	47 744	140 812	45 668

ÉTRAVES À BULBE POUR BATEAUX (B38)

Description

Le bulbe est essentiellement un ajout ellipsoïdal à l'avant de l'étrave ayant pour objectif de créer une vague à une fréquence différente de celle créée par le reste de l'étrave, pour minimiser l'amplitude des vagues combinées. Une vague moins haute résulte en une résistance moindre au mouvement du bateau, ce qui produit une économie de carburant (Bryant, 2009; Friis et al., 2012).



Étrave à bulbe (Global Security, 2012b)

Champ d'application

Cette technologie s'applique aux vaisseaux neufs et existants. L'étrave à bulbe est plus efficace pour les bateaux qui traversent de longues distances à une vitesse constante (Bray, 2012).

Durée de vie

La durée de vie est la même que celle d'un vaisseau conventionnel (environ 40 ans).

Économie d'énergie

L'installation des bulbes sur les navires de transport de grande taille génèrerait une économie moyenne de 12 % de la consommation de carburant (Bryant, 2009).

Selon la BNCÉ (2011), le transport maritime a consommé un total de 44,8 PJ en 2009 au Québec. Le facteur de conversion énergétique pour le diesel et le mazout lourd est de respectivement 38,68 GJ/1000 L et 41,73 GJ/1000 L (selon le MRNF, 2012).

Coûts

L'installation de 50 bulbes a coûté aux États-Unis près de 3,9 M\$ (en 1990). Le coût moyen actuel estimé est de 140 000 \$ par unité (Global Security, 2012b).

Taux de pénétration

Taux de pénétration estimé :

- Actuel : moins de 1 %
- Scénarios 2016 : faible 2 %; modéré 3 %; fort 4 %
- Scénarios 2021 : faible 3 %; modéré 4 %; fort 5 %

Résultats

Rentabilité

B38 - Étrave à bulbe pour bateaux

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	311 249,76 \$	319 873,53 \$
Référence	688 272,87 \$	696 896,64 \$
Élevé	1 092 485,42 \$	1 101 109,19 \$

Potentiel technique

B38 - Étrave à bulbe pour bateaux

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	82	3	81	3	80
À l'horizon 2021	4	86	3	85	3	84
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	81	3	81	3	80
À l'horizon 2021	3	84	3	83	3	82
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	81	3	80	3	79
À l'horizon 2021	3	82	3	81	3	80
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	247 612	80 304	245 085	79 485	242 558	78 666
À l'horizon 2021	260 431	84 461	257 746	83 591	255 061	82 720
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	249 145	79 939	243 966	79 124	241 451	78 308
À l'horizon 2021	254 684	82 599	252 058	81 747	249 433	80 896
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	249 145	79 490	242 600	78 679	240 099	77 868
À l'horizon 2021	248 340	80 541	245 780	79 711	243 220	78 881

SYSTÈMES D'ALIMENTATION À QUAI DES NAVIRES DE CROISIÈRE (B39)

Description

Le système d'alimentation à quai permet aux navires de s'alimenter en électricité lorsqu'ils sont amarrés au quai, au lieu de consommer du carburant diesel pour assurer le bon fonctionnement du navire. Les principaux avantages procurés par cette technologie incluent la réduction des coûts de carburant, l'amélioration significative de la qualité de l'air locale, comme la réduction de GES et PCA (principaux contaminants atmosphériques, comme les oxydes de soufre SO_x, les oxydes d'azote NO_x, les particules, les composés organiques volatils COV, le monoxyde de carbone CO et l'ammoniac NH₃), de même qu'une diminution importante du bruit (Transports Canada, 2012e).

Champ d'application

Les ports accueillant les navires de croisière sont visés par cette mesure.

Durée de vie

La durée de vie estimée est de 25 ans.

Économie d'énergie

Une étude effectuée par le Port Metro Vancouver (PMV) a montré que pour la période de l'étude (six mois), le port a reçu 177 visites, mais seulement 44 raccordements ont été complétés, avec une durée totale de 267,7 heures de raccordement. Au cours de cette période, les navires ont consommé 2 024 MWh d'électricité, produite majoritairement à l'aide d'hydroélectricité, au lieu de consommer 476 tonnes de combustibles fossiles, ce qui a réduit les émissions de GES de 1 521 tonnes, ainsi qu'une quantité importante de PCA. Le développement d'une source d'énergie abordable et accessible a représenté une difficulté pour le PMV. La juridiction sur le travail liée au branchement et au débranchement des vaisseaux a nécessité beaucoup de négociations.

Les essais ont démontré que les navires de croisière économisaient en moyenne 234 \$ et 1,78 tonnes (2 120 L, 82 GJ) de carburant à l'heure en utilisant l'alimentation à quai, avec une consommation d'énergie électrique de 7,56 MWh (27,2 GJ) à l'heure. L'économie nette est donc de 54,8 GJ à l'heure, ce qui équivaut à 1 416 L/h de produits pétroliers. En moyenne, un navire était raccordé à l'alimentation à quai pour une durée de 6 heures et réduisait sa consommation de carburant de 10,7 tonnes (12 740 L) par visite.

Pour les ports du Québec (Montréal et Québec), on estime un total d'environ 120 visites au total (MPO, 2011), avec raccordement, en considérant 6 h de raccordement par visite, et une économie nette de 1 416 L/h de produits pétroliers.

Le facteur de conversion énergétique pour le diesel et le mazout lourd est de respectivement 38,68 GJ/1000 L et 41,73 GJ/1000 L (selon le MRNF, 2012).

Coûts

L'implantation de cette mesure a coûté 9,04 M\$ au PMV. On estime ce coût à environ 9 000 000 \$ pour les deux ports principaux du Québec (Montréal et Québec).

Résultats

Rentabilité

B39 - Système d'alimentation à quai des navires de croisière

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(5 431 444,75 \$)	(5 363 246,56 \$)
Référence	(2 449 885,69 \$)	(2 381 687,50 \$)
Élevé	746 691,82 \$	814 890,01 \$

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

B39 - Système d'alimentation à quai des navires de croisière

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	1	0	1	0	1
À l'horizon 2021	0	1	0	1	0	1
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	1	0	1	0	1
À l'horizon 2021	0	1	0	1	0	1
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	1	0	1	0	1
À l'horizon 2021	0	1	0	1	0	1
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3 185	1 016	3 185	1 016	3 185	1 016
À l'horizon 2021	3 185	1 016	3 185	1 016	3 185	1 016
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3 185	1 016	3 185	1 016	3 185	1 016
À l'horizon 2021	3 185	1 016	3 185	1 016	3 185	1 016
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3 185	1 016	3 185	1 016	3 185	1 016
À l'horizon 2021	3 185	1 016	3 185	1 016	3 185	1 016

SYSTÈMES DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS ET DE LA CONSOMMATION DE CARBURANT POUR BATEAUX (SRECC) (B40)

Description

Le système de réduction des émissions et de la consommation de carburant (SRECC) vise à réduire la consommation de carburant et les émissions polluantes des moteurs diesel des navires commerciaux. Le SRECC injecte une quantité limitée d'eau dans l'air de combustion avant et après le refroidisseur d'un moteur diesel à turbocompresseur (Mezhesitsky, 2012; Transport Canada, 2012f).

Champ d'application

Le SRECC peut être installé sur les moteurs diesel suralimentés par un turbocompresseur, sur des navires existants ou neufs.

Durée de vie

La durée de vie est la même que celle d'un moteur de vaisseau conventionnel (environ 40 ans).

Économie d'énergie

Transports Canada (2012) note une réduction moyenne de 2,6 % en consommation de carburant. Il y aurait aussi des réductions d'émissions : de 1,93 % à 2,15 % pour le CO₂ et entre 5 % et 7 % pour les NO_x. Les coûts d'entretien sont aussi réduits en utilisant le SRECC.

Selon la BNCÉ (2011), le transport maritime a consommé un total de 44,8 PJ en 2009 au Québec. Le facteur de conversion énergétique pour le diesel et le mazout lourd est de respectivement 38,68 GJ/1000 L et 41,73 GJ/1000 L (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Le coût initial pour un moteur de navire est autour de 30 000 \$ (Surcel, 2012f).

Taux de pénétration

Il y a 15 systèmes installés au Canada, dont un au Québec (Surcel, 2012f).

Taux de pénétration estimé :

- Actuel : 0 %
- Scénarios 2016 : faible 2 %; modéré 4 %; fort 6 %
- Scénarios 2021 : faible 7 %; modéré 9 %; fort 11 %

Résultats

Rentabilité

B40 - Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour bateaux (SRECC)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	67 770,78 \$	69 639,26 \$
Référence	149 459,12 \$	151 327,61 \$
Élevé	237 038,51 \$	238 906,99 \$

Potentiel technique

B40 - Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour bateaux (SRECC)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	18	1	17	1	17
À l'horizon 2021	1	18	1	17	1	17
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	18	1	17	1	17
À l'horizon 2021	1	17	1	17	1	17
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	18	1	17	1	17
À l'horizon 2021	1	17	1	17	1	16
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	53 649	17 399	52 554	17 044	51 459	16 689
À l'horizon 2021	54 100	17 545	52 936	17 168	51 773	16 791
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	54 527	17 320	52 314	16 967	51 225	16 613
À l'horizon 2021	52 906	17 158	51 768	16 789	50 630	16 420
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	54 527	17 223	52 021	16 871	50 938	16 520
À l'horizon 2021	51 588	16 731	50 479	16 371	49 369	16 011

GROUPES ÉLECTROGÈNES D'APPOINT SUR DES LOCOMOTIVES (B41)

Description

L'EPA estime que les trains sont inactifs pendant 40 % du temps quotidiennement aux États-Unis. Durant les périodes froides, au lieu de maintenir un moteur chaud en le faisant fonctionner, ces groupes électrogènes d'appoint (GEA) sont connectés aux systèmes principaux afin de fournir le chauffage, le chargement des batteries et de maintenir la pression dans le système de freinage (US DOE, 2006a; EcoTrans, 2005; US EPA, 2011).

Champ d'application

Ce système est applicable à tous les trains de transport industriel, locomotives existantes ou neuves, de transport de marchandise ou de personnes.

Durée de vie

La durée de vie est d'environ 10 ans.

Économie d'énergie

Alors qu'une locomotive GP 38 consomme environ 15,2 L/h, un GEA n'en consomme que 1,9 L. L'utilisation des GEA devrait occasionner des économies de l'ordre de 13,3 L/h. Les essais effectués par CN dans le cadre d'un programme de réduction de la consommation de carburant et des émissions de GES ont démontré une réduction de la consommation de carburant de 19 000 L, ainsi qu'une réduction de 53 t d'émissions de CO₂ par locomotive, par saison (Transports Canada, 2012b).

Selon la BNCÉ (2011), la consommation d'énergie du transport ferroviaire au Québec a été de 9,8 PJ en 2009 (selon la BNCE, le transport ferroviaire ne consomme que du carburant diesel) et, en considérant, le facteur de conversion pour le carburant de 38,68 GJ/1000 L, cela équivaut à environ 253 millions de litres de carburant consommé.

Au Canada il y a 2 954 locomotives de transport présentement en service, dont environ 530 au Québec (Railway Association of Canada, 2011). Cette technologie ferait économiser environ 3,5 % de la consommation totale de l'industrie ferroviaire québécoise.

Coûts

Selon le fabricant Hotstart, le prix est de 27 000 \$, excluant l'installation (qui représente un minimum de 30 h), pour un total d'environ 30 000 \$ (Surcel, 2012g).

Taux de pénétration

Taux de pénétration estimé basé sur les renseignements fournis par les manufacturiers (Surcel, 2012g) :

- Actuel : moins de 5 %
- Scénarios 2016 : faible 15 %; modéré 20 %; fort 25 %
- Scénarios 2021 : faible 20 %; modéré 25 %; fort 30 %

Résultats

Rentabilité

B41 - Groupes électrogènes d'appoint sur des locomotives

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	69 121,98 \$	70 112,37 \$
Référence	127 346,46 \$	128 336,86 \$
Élevé	189 769,87 \$	190 760,26 \$

Potentiel technique

B41 - Groupes électrogènes d'appoint sur des locomotives

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	8	0	7	0	7
À l'horizon 2021	0	8	0	8	0	7
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	9	0	8	0	8
À l'horizon 2021	0	9	0	8	0	8
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	9	0	9	0	8
À l'horizon 2021	0	9	0	8	0	8
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	21 219	7 361	19 971	6 928	18 723	6 495
À l'horizon 2021	21 552	7 477	20 205	7 010	18 858	6 542
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	23 510	8 037	21 802	7 564	20 440	7 091
À l'horizon 2021	23 248	8 065	21 795	7 561	20 342	7 057
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	23 510	8 648	23 460	8 139	21 994	7 630
À l'horizon 2021	24 096	8 360	22 590	7 837	21 084	7 315

DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES DE DÉMARRAGE ET D'ARRÊT AUTOMATIQUES (AESS) QES III ET SYSTÈMES D'EXCITATION QES III POUR LOCOMOTIVES (B42)

Description

Les dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques (AESS) QES III et les systèmes d'excitation QES III permettent la mise à niveau des locomotives, pour en faire des véhicules commandés par microprocesseurs à la fine pointe de la technologie.

Les QES III utilisent des modules de commande électronique (ECU) à microprocesseurs, des panneaux d'interface pour opérateur et de l'équipement auxiliaire. Les ECU possèdent toutes les composantes électroniques nécessaires au contrôle et à la surveillance des divers capteurs des locomotives et des options, comme les enregistreurs d'événements intégrés. Les panneaux d'interface affichent les données pour le diagnostic, le contrôle de la vitesse, l'autosurveillance, la détection, le contrôle et le matériel de communication.

Les AESS surveillent les moteurs des locomotives, qu'ils arrêtent pendant les périodes de marche au ralenti et redémarrent lorsque ces périodes prennent fin. Les systèmes d'excitation assurent une meilleure gestion des moteurs et du patinage. Il s'ensuit une baisse de la consommation de carburant et des émissions de GES (Transports Canada, 2012d; Derocher, 2012).

Champ d'application

Ces dispositifs peuvent être installés sur n'importe quel train de transport de marchandises existant et en opération.

Durée de vie

La durée de vie est d'environ 15 ans (Surcel, 2012h).

Économie d'énergie

Les essais effectués avec la Société des chemins de fer du Québec (SCFQ) ont montré que les QES III réduisent la consommation de carburant d'une locomotive de 320 000 L pour les services de triage, et de 89 750 L pour les services sur la ligne principale (Transports Canada, 2012d). Ces réductions se traduisent par une baisse des émissions de CO₂ de 984 t pour le service de triage, et de 276 t pour le service sur la ligne principale, par locomotive.

Selon la BNCE (2011), la consommation d'énergie du transport ferroviaire au Québec a été de 9,8 PJ en 2009 (selon la BNCE, le transport ferroviaire ne consomme que du carburant diesel) et, en considérant, le facteur de conversion pour le carburant de 38,68 GJ/1000 L, cela équivaut à environ 253 millions de litres de carburant consommé.

Au Canada il y a 2 954 locomotives de transport présentement en service, dont environ 530 au Québec (Railway Association of Canada, 2011). Cette technologie ferait économiser environ 9 % de la consommation totale de l'industrie ferroviaire québécoise.

Coûts

Le coût du système est d'environ 100 000 \$ (Surcel, 2012h).

Taux de pénétration

Selon Q-Tron Canada, il y plus de 300 systèmes installés au Canada, en outre sur des locomotives de CN et CP, dont environ 35 au Québec (Surcel, 2012h).

Taux de pénétration estimé :

- Actuel : 6 %
- Scénarios 2016 : faible 10 %; modéré 12 %; fort 15 %
- Scénarios 2021 : faible 12 %; modéré 15 %; fort 17 %

Résultats

Rentabilité

B42 - Dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	197 961,26 \$	200 507,99 \$
Référence	347 681,36 \$	350 228,08 \$
Élevé	508 198,68 \$	510 745,41 \$

Potentiel technique

B42 - Dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	22	1	21	1	20
À l'horizon 2021	1	23	1	22	1	22
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	24	1	23	1	22
À l'horizon 2021	1	25	1	24	1	23
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	25	1	25	1	24
À l'horizon 2021	1	26	1	25	1	24
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	57 774	20 043	56 490	19 598	54 564	18 929
À l'horizon 2021	60 961	21 149	58 883	20 428	57 497	19 947
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	59 817	21 881	61 670	21 395	59 567	20 665
À l'horizon 2021	65 759	22 813	63 518	22 036	62 023	21 517
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	59 817	23 545	66 359	23 021	64 097	22 237
À l'horizon 2021	68 158	23 646	65 835	22 840	64 286	22 302

RÉDUCTEURS DE FROTTEMENT ROUE-RAIL (FRR) (B43)

Description

Ces réducteurs visent à minimiser la quantité d'énergie perdue en frottement entre les roues du train et les rails. Pour ce faire, une couche de réducteur est appliquée sur les rails avant que la partie cargo ne passe dessus. Ces réducteurs sont souvent faits à base d'eau, pour une évaporation rapide, laissant derrière eux une mince pellicule sèche qui est conçue afin de diminuer la résistance au roulement. Ce test a été conduit avec le réducteur Keltrack®, un réducteur à base d'eau. Le système d'application par pulvérisation automatique autonome utilisé pour ce test était installé sur les wagons (Transport Canada, 2012g; Interface Journal, 2008).

L'application du réducteur a aussi pour effet secondaire de réduire les forces latérales à raison de 35 % à 45 %, ainsi que les risques de déraillement.



Réservoir et applicateur de Keltrack®

Champ d'application

Le réservoir/applicateur de réducteur peut être utilisé avec n'importe quel train de transport (Interface Journal, 2008).

Durée de vie

La durée de vie est évaluée à 15 ans pour l'équipement.

Économie d'énergie

Transports Canada, en partenariat avec la Compagnie minière Québec Cartier, a évalué à 2 % la réduction de la consommation en carburant (Transports Canada, 2012g).

Selon la BNCE (2011), la consommation d'énergie du transport ferroviaire au Québec a été de 9,8 PJ en 2009 (selon la BNCE, le transport ferroviaire ne consomme que du carburant diesel) et, en considérant, le facteur de conversion pour le carburant de 38,68 GJ/1000 L, cela équivaut à environ 253 millions de litres de carburant consommé.

Au Canada il y a 2 954 locomotives de transport présentement en service, dont environ 530 au Québec (Railway Association of Canada, 2011). Cette technologie ferait économiser environ 2 % de la consommation totale de l'industrie ferroviaire québécoise.

Coûts

Les coûts varient de 15 000 \$ à 150 000 \$, en fonction de l'application et de la configuration (comme la longueur des trains et le nombre des dispositifs nécessaires, la configuration du chemin de fer sur lequel sera utilisée, l'intensité du trafic etc.). On considère un coût moyen de 80 000 \$. (Surcel, 2012i)

Taux de pénétration

Selon les représentants canadiens du manufacturier, huit systèmes sont présentement installés au Québec (Surcel, 2012i).

Taux de pénétration estimé (Surcel, 2012i) :

- Actuel : moins de 2 %
- Scénarios 2016 : faible 6 %; modéré 7 %; fort 8 %
- Scénarios 2021 : faible 7 %; modéré 8 %; fort 9 %

Résultats

Rentabilité

B43 - Les réducteurs de frottement roue-rail (FRR) pour locomotives

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(13 786,39 \$)	(13 220,45 \$)
Référence	19 484,75 \$	20 050,69 \$
Élevé	55 155,26 \$	55 721,20 \$

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

B43 - Les réducteurs de frottement roue-rail (FRR) pour locomotives

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	5	0	5	0	5
À l'horizon 2021	0	5	0	5	0	5
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	5	0	5	0	5
À l'horizon 2021	0	6	0	6	0	6
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	6	0	6	0	6
À l'horizon 2021	0	6	0	6	0	6
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	13 409	4 652	13 267	4 602	13 124	4 553
À l'horizon 2021	14 317	4 967	14 163	4 913	14 009	4 860
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	13 858	5 079	14 483	5 025	14 327	4 970
À l'horizon 2021	15 443	5 358	15 277	5 300	15 111	5 242
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	13 858	5 465	15 584	5 407	15 417	5 348
À l'horizon 2021	16 007	5 553	15 835	5 493	15 663	5 434

ÉLECTRIFICATION DES TRAINS (B44)

Description

Les locomotives entièrement électriques utilisent uniquement l'énergie électrique comme source primaire. Ils émettent peu ou pas de GES, selon le mode de production de l'électricité. À ce titre, le Québec produit son électricité à partir de sources renouvelables, à hauteur de 97 %, et l'électrification des transports présente des avantages incontournables (TAC-ATC, 2012).

L'électrification des locomotives éliminerait entièrement la consommation de carburant fossile dans le transport ferroviaire et, du même coup, en améliorerait l'image, surtout dans le cas des trains de banlieue, ce qui pourrait avoir un effet positif sur l'utilisation. Pour la région de Montréal, on évalue que l'électrification de la totalité des lignes de train de banlieue permettrait une réduction annuelle de 20 000 t de GES, tout en réduisant considérablement le bruit émis par le passage des trains (La Presse, 2009).

Champ d'application

Évidemment, certaines applications sont plus propices à être converties à l'alimentation par l'électricité. Étant donné les coûts d'infrastructure et afin de maximiser les gains, il serait envisageable d'implanter cette technologie principalement dans les régions urbaines et sur les rails les plus utilisés.

Durée de vie

La durée de vie est similaire à celle des infrastructures et des véhicules ferroviaires conventionnels.

Économie d'énergie

Selon la BNCE (2011), la consommation d'énergie du transport ferroviaire au Québec a été de 9,8 PJ en 2009 (selon la BNCE, le transport ferroviaire ne consomme que du carburant diesel) et, en considérant, le facteur de conversion pour le carburant de 38,68 GJ/1000 L, cela équivaut à environ 253 millions de litres de carburant consommé.

Au Canada il y a 2 954 locomotives de transport présentement en service, dont environ 530 au Québec (Railway Association of Canada, 2011). Une locomotive électrique consomme huit fois moins en énergie équivalente qu'un véhicule de type conventionnel. La valeur retenue pour le potentiel d'économie est de 88 %.

Coûts

GO Transit a récemment complété une étude sur l'électrification de certains de ses rails dans la région de Toronto (Georgetown/Air Rail Link & Lakeshore). Les coûts totaux envisagés de l'électrification sont d'environ 3,4 G\$. Cette étude trouve notamment qu'il y aurait une réduction significative au niveau des coûts d'opération, soit de 18 M\$ pour l'option suggérée (GO Transit, 2012).

L'AMT a aussi effectué une étude de faisabilité sur l'électrification de son réseau de trains de banlieue. Sur une période d'analyse de 40 ans, on prévoit une économie des coûts d'exploitation de l'ordre de 130 M\$ à 150 M\$ en raison de coûts d'électricité moindres que ceux de carburant diesel, ainsi que des revenus supplémentaires liés à l'électrification, pour le gouvernement du Québec, de 107 M\$. De plus, les ratios avantages-coûts sont prometteurs : soit entre 0,946 et 0,723 pour l'ensemble du réseau. Sans oublier les impacts économiques pour le Québec avec, entre autres, la contribution nette au PIB d'environ 1,8 G\$ et des revenus nets de 87 M\$ pour le gouvernement du Québec (TAC-ATC, 2012).

Taux de pénétration

Aucun chemin de fer au Québec n'était équipé pour accommoder des locomotives électriques au moment de l'étude.

L'AMT exploite des locomotives diesel/électriques sur son réseau, lequel dessert 59 gares sur seulement 214 km de réseau routier, avec un nombre de passagers quotidien d'environ 70 000. Une étude de faisabilité est en cours pour l'électrification du service ferroviaire du service de train de banlieue dans la région de Montréal.

Taux de pénétration estimé :

- Actuel : 0 %
- Scénarios 2016 : faible 0 %; modéré 0,5 %; fort 1 %
- Scénarios 2021 : faible 0,5 %; modéré 1 %; fort 2 %

Résultats

Les données présentement disponibles ne permettent pas de calculer rigoureusement la rentabilité liée à l'électrification des trains.

Rentabilité

B44 - Électrification des trains

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	N.D.	N.D.
Référence	N.D.	N.D.
Élevé	N.D.	N.D.

Potentiel technique

B44 - Électrification des trains

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	9	236	9	235	9	233
À l'horizon 2021	10	253	10	252	10	249
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	10	257	10	256	10	255
À l'horizon 2021	11	273	11	272	10	269
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	11	277	11	275	11	274
À l'horizon 2021	11	283	11	282	11	279
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	627 664	217 751	624 526	216 662	621 387	215 574
À l'horizon 2021	673 957	233 811	670 570	232 636	663 797	230 286
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	622 211	237 719	681 794	236 530	678 368	235 341
À l'horizon 2021	727 006	252 215	723 352	250 948	716 046	248 413
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	622 211	255 794	733 637	254 515	729 950	253 236
À l'horizon 2021	753 530	261 417	749 743	260 103	742 170	257 476

ANNEXE 2-2

Mesures réglementaires, transport des personnes (C) et
mesures réglementaires, transport des marchandises (D)

Table des matières

	Page
VÉHICULES LÉGERS POLYCARBURANTS À ÉTHANOL (C1)	1
RÉDUCTION DE LA VITESSE DES VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 8 (D1).....	5
ENSEMBLES ROUTIERS LONGS POUR VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 8 (D2).....	9
VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 8 À BIODIESEL B20 (D3).....	13
BIOCARBURANTS POUR AVIONS (D4)	17
BIODIESEL B20 POUR TRANSPORT MARITIME (D5).....	21
BIODIESEL POUR L'INDUSTRIE FERROVIAIRE (D6)	25

VÉHICULES LÉGERS POLYCARBURANTS À ÉTHANOL (C1)

Description

L'utilisation de mélanges d'essence contenant un maximum de 10 % d'éthanol (alcool éthylique) en volume (E10) est couverte par la garantie de tous les fabricants d'automobiles aux États-Unis et au Canada. En 2009, le Brésil et les États-Unis ont produit 89 % du carburant éthanol fabriqué dans le monde. Le règlement sur les carburants renouvelables, publié le 1^{er} septembre 2010, exige que les producteurs et importateurs de carburant aient une teneur moyenne d'au moins 5 % en carburant renouvelable basée sur le volume d'essence qu'ils produisent ou importent, et ce, à compter du 15 décembre 2010 (Transports Canada, 2010c).

La plus haute teneur en oxygène de l'éthanol permet une combustion plus complète et réduit les émissions de GES. En se consumant, l'éthanol produit jusqu'à 8 % moins d'émissions de GES. Cependant, selon le département d'énergie des États-Unis, si le cycle de vie entier de l'éthanol de cellulose est considéré, il y a une réduction de 90 % en émissions de GES comparativement à l'essence (US DOE, 2012a).

Champ d'application

L'éthanol peut servir d'additif ou même de substitut à l'essence pour les véhicules légers. Les véhicules polycarburants peuvent rouler avec du E85 (les mélanges d'éthanol, allant jusqu'à 85 % d'éthanol) sans perte remarquable de puissance (AutoUSA, 2012).

Durée de vie

La durée de vie est la même que celle d'un véhicule conventionnel, soit de 12 à 15 ans.

Économie d'énergie

L'éthanol a un contenu énergétique de 34 % inférieur à celui de l'essence, ce qui devrait, en théorie, faire augmenter la consommation en proportion. Toutefois, il a un indice d'octane plus élevé; donc, lorsqu'il remplace l'essence, le taux de compression du moteur peut être augmenté. Cela compensera en partie la diminution du rendement du carburant, qui varie en réalité entre 3 % pour le mélange E10, et 26 % pour E85. Par conséquent, pour un carburant E85, la consommation d'essence diminuerait d'environ 65 %, mais il n'y a pas d'économie en énergie équivalente. Le facteur de conversion énergétique pour l'essence est de 34,66 GJ/1000 L et de 38,68 GJ/1000 L pour le diesel (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Les véhicules à E85 ont le même prix que les véhicules similaires à essence.

Pour les véhicules existants, la conversion est possible pour certains marques et modèles à un coût d'environ 600 \$, mais cette approche n'est pas répandue. Il faut mentionner qu'il n'y a pas de conversion nécessaire pour les véhicules légers employant du E10, mais seulement pour ceux utilisant du E85.

Pour ce qui est du coût du carburant, le prix est très volatile et aucune donnée n'est disponible pour Québec. Toutefois, à Ottawa, le 7 décembre 2012, le mélange E85 était moins cher que l'essence ordinaire (0,02 \$/L, 1,153 comparativement à 117,3).

Taux de pénétration

Selon les renseignements fournis par les concessionnaires, une grande partie des véhicules sont conçus pour fonctionner au E85, par exemple tous les véhicules Ford et toutes les camionnettes GM. Le problème de pénétration est lié à la disponibilité dans les stations-services au Québec. Selon les fournisseurs de carburant, il n'y a pratiquement pas de stations qui vendent du E85. On a mentionné qu'un règlement du gouvernement fédéral exige que les essences automobiles vendues au Canada contiennent, à partir du 1^{er} septembre 2010, une moyenne annuelle du pool de 5 % d'éthanol. En raison de ce règlement, plusieurs qualités d'essence peuvent désormais contenir jusqu'à 10 % d'éthanol.

De ce point de vue, le taux actuel est de 0 %.

Taux de pénétration estimé :

- Actuel : 0 %
- Scénarios 2016 : faible 5 %; modéré 10 %; fort 15 %
- Scénarios 2021 : faible 20 %; modéré 25 %; fort 30 %

Résultats

Rentabilité

C1 - Véhicules légers polycarburants à éthanol E85

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	1 288,80 \$	1 300,13 \$
Référence	2 062,61 \$	2 073,95 \$
Élevé	2 892,23 \$	2 903,56 \$

Potentiel technique

C1 - Véhicules légers polycarburants à éthanol E85

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	3 616	0	3 426	0	3 235
À l'horizon 2021	0	2 813	0	2 637	0	2 461
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	3 296	0	3 122	0	2 949
À l'horizon 2021	0	2 509	0	2 352	0	2 195
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	2 979	0	2 822	0	2 665
À l'horizon 2021	0	2 192	0	2 055	0	1 918
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2 076 981	0	1 967 666	0	1 858 352	0
À l'horizon 2021	1 617 151	0	1 516 079	0	1 415 007	0
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2 358 101	0	1 793 521	0	1 693 881	0
À l'horizon 2021	1 442 629	0	1 352 464	0	1 262 300	0
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2 358 101	0	1 621 115	0	1 531 053	0
À l'horizon 2021	1 260 533	0	1 181 749	0	1 102 966	0

RÉDUCTION DE LA VITESSE DES VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 8 (D1)

Description

La traînée aérodynamique augmente de façon significative la consommation de carburant. Il a été estimé qu'une diminution de 2 % de la traînée peut améliorer d'approximativement 1 % la consommation de carburant (Browand 2005; Kenworth, 2008). En plus des dispositifs aérodynamiques ajoutés et intégrés, il existe aussi des pratiques simples demandant peu ou pas d'investissement, mais qui pourraient apporter des économies de carburant considérables.

L'approche la plus facile et la plus rentable pour réduire la traînée aérodynamique et augmenter le rendement en carburant est de réduire la vitesse sur route. Une vitesse excessive est le facteur le plus important dans la réduction du rendement en carburant, parce que la résistance de l'air aux vitesses élevées représente la majeure partie de la demande de puissance (Transports Canada, 2008; US EPA, 2009g). La règle empirique concernant l'influence de la vitesse sur la consommation de carburant indique que pour chaque 10 km/h au-delà de 90 km/h, on utilise une quantité de carburant supérieure d'à peu près 10 %.

Depuis le 1^{er} janvier 2009, les véhicules commerciaux assemblés en 1995 ou après, ayant un poids nominal brut de 11 794 kg (26 000 lb) et plus, circulant en Ontario et au Québec (peu importe où ils sont immatriculés) doivent utiliser des limiteurs électroniques qui restreignent leur vitesse à 105 km/h. Néanmoins, il y a encore d'importantes économies à réaliser en opérant à des vitesses plus basses que les limites établies.

Champ d'application

Cette mesure est applicable aux véhicules lourds de classe 8, existants ou neufs, ayant des déplacements plus longs et des vitesses moyennes plus élevées, sur l'autoroute.

Durée de vie

La durée de vie est égale à celle du camion, soit de 12 à 15 ans.

Économie d'énergie

L'impact de la vitesse sur la consommation de carburant a été évalué par deux essais sur piste de FPIinnovations. Comparativement à l'étape de base à 98 km/h, les étapes d'essai ont montré une économie de carburant de 2,0 % pour la vitesse constante de 95 km/h, et de 5,1 % pour la vitesse constante de 92 km/h (Surcel et al., 2009).

La valeur retenue pour l'économie de carburant est de 5 %, correspondant à une réduction de la vitesse d'environ 5 km/h, par exemple de 105 km/h à 100 km/h.

Dans les conditions connues au Québec, selon la BNCÉ (2011), on considère un parcours annuel de 113 008 km pour un camion semi-remorque de classe 8, dont 91 000 km à vitesse élevée. La consommation moyenne de carburant considérée est de 33 L/100 km (vide et chargé). Le facteur de conversion énergétique pour le diesel est de 38,68 GJ/1000 L (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Le coût associé à cette mesure est négligeable.

Taux de pénétration

Selon la BNCÉ (2011), on comptait au Québec 70 606 véhicules lourds de classe 8 en 2009, dont on estime à 24 200 le nombre de camions semi-remorques.

Certains parcs de véhicules limitent la vitesse de leurs véhicules à moins de 98 km/h. On estime le taux de pénétration actuel à 10 %¹.

Taux de pénétration estimé :

- Actuel : 10 %
- Scénarios 2016 : faible 10 %; modéré 11 %; fort 12 %
- Scénarios 2021 : faible 10 %; modéré 12 %; fort 13 %

1 Évalués par FPIinnovations selon leur expertise avec les flottes membres du groupe Performance Innovations Transport.

Résultats

Rentabilité

D1 - Réduction de la vitesse des véhicule lourds (classe 8)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	10 385,03 \$	10 473,79 \$
Référence	15 603,32 \$	15 692,08 \$
Élevé	21 197,93 \$	21 286,70 \$

Potentiel technique

D1 - Réduction de la vitesse des véhicule lourds (classe 8)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	88	3	87	3	86
À l'horizon 2021	4	98	4	96	4	95
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	82	3	81	3	80
À l'horizon 2021	3	87	3	85	3	84
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	75	3	74	3	73
À l'horizon 2021	3	79	3	77	3	76
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	226 766	79 430	224 247	78 547	221 727	77 665
À l'horizon 2021	251 748	88 180	246 154	86 221	243 357	85 241
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	203 107	73 382	207 171	72 566	204 844	71 751
À l'horizon 2021	223 632	78 332	218 663	76 591	216 178	75 721
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	203 107	67 605	190 864	66 854	188 719	66 103
À l'horizon 2021	201 635	70 627	197 154	69 057	194 913	68 273

ENSEMBLES ROUTIERS LONGS POUR VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 8 (D2)

Description

La charge qui peut être transportée par une combinaison tracteur/semi-remorque typique est limitée par la capacité de la remorque. Pour une semi-remorque à deux essieux de 53 pi, le volume est limité à environ 108 m³ et la masse totale en charge de la combinaison, à 41 500 kg. Les trains routiers sont des ensembles formés d'un tracteur et de deux semi-remorques ou plus. Un train routier avec deux semi-remorques de 53 pi peut transporter une masse totale en charge de 67 500 kg (Ontario Ministry of Transportation, 2011; US EPA, 2009f).



Ensemble routier long

Champ d'application

Cette méthode est applicable aux véhicules lourds de catégorie 8 (neufs et existants) pour des déplacements sur autoroute. Il faut mentionner que présentement il y a des restrictions pour la circulation des trains routiers : au Québec un permis spécial est nécessaire pour circuler sur des autoroutes et dans les périodes autorisées (Transports Québec, 2011).

Durée de vie

La durée de vie est égale à celle du camion (soit de 12 à 15 ans).

Économie d'énergie

La capacité supérieure des trains routiers permet de consommer de 21 à 33 % moins de carburant, et d'émettre moins d'émissions de GES par unité de charge transportée qu'une combinaison tracteur/semi-remorque typique. La valeur retenue est de 30 %.

Dans les conditions propres au Québec, selon la BNCÉ (2011), on considère un parcours annuel de 113 006 km pour un camion semi-remorque de classe 8. La consommation moyenne de carburant considérée est de 33 L/100 km. Le facteur de conversion énergétique pour le diesel est de 38,68 GJ/1000 L (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Il n'y a pas de coût associé à cette mesure.

Taux de pénétration

Selon la BNCÉ (2011), on comptait au Québec 70 606 véhicules lourds, dont on estime à 24 200 la proportion de camions semi-remorques.

Selon NACFE (2011), en 2011, aux États-Unis, le taux de pénétration était de 13 %. Présentement au Québec, certains parcs de véhicules utilisent les ensembles routiers longs. On estime le taux de pénétration actuel à 5 %.

Taux de pénétration estimé² :

- Actuel : 5 %
- Scénarios 2016 : faible 10 %; modéré 15 %; fort 20 %
- Scénarios 2021 : faible 15 %; modéré 20 %; fort 25 %

2 Évalués par FPIinnovations selon leur expertise avec les flottes membres du groupe Performance Innovations Transport.

Résultats

Rentabilité

D2 - Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	77 379,67 \$	78 041,05 \$
Référence	116 261,55 \$	116 922,92 \$
Élevé	157 947,43 \$	158 608,81 \$

Potentiel technique

D2 - Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	8	226	8	213	8	200
À l'horizon 2021	9	236	8	223	8	209
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	8	208	7	197	7	185
À l'horizon 2021	8	210	7	198	7	185
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	7	192	7	181	6	171
À l'horizon 2021	7	189	7	178	6	167
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	579 124	202 851	546 950	191 581	514 776	180 312
À l'horizon 2021	607 206	212 687	571 488	200 176	535 770	187 665
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	547 518	187 405	505 303	176 993	475 579	166 582
À l'horizon 2021	539 391	188 933	507 662	177 820	475 933	166 706
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	547 518	172 653	465 527	163 061	438 143	153 470
À l'horizon 2021	486 334	170 349	457 726	160 328	429 118	150 308

VÉHICULES LOURDS DE CLASSE 8 À BIODIESEL B20 (D3)

Description

Le biodiesel est un carburant de remplacement fait à partir d'huiles végétales, de graisses animales, de résidus forestiers et agricoles et d'autres déchets organiques. Il peut être utilisé à son état pur ou mélangé à un carburant diesel conventionnel (Association Canadienne Des Carburants Renouvelables, 2012; FPInnovations, 2010a et 2012).

Le biodiesel est maintenant offert à la pompe jusqu'à des concentrations de 5 % dans plus de 133 stations-services au Québec. Le règlement sur les carburants renouvelables, publié le 1^{er} septembre 2010, exige que les producteurs et importateurs de carburant aient une teneur renouvelable de 2 % basée sur le volume de carburant diesel et le mazout de chauffage qu'ils produisent ou importent, et ce, à compter du 1^{er} juillet 2011.

Champ d'application

Ce produit peut être utilisé dans les véhicules lourds fonctionnant au diesel, existants ou neufs.

Durée de vie

La durée de vie est la même que celle d'un véhicule conventionnel (en moyenne de 12 à 15 ans).

Économie d'énergie

Le biodiesel a un contenu énergétique de 8 % inférieur à celui du diesel, ce qui, dans le cas du B20 (carburant contenant 20 % de biodiesel), signifierait une diminution de 1 à 2 % de l'efficacité du carburant. La plupart des utilisateurs ne signalent pas de différence notable sur le plan du rendement ou de l'économie de carburant. Les essais sur piste faits par FPInnovations pour évaluer l'influence d'un mélange de biodiesel B5 sur l'efficacité du carburant ont, en fait, observé une amélioration de 1,6 % de la consommation (Rittich, 2010).

L'utilisation de B20 au lieu de B5 (sauf lors de la saison froide) donnerait une économie totale de produits pétroliers de 13 % (15 % en comparaison au B5, moins la perte d'efficacité de 2 %), mais il n'y a pas d'économie en énergie équivalente.

En outre, il a été affirmé que la quantité d'énergie requise pour produire un litre de biodiesel était supérieure à l'énergie fournie par ce carburant. Toutefois, le département de l'énergie des États-Unis a réalisé une analyse du cycle de vie de la production et de l'utilisation du biodiesel, laquelle a montré que pour chaque unité d'énergie fossile servant à fabriquer du biodiesel, 3,2 unités d'énergie étaient produites (US DOE, 2011d, 2012b). Le facteur de conversion énergétique pour le diesel est de 38,68 GJ/1000 L (selon le MRNF, 2012).

Dans les conditions propres au Québec, selon la BNCÉ (2011), on considère un parcours annuel de 113 006 km pour un camion de classe 8. La consommation moyenne de carburant considérée est de 33 L/100 km. Le facteur de conversion énergétique pour le diesel est de 38,68 GJ/1000 L (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Le prix du biodiesel B20 est plus élevé que celui du diesel, en moyenne, 0,05 \$/L de plus, ce qui revient au surcoût annuel du carburant de 1 865 \$ par camion de classe 8. Il n'y a pas de coût associé aux véhicules mêmes, car aucune transformation du véhicule n'est nécessaire (FPInnovations, 2012).

Taux de pénétration

Les fabricants de moteurs recommandent maintenant des proportions et des spécifications acceptables pour l'utilisation du biodiesel dans leur moteur, généralement du B5 (5 % de biodiesel, 95 % diesel). Les mélanges types seraient le B20 (20 % de biodiesel, 80 % diesel) par temps doux, ainsi que le B5 ou même le B2 (2 % de biodiesel, 80 % diesel) par temps froid.

Le problème de pénétration est la disponibilité dans les stations-services au Québec.

De ce point de vue, le taux actuel est de 5 %.

Taux de pénétration estimé³ :

- Actuel : 5 %
- Scénarios 2016 : faible 7 %; modéré 12 %; fort 18 %
- Scénarios 2021 : faible 14 %; modéré 19 %; fort 25 %

3 Évalué par FPInnovations selon leur expertise.

Résultats

Rentabilité

D3 - Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	6 884,93 \$	7 022,35 \$
Référence	14 964,19 \$	15 101,61 \$
Élevé	23 626,09 \$	23 763,52 \$

Potentiel technique

D3 - Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	394	0	373	0	347
À l'horizon 2021	0	404	0	381	0	353
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	364	0	344	0	321
À l'horizon 2021	0	359	0	338	0	313
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	335	0	317	0	296
À l'horizon 2021	0	324	0	305	0	283
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	505 840	0	478 644	0	446 010	0
À l'horizon 2021	519 299	0	489 107	0	452 877	0
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	462 807	0	442 198	0	412 048	0
À l'horizon 2021	461 301	0	434 481	0	402 297	0
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	462 807	0	407 390	0	379 614	0
À l'horizon 2021	415 925	0	391 744	0	362 726	0

BIOCARBURANTS POUR AVIONS (D4)

Description

Les biocarburants sont des carburants de remplacement faits à partir de plusieurs constituants : la biomasse et les algues sont des exemples viables. L'éthanol et le méthanol, au contraire, ne peuvent pas être utilisés dans des avions puisqu'ils ne contiennent pas assez d'énergie par unité de masse.

En brûlant le biocarburant dans les moteurs conventionnels d'avions, Virgin Atlantic a mesuré une réduction de 50 % des émissions de GES et en carburant fossile, comparativement à l'essence traditionnelle (Times Science, 2012). Cependant, les émissions produites par le biocarburant dépendent de la façon dont il a été produit.



Virgin Atlantic 747 Wave, qui a complété le trajet Londres-Amsterdam sans incident

Champ d'application

Les biocarburants sont en plein stade de développement, mais dans le futur, ils pourraient être utilisés dans n'importe quel engin de vol. Les avions commerciaux actuels sont capables de voler avec un mélange de 15 % à 30 % de biocarburant sans modification aux moteurs.

Durée de vie

La durée de vie est la même que celle d'un appareil conventionnel (en moyenne 25 ans).

Économie d'énergie

Selon la BNCÉ (2011), la consommation d'énergie du transport aérien au Québec a été de 32,9 PJ en 2009 et, en considérant le facteur de conversion pour le carburant d'avion de 35,93 GJ/1000 L, cela équivaut à environ 916 millions de litres de carburant consommé.

On considère une réduction de la consommation de 20 %, mais il n'y a pas d'économie en énergie équivalente.

Coûts

Le coût des biocarburants est plus élevé que pour les carburants conventionnels, en moyenne 0,2 \$/L de plus (Bright Hub, 2012), ce qui revient au surcoût annuel total de 183,2 millions \$, au niveau du transport aérien au Québec). Par contre, il n'y a pas de coût associé aux appareils existants.

Taux de pénétration

Taux de pénétration estimé⁴ :

- Actuel : 0 %
- Scénarios 2016 : faible 0,5 %; modéré 1 %; fort 1,5 %
- Scénarios 2021 : faible 1 %; modéré 1,5 %; fort 2 %

4 Évalués par FPInnovations

Résultats

Rentabilité

D4 - Biocarburant pour avions

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(1 646 972,92 \$)	(1 628 318,28 \$)
Référence	(373 359,30 \$)	(354 704,66 \$)
Élevé	992 102,37 \$	1 010 757,01 \$

* Les chiffres entre parenthèses représentent des chiffres négatifs

Potentiel technique

D4 - Biocarburant pour avions

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	180	0	179	0	178
À l'horizon 2021	0	191	0	190	0	189
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	197	0	196	0	195
À l'horizon 2021	0	206	0	205	0	204
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	181	0	181	0	180
À l'horizon 2021	0	190	0	189	0	188
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	227 993	0	226 848	0	225 702	0
À l'horizon 2021	241 999	0	240 777	0	239 554	0
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	251 566	0	247 724	0	246 473	0
À l'horizon 2021	260 990	0	259 672	0	258 354	0
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	251 566	0	228 803	0	227 647	0
À l'horizon 2021	240 323	0	239 109	0	237 896	0

BIODIESEL B20 POUR TRANSPORT MARITIME (D5)

Description

Le biodiesel est un carburant de remplacement fait à partir d'huiles végétales, de graisses animales, de résidus forestiers et agricoles et d'autres déchets organiques. Il peut être utilisé à son état pur ou mélangé à un carburant diesel à base de pétrole. Selon un rapport publié par l'EPA (US EPA, 2010) le biodiesel émet en moyenne 48 % moins de GES durant son cycle de vie que le diesel.

Le biodiesel a un contenu énergétique de 8 % inférieur à celui du diesel, ce qui, dans le cas du B20, signifierait une diminution de 1 à 2 % de l'efficacité du carburant. La plupart des utilisateurs ne signalent pas de différence notable sur le plan du rendement ou de l'économie de carburant.

Champ d'application

Cette technologie est applicable au transport maritime, incluant les embarcations de plaisance. Tout engin construit pour le diesel régulier est compatible avec le biodiesel B20. Puisque la majorité des grands vaisseaux de transport fonctionnent au diesel, le champ d'application est immédiat (US DOT, 2010).

Durée de vie

La durée de vie est la même que celle d'un bateau conventionnel (en moyenne 40 ans).

Économie d'énergie

Selon la BNCÉ (2011), le transport maritime a consommé un total de 44,8 PJ en 2009 au Québec.

L'utilisation de B20 au lieu de B5 (sauf lors de la saison froide) générerait une économie totale de produits pétroliers de 13 % (15 % par rapport au B5, moins la perte d'efficacité de 2 %), mais il n'y a pas d'économie en énergie équivalente. Le facteur de conversion énergétique pour le diesel de 38,68 GJ/1000 L (selon le MRNF, 2012).

Coûts

Le prix du biodiesel B20 est plus élevé que celui du diesel, en moyenne de 0,05 \$/L, ce qui revient au surcoût annuel total de 38,6 millions \$, au niveau du transport maritime au Québec. Il a été affirmé que la quantité d'énergie requise pour produire

un litre de biodiesel était supérieure à la quantité d'énergie fournie par ce carburant. Toutefois, le département de l'énergie des États-Unis a réalisé une analyse du cycle de vie de la production et de l'utilisation du biodiesel, laquelle a montré que pour chaque unité d'énergie fossile servant à fabriquer du biodiesel, 3,2 unités d'énergie étaient produites. Il n'y a pas de coût associé aux navires.

Taux de pénétration

Le règlement sur les carburants renouvelables, publié le 1^{er} septembre 2010, exige que les producteurs et importateurs de carburant aient une teneur renouvelable de 2 % basée sur le volume de carburant diesel et le mazout de chauffage qu'ils produisent ou importent, et ce, à compter du 1^{er} juillet 2011. Le biodiesel a été expérimenté au Québec notamment dans les projets BioMer, BioPêche et BioShip (Biodiesel Québec, 2012).

Taux de pénétration estimé⁵ :

- Actuel : moins de 2 %
- Scénarios 2016 : faible 5 %; modéré 6 %; fort 7 %
- Scénarios 2021 : faible 6 %; modéré 7 %; fort 8 %

5 Évalués par FPInnovations

Résultats

Rentabilité

D5 - Biodiesel pour le transport par eau

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	(64 158,33 \$)	(54 815,91 \$)
Référence	344 283,38 \$	353 625,80 \$
Élevé	782 180,31 \$	791 522,73 \$

Potentiel technique

D5 - Biodiesel pour le transport par eau

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	86	0	85	0	84
À l'horizon 2021	0	90	0	89	0	88
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	86	0	85	0	84
À l'horizon 2021	0	88	0	87	0	87
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	85	0	84	0	83
À l'horizon 2021	0	86	0	85	0	84
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	130 017	0	128 649	0	127 280	0
À l'horizon 2021	136 704	0	135 250	0	133 795	0
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	133 590	0	128 061	0	126 699	0
À l'horizon 2021	133 687	0	132 265	0	130 843	0
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	133 590	0	127 344	0	125 989	0
À l'horizon 2021	130 357	0	128 971	0	127 584	0

BIODIESEL POUR L'INDUSTRIE FERROVIAIRE (D6)

Description

Le biodiesel est un carburant de remplacement fait à partir d'huiles végétales, de graisses animales, de résidus forestiers et agricoles et d'autres déchets organiques. Il peut être utilisé à son état pur ou mélangé à un carburant diesel à base de pétrole. Selon un rapport publié par l'EPA, le biodiesel émet en moyenne 48 % moins de GES durant son cycle de vie que le diesel (US EPA, 2010).

Le biodiesel a un contenu énergétique de 8 % inférieur à celui du diesel, ce qui, dans le cas du B5, signifierait une diminution de moins de 0,5 % de l'efficacité du carburant. La plupart des utilisateurs ne signalent pas de différence notable sur le plan du rendement ou de l'économie de carburant.

Champ d'application

Les moteurs de locomotive actuels peuvent fonctionner avec un mélange à 5 % biocarburant (B5) sans effet indésirable, mais pas plus. Afin d'étendre le champ d'application, il serait nécessaire d'installer sur les trains de nouveaux moteurs capables de fonctionner entièrement aux biocarburants (International Union of Railways, 2007; Canadian Pacific, 2009).

Durée de vie

La durée de vie est la même que celle d'un véhicule conventionnel (en moyenne 40 ans).

Économie d'énergie

Selon la BNCÉ (2011), la consommation d'énergie du transport ferroviaire au Québec a été de 9,8 PJ en 2009 (selon la BNCE, le transport ferroviaire ne consomme que du carburant diesel) et, en considérant, le facteur de conversion pour le carburant de 38,68 GJ/1000 L, cela équivaut à environ 253 millions de litres de carburant consommé.

L'utilisation de B5 au lieu du carburant diesel normal génèrerait une économie totale en produit pétrolier de 5 %, mais il n'y a pas d'économie en énergie équivalente.

Coûts

Le prix du biodiesel B5 est plus élevé que celui du diesel en moyenne de 0,03 \$/L, ce qui revient au surcoût annuel total de 7,7 millions \$, au niveau du transport ferroviaire au Québec. Il est affirmé que la quantité d'énergie requise pour produire un litre de biodiesel était supérieure à celle de l'énergie fournie par ce carburant. Toutefois, le département de l'énergie des États-Unis a réalisé une analyse du cycle de vie de la production et de l'utilisation du biodiesel, laquelle a démontré que, pour chaque unité d'énergie fossile servant à fabriquer du biodiesel, 3,2 unités d'énergie étaient produites.

Il n'y a pas de coût associé aux véhicules mêmes.

Taux de pénétration

Le règlement sur les carburants renouvelables, publié le 1^{er} septembre 2010, exige que les producteurs et importateurs de carburant aient une teneur renouvelable de 2 % basée sur le volume de carburant diesel et le mazout de chauffage qu'ils produisent ou importent, et ce, à compter du 1^{er} juillet 2011, ce qui favorise son implantation.

Taux de pénétration estimé :

- Actuel : 3 %
- Scénarios 2016 : faible 5 %; modéré 7 %; fort 9 %
- Scénarios 2021 : faible 7 %; modéré 9 %; fort 10 %

Résultats

Rentabilité

D6 - Biodiesel pour l'industrie ferroviaire

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	1 124,87 \$	2 539,72 \$
Référence	84 302,70 \$	85 717,55 \$
Élevé	173 478,99 \$	174 893,84 \$

Potentiel technique

D6 - Biodiesel pour l'industrie ferroviaire

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	13	0	12	0	12
À l'horizon 2021	0	13	0	13	0	13
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	14	0	14	0	13
À l'horizon 2021	0	14	0	14	0	14
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	15	0	15	0	14
À l'horizon 2021	0	15	0	15	0	15
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	16 940	0	16 583	0	16 227	0
À l'horizon 2021	17 896	0	17 511	0	17 318	0
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	17 146	0	18 104	0	17 714	0
À l'horizon 2021	19 304	0	18 889	0	18 682	0
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	17 146	0	19 480	0	19 061	0
À l'horizon 2021	20 009	0	19 578	0	19 363	0

ANNEXE 2-3

Mesures économiques-comportementales, transport des personnes (E) et
mesures économiques-comportementales, transport des marchandises (F)

Table des matières

	<i>Page</i>
INTERNALISATION DES COÛTS EXTERNES LIÉS AUX DÉPLACEMENTS (E1).....	1
Hausse du prix des carburants (E1.1)	1
Mesures visant à réduire le kilométrage parcouru en véhicule automobile (E1.2).....	5
ACHAT DE VÉHICULES NEUFS À FAIBLE CONSOMMATION (E2)	13
RESTRICTION DE L'ACCÈS AUX CENTRES URBAINS AUX VÉHICULES LÉGERS (E3)	21
Péages routiers (E3.1).....	21
Diminution des subventions de stationnement par l'employeur (E3.2).....	32
Hausse du prix du stationnement en ville (E3.3)	40
COVOITURAGE POUR LES DÉPLACEMENTS POUR TOUS LES MOTIFS (E4).....	45
Désignation de voies réservées aux véhicules à occupants multiples (E4.1)	45
COVOITURAGE POUR LES DÉPLACEMENTS LIÉS AU TRAVAIL (E5)	51
Mesure favorisant le covoiturage pour se rendre au travail (E5.1).....	51
Retour à la maison garanti (E5.2).....	58
OPTIMISATION DE L'AMÉNAGEMENT URBAIN (E6)	60
Optimisation du zonage urbain (E6.1)	60
Investissements dans les infrastructures de transport non motorisé (E6.2).....	62
TÉLÉTRAVAIL (E7).....	65
Télétravail (E7.1).....	65
HORAIRES DE TRAVAIL FLEXIBLE (E8).....	69
Horaires de travail flexibles (E8.1).....	69
UTILISATION DU TRANSPORT EN COMMUN POUR TOUT TYPE DE DÉPLACEMENT (E9)	73
Rabais sur tarifs de transport en commun (E9.1).....	73
Augmentation du niveau de service du transport en commun (E9.2/E9.3)	79
Promotion du transport en commun et amélioration de l'information aux utilisateurs (E9.4)	83
UTILISATION DE MODES DE TRANSPORT ALTERNATIFS (E10)	85
Plateforme de partage de voitures (E10.1).....	85
Mise sur pied d'espaces de stationnement aux stations de transit (E10.2).....	86
ÉCOCONDUITE POUR CONDUCTEURS DE VÉHICULES LÉGERS (E11)	89

Table des matières (suite)

	Page
RESTRICTION DE L'ACCÈS AUX CENTRES URBAINS AUX VÉHICULES LOURDS (F3)	93
Péages routiers (F3.1)	93
ÉCOCONDUITE POUR CONDUCTEURS DE VÉHICULES LOURDS DE CLASSES 3 À 8 (F4, F5).....	101

Liste des tableaux

	Page
Tableau A2.3-1 Réduction de la consommation énergétique liée à une hausse du prix de l'essence	2
Tableau A2.3-2 Réduction de la consommation énergétique liée à l'assurance progressive au kilomètre (E1.2.1).....	6
Tableau A2.3-3 Réduction de la consommation énergétique liée au frais au kilomètre (E1.2.2).....	8
Tableau A2.3-4 Coûts à surveiller et facturer les déplacements d'un véhicule.....	9
Tableau A2.3-5 Résultats des scénarios selon les niveaux d'incitatifs à l'immatriculation.	16
Tableau A2.3-6 Résultats des scénarios selon les niveaux d'incitatifs à l'achat.....	17
Tableau A2.3-7 Coûts à surveiller les déplacements d'un véhicule	25
Tableau A2.3-8 Réduction de la consommation énergétique liée à une diminution des subventions de stationnement par l'employeur	33
Tableau A2.3-9 Réduction de la consommation énergétique liée à l'augmentation du prix du stationnement.....	41
Tableau A2.3-10 Données des sociétés de transport de Montréal, Longueuil et Québec.....	75
Tableau A2.3-11 Données concernant les véhicules de transport en commun	76

Liste des figures

	Page
Figure A2.3-1 Impact d'une mesure de redevances-remises sur le marché des véhicules neufs.....	14
Figure A2.3-2 Offre et demande de transport avec et sans péage, en l'absence de congestion.....	26
Figure A2.3-3 Offre et demande de transport avec congestion.....	27
Figure A2.3-4 Offre et demande de transport avec et sans péage, avec congestion	28

INTERNALISATION DES COÛTS EXTERNES LIÉS AUX DÉPLACEMENTS (E1)

Les mesures de la catégorie E1 permettent de mieux transférer le coût du déplacement à son utilisateur. Tandis que la sous-catégorie E1.1 concerne l'augmentation du coût des combustibles, E1.2 présente des frais au kilomètre. Les premières incitent à réduire l'achat de carburants, dont la consommation est directement reliée à la production d'émissions de GES et aux externalités environnementales pour la société, tandis que les dernières incitent le consommateur à réduire son kilométrage indépendamment de l'efficacité énergétique du véhicule qu'il utilise. Ainsi, de ces deux types d'incitatifs à réduire l'utilisation du véhicule, seules les mesures liées aux carburants reflètent directement le coût de la pollution et incitent à l'efficacité énergétique.

Hausse du prix des carburants (E1.1)

Description¹

Une augmentation du prix de l'essence (mesure E.1.1.1) peut être considérée comme une hausse du coût de la conduite automobile. Une taxe sur l'essence vise à affecter directement ce coût de manière à décourager l'utilisation d'un véhicule automobile. Ainsi, cette mesure permet également de contrebalancer l'effet rebond généré par les améliorations de l'efficacité énergétique² en haussant le coût marginal d'utilisation du véhicule.

Notons que la hausse du prix de l'essence peut avoir des effets indirects sur des facteurs qui influencent aussi, en retour, le nombre de km parcourus. Par exemple, Tanguay et Gingras (2011) et Molloy et Shan (2010) ont démontré qu'une augmentation du prix de l'essence contribue à réduire l'étalement urbain.

Cette mesure peut prendre la forme de l'augmentation du prix de l'essence pour payer l'assurance automobile (mesure E.1.1.2, prime d'assurance payée à la pompe). Autrement dit, les revenus collectés par l'imposition d'une telle taxe peuvent être utilisés de manière à financer une assurance automobile de base.

Champ d'application

Cette mesure s'applique à l'ensemble des propriétaires de véhicules utilisant l'essence pour carburant. Elle peut affecter le choix du véhicule à l'achat, mais vise plus directement à influencer le niveau d'utilisation des véhicules.

1 Barla et al. (2009) et Greene et Plotkin (2011)

2 C'est-à-dire que l'amélioration de l'efficacité énergétique se traduit par une réduction du coût marginal de la conduite automobile et peut donc mener à une augmentation de la distance parcourue et de la consommation d'essence.

Cette mesure s'applique autant aux véhicules légers qu'aux véhicules lourds. Toutefois, dû au manque de données sur les élasticités-prix du transport par véhicule lourd, seulement l'impact sur les véhicules légers sera examiné.

Durée de vie

Puisqu'aucun investissement n'est nécessaire, toutes les durées peuvent théoriquement être choisies pour cette mesure. La durée est considérée comme un an, ce qui permet son renouvellement annuel jusqu'à la fin de l'horizon sur lequel porte l'étude.

Économie d'énergie

Tableau A2.3-1³ Réduction de la consommation énergétique liée à une hausse du prix de l'essence

Étude	Source des données	Véhicule ciblé	Hausse du prix de l'essence	Réduction de la consommation énergétique	
				À court terme	À long terme
Johansson et Schipper (1997)	Globale	Véhicules légers	10,00%	n.d.	Entre 4 et 10%
Cambridge Systematics (2009)	État-Unis	Véhicules légers	10,00%	4,00%	4,00%
Congressional Budget Office (2008)	État-Unis	Véhicules légers	10,00%	0,60%	4,00%
Scénario fort - Brons et al. (2008)	Globale	Véhicules légers	10,00%	3,40%	8,40%
Scénario de référence - Barla et al. (2009)	Canada	Véhicules légers	10,00%	1,15%	2,80%
Scénario faible - Small et Van Dender (2007)	État-Unis	Véhicules légers	10,00%	0,74%	3,63%

Barla et al. (2009) : Élasticité-prix au Canada (1990-2004)

Litman (2012) recense également un très grand nombre d'études ayant estimé ces élasticités. Néanmoins, la plupart de ces élasticités sont calculées à partir de données américaines. Les estimations de Barla et al. (2009) sont donc favorisées. Notons d'ailleurs que les valeurs des élasticités de Barla et al. sont comparables à ce qui a été calculé ailleurs.

Autres études de la revue de littérature

Des valeurs d'élasticité additionnelles peuvent être tirées de DOT (2010), Cambridge Systematics (2009), Brons et al. (2008) et CBO (2008).

Coûts et rentabilité

L'assurance payée à la pompe n'engendre pas de coût supplémentaire pour le consommateur moyen⁴. Ainsi, cette étude considère que la perte de surplus du consommateur est nulle pour la mesure E1.1.2.

³ Les lignes surlignées en foncées indiquent les valeurs retenues pour les calculs.

⁴ À noter que le coût lié à un mécanisme spécial pour garder la trace des achats de carburant, comme une carte par exemple, n'a pas été considéré puisqu'il a été considéré négligeable.

Ce n'est pas le cas de la mesure E1.1.1, puisqu'il s'agit d'une taxe qui entraîne une distorsion des prix. D'une part, les taxes collectées ne constituent pas un coût pour la société puisqu'elles sont redistribuées. D'autre part, l'ajout d'une taxe génère une perte sèche, une perte de bien-être en raison de la diminution de la quantité consommée du bien taxé. L'effet de cette distorsion des prix doit être considéré dans le coût de la mesure E1.1.1. Le montant d'une perte sèche équivaut généralement à :

$$\frac{\Delta \text{prix} \times \Delta \text{qté}}{2}$$

Pour compliquer les choses davantage, une taxe a l'effet inverse d'une perte sèche lorsque le prix du marché est trop faible. Cela peut se produire lorsque la consommation d'un bien a des effets néfastes sur la société, tels la pollution. Dans ce cas, la taxe est bénéfique jusqu'à ce qu'elle ait récupéré le coût pour la société.

En ce qui concerne les GES, la consommation d'essence génère un coût pour la société de 0,4923 ¢/litre⁵. Toute taxe jusqu'à ce montant crée un surplus, et toute taxe au-delà de ce montant crée une perte sèche. Il s'agit donc de déterminer l'effet net de la perte sèche et du surplus générés par la taxe pour obtenir le coût de la mesure E1.1.1.

Résultats

Rentabilité⁶

E1.1.1 - Hausse du prix de l'essence

Scénario de coût	VAN (M\$)						E1.1.1
	Externalités			Coût d'équipement et d'opération			
	Faible	Moyenne	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée	
Scénario de pénétration							
Scénario du prix du pétrole brut							
Faible	(1,77)	(1,62)	(4,84)				
Référence	(3,12)	(2,84)	(8,49)				
Élevé	(4,16)	(3,83)	(11,45)				

E1.1.2 - Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)

Scénario de coût	VAN (M\$)						E1.1.2
	Externalités			Coût d'équipement et d'opération			
	Faible	Moyenne	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée	
Scénario de pénétration							
Scénario du prix du pétrole brut							
Faible	0,02	0,02	0,05				
Référence	0,01	0,01	0,03				
Élevé	0,01	0,01	0,02				

5 En considérant un coût pour la tonne de CO₂ à 1,80 \$ et une production de GES de 2,29 kg/litre, le coût moyen pour la société par litre d'essence consommé est de 0,4122 ¢. En ajoutant le coût à la tonne du SO₂ et du NO_x, le coût par litre atteint 0,4923 ¢.

6 La rentabilité de la taxe sur l'essence est négative, car le prix de l'abattement du CO₂ est faible par hypothèse.

Potentiel technique

E1.1.1 - Hausse du prix de l'essence

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence)							E1.1.1
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	2	42	2	66	7	195	
À l'horizon 2021	7	191	5	147	16	441	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	1	39	2	60	6	177	
À l'horizon 2021	6	170	5	131	14	393	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	1	35	2	54	6	160	
À l'horizon 2021	5	149	4	115	12	344	
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées							E1.1.1
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	99 300	35 922	154 317	55 824	456 243	165 046	
À l'horizon 2021	449 258	162 677	346 535	125 481	1 039 605	376 443	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	90 509	32 742	140 656	50 883	415 854	150 437	
À l'horizon 2021	400 679	145 103	309 064	111 925	927 192	335 775	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	81 807	29 594	127 132	45 991	375 869	135 974	
À l'horizon 2021	350 037	126 774	270 001	97 787	810 003	293 362	

E1.1.2 - Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence)							E1.1.2
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	12	337	19	524	55	1 550	
À l'horizon 2021	63	1 756	48	1 355	145	4 064	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	6	180	10	280	29	829	
À l'horizon 2021	32	903	25	697	75	2 090	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	4	116	6	180	19	531	
À l'horizon 2021	22	616	17	475	51	1 425	
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées							E1.1.2
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	791 216	286 223	1 229 593	444 806	3 635 318	1 315 080	
À l'horizon 2021	4 139 703	1 498 995	3 193 159	1 156 249	9 579 478	3 468 748	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	422 982	153 016	657 336	237 795	1 943 429	703 045	
À l'horizon 2021	2 129 162	771 059	1 642 329	594 756	4 926 986	1 784 269	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	271 286	98 140	421 593	152 515	1 246 449	450 915	
À l'horizon 2021	1 451 514	525 700	1 119 625	405 499	3 358 874	1 216 496	

Mesures visant à réduire le kilométrage parcouru en véhicule automobile (E1.2)

Description

La mesure E1.2.1, l'assurance automobile progressive au kilométrage, module les paiements d'assurance en fonction du nombre de km parcourus annuellement. La prime d'assurance prend alors la forme d'un prix pour chaque kilomètre parcouru. La structure de prix passe donc d'un coût fixe à un coût variable. Ainsi, cette mesure crée un incitatif pour le propriétaire du véhicule à réduire ses déplacements afin de réduire ses coûts d'assurance automobile. Une étude du Brookings Institution (2008a) estime que près des deux tiers des ménages profiteraient de primes d'assurance inférieures à celles chargées sous le système traditionnel. Toutefois, ce type d'assurance n'est pas généralisé au Québec⁷. L'assurance automobile progressive au kilométrage s'apparente à la hausse du prix de l'essence pour payer l'assurance automobile. Elle peut donc être utilisée comme alternative à la mesure E1.1.2. De plus, Parry (2005) conclut que les externalités positives de l'assurance automobile au kilométrage dépassent celles d'une hausse du prix des carburants (mesure E1.1), en considérant que la mesure entraîne une plus grande réduction de la congestion, compensant pour sa plus faible réduction de la pollution⁸. Toutefois, l'auteur n'explique pas ce résultat contre-intuitif.

La mesure E1.2.2, le frais au kilomètre (anglais : VMT fee), est un prix chargé pour chaque kilomètre parcouru, à l'instar de la mesure E1.2.1. Toutefois, ce frais est conçu pour financer les infrastructures de transport. Ainsi, le coût marginal de l'utilisation du véhicule est augmenté de manière à générer un incitatif à diminuer la distance parcourue par voiture. Concrètement, cette mesure peut prendre la forme d'un frais chargé au kilomètre ou encore d'un prix supplémentaire ajouté aux frais d'immatriculation⁹.

Ces deux mesures requièrent l'installation d'un système de collecte de données sur le kilométrage parcouru. Plusieurs méthodes ou dispositifs sont disponibles pour enregistrer le kilométrage parcouru par voiture. Notamment, Brookings Institution (2008a) documente plusieurs marques de puces se connectant à un ordinateur et

7 Sébastien Templier, « Bientôt des assurances au kilomètre parcouru? ». La Presse, 27 mai 2011 [en ligne] <http://auto.lapresse.ca/dossiers/dossiers-speciaux/201109/12/01-4446192-bientot-des-assurances-au-kilometre-parcouru.php> [page consultée le 18 décembre 2012]

8 L'assurance auto progressive (*pay-as-you-drive insurance*) est décrite de manière détaillée dans Brookings Institution (2008a). Le Victoria Transport Policy Institute (2011) y dédie également un chapitre.

9 Cette mesure est décrite de manière détaillée dans DOT (2010) et dans Cambridge Systematics (2009). Plusieurs autres études en font mention, souvent en parallèle de l'assurance automobile progressive.

divers systèmes GPS qui transmettent automatiquement l'information sur les déplacements. Sorensen et al. (2009) étudient des alternatives et concluent que la seule option à faible coût est l'autodéclaration des lectures d'odomètre, qu'ils jugent difficile à vérifier, à faire respecter et à administrer. Puisque les coûts et la commodité des systèmes de mesure varient grandement, un seul est retenu dans la suite de l'analyse ci-dessous : les GPS.

Champ d'application

Ces mesures pourraient s'appliquer à l'ensemble des propriétaires de véhicules légers (transport des passagers). Elles n'affectent pas le choix du véhicule à l'achat, mais visent plutôt à influencer le niveau d'utilisation des véhicules légers. Bien que cette mesure puisse toucher également les véhicules lourds, les études consultées ne permettent pas d'évaluer cette variante.

Durée de vie

5 ans renouvelables, soit la durée de vie moyenne du GPS.

Économie d'énergie

Le tableau A2.3-2 présente un résumé des résultats de six études concernant la mesure E1.2.1. L'étude du Victorian Transport Policy Institute (VTPI) mentionne que le coût de l'assurance moyen est de 6 ¢/mile, c'est-à-dire 3,73 ¢/km. En effectuant une moyenne des élasticités de l'ensemble des études, l'économie d'énergie à appliquer pour une assurance progressive au kilomètre de 3,73 ¢/km est de 7,68 %.

Tableau A2.3-2¹⁰ Réduction de la consommation énergétique liée à l'assurance progressive au kilomètre (E1.2.1)

Étude	Coût par km	Réduction de la consommation énergétique
Brookings Institution (2008a)	0,0410	8 %
Brookings Institution (2008b)	0,0423	8 %
Cambridge Systematics (2009)	0,0410	10 %
DOT (2010)	0,0311	3,80 %
Parry (2005)	0,0404	9,10 %
VTPI (2011)	0,0373	9,70 %
Scénario fort	0,0423	8,70 %
Moyenne des études (Scénario de référence)	0,0373	7,68 %
Scénario faible	0,0311	6,40 %

10 Les lignes surlignées en foncées indiquent les valeurs retenues pour les calculs.

Brookings Institution (2008a) : Aux États-Unis, pour un coût d'assurance de 0,066 \$/mile, la réduction de la consommation d'énergie est de 8 % (à noter que l'effet varie d'un État à l'autre). (Les élasticités utilisées sont celles de Parry [2005]).

Brookings Institution (2008b) : En Californie, pour un coût d'assurance de 0,068 \$/mile, la réduction de la consommation d'énergie est de 8 %.

Cambridge Systematics (2009) : Hypothèses utilisées tirées de Brookings Institution (2008a) et de VTPI. Coût de la prime d'assurance : 0,066 \$/mile. Réduction des vkm¹¹ : 10 %.

DOT (2010) : L'implantation de l'assurance auto progressive est ici traitée comme un coût additionnel du transport de 4 à 6 ¢ par mile, ce qui correspond à une augmentation du prix de l'essence de 1 \$/gallon, et résulte en une réduction des vkm des véhicules légers de 3,8 %. Notons que l'étude utilise une élasticité de la quantité de transport (en vkm) par rapport au prix marginal du transport par voiture (exprimé en ¢/mile; incluant le prix d'assurance) de -0,45.

Parry (2005) : Aux États-Unis, pour un coût d'assurance de 0,065 \$/mile, la réduction de la consommation d'énergie est de 9,1 %. Notons que l'étude utilise une élasticité-prix de la demande d'essence de -0,55, qui correspond suivant certaines hypothèses à une élasticité des vkm par rapport au prix de l'essence de -0.15.

VTPI (2011) : Citant Deakin and Harvey (1997), les estimés suivants sont fournis :

Prix par mile	Réduction des vkm	Prix par mile	Réduction des vkm
1 ¢	-1,8 %	6 ¢	-9,7 %
2 ¢	-3,5 %	7 ¢	-11,2 %
3 ¢	-5,1 %	8 ¢	-12,5 %
4 ¢	-6,7 %	9 ¢	-13,8 %
5 ¢	-8,2 %	10 ¢	-15,2 %

Puisque le coût de l'assurance moyen est de 6 ¢ par mile, le VTPI estime que l'effet de l'assurance automobile progressive est de réduire le kilométrage annuel de 8 % à 10 %.

Zanema et al. (2008) : Au Pays-Bas, un projet pilote d'assurance progressive au kilomètre nommé TRANSUMO « Verzekeren per kilometer » a été mené. Toutefois, les données publiées concernent uniquement les pourcentages de réduction des accidents en lien avec différentes tarifications.

11 Dans l'étude originale, la réduction est plutôt exprimée en VMT (vehicles-miles traveled). Puisque la réduction prend la forme d'un ratio, nous utilisons ici indistinctement vkm et VMT. Cela est aussi vrai pour toutes réductions exprimées en pourcentage des VMT dans l'ensemble du présent document.

Le tableau A2.3-3 présente le résultat de deux études concernant la mesure E1.2.2. L'économie d'énergie est de 2,5 % si un frais par kilomètre modéré de 3,11 ¢/km est instauré.

Tableau A2.3-3¹² Réduction de la consommation énergétique liée au frais au kilomètre (E1.2.2)

Étude	Coût par km	Réduction de la consommation énergétique
Cambridge Systematics (2009) (scénario élevé)	0,0746	6,00 %
DOT (2010) (scénario de référence et faible)	0,0311	2,50 %
	0,0124	1,00 %

Cambridge Systematics (2009) : L'étude utilise une élasticité de la quantité de transport (en vkm) par rapport au prix marginal du transport par voiture (exprimé en ¢/mile) de -0,45. Le frais au kilomètre chargé dans le scénario fort est de 0,12 \$ par mile, ce qui équivaut à une taxe de 4 \$/gallon sur le prix du carburant ou à une consommation d'essence de 33 miles/gallon.

DOT (2010) : L'implantation d'un frais au kilomètre de 0,02 \$ par mile réduit l'utilisation (en vkm) de 1 % et un frais de 0,05 \$ par mile résulte en une réduction des vkm des véhicules légers de 2,5 %. Notons que l'étude utilise une élasticité du transport (en vkm) par rapport au prix marginal du transport par voiture (exprimé en ¢/mile) de -0,45.

Coûts et rentabilité

Concernant le coût d'acquisition et d'installation des unités GPS à bord, « dans un scénario de production en série, le coût unitaire d'installer l'équipement nécessaire à bord pourrait être assez faible, sous 50 \$, étant donné que dans quelques années la plupart des nouveaux véhicules comporteront probablement des receveurs GPS et considérant que le reste de l'équipement nécessaire est plutôt simple¹³ », d'après le professeur Jon Kuhl de l'Université de l'Iowa rapporté dans Forkenbrock et Hanley (2006). Toutefois, une étude du Groupe IBI et de Cambridge Systematics (2006) trouve un coût entre 200 \$ et 400 \$. De plus, une étude du Puget Sound Regional Council (2008) obtient un coût d'acquisition et d'installation des GPS de 227 \$/habitant et un coût d'opération annuel de 87 \$/habitant, ce qui revient respectivement à 303 \$/véhicule et 116 \$/véhicule s'il y a trois véhicules pour quatre habitants. Similairement, Brookings Institution (2008a) estime un coût d'opération annuel entre 60 \$ et 227 \$.

12 Les lignes surlignées en foncées indiquent les valeurs retenues pour les calculs.

13 Traduction libre.

Dans le cadre de la présente étude, un coût d'équipement aux cinq ans de 200 \$ et un coût d'opération annuel de 116 \$ sont retenus, correspondant à 316 \$ la première année et à 116 \$/an pour les quatre années suivantes. Le coût d'opération annuel inclut la maintenance, la surveillance et la communication des données. Le coût cumulé utilisé pour les calculs jusqu'en 2015-2016 et jusqu'en 2020-2021 est présenté dans le tableau A2.3-4 ci-dessous.

Tableau A2.3-4 Coûts à surveiller et facturer les déplacements d'un véhicule

Système de collecte de données	Coût jusqu'en 2016	Coût jusqu'en 2021
GPS	432 \$	1 212 \$

Une fois le GPS payé, l'assurance progressive au kilométrage n'engendre pas de coût supplémentaire pour le consommateur moyen. En effet, les surprimes des uns équivalent aux réductions de primes des autres. Ainsi, cette étude considère que la perte de surplus du consommateur est nulle pour la mesure E1.2.1. En conséquence, le coût total estimé pour la mesure E1.2.1 est le coût du GPS.

Ce n'est pas le cas de la mesure E1.2.2, puisqu'il s'agit d'une taxe qui entraîne une distorsion des prix. L'effet des taxes sur le bien-être global est traité en détail dans la fiche des mesures E1.1.

Le kilométrage effectué en voiture génère un coût pour la société de 0,04949 ¢/km¹⁴. Toute taxe jusqu'à ce montant crée un surplus, et toute taxe au-delà de ce montant crée une perte sèche. Il s'agit donc de déterminer l'effet net de la perte sèche et du surplus générés pour différents montants de taxe au kilomètre. Ces effets seront ajoutés au coût des GPS pour obtenir le coût de la mesure E1.2.2.

Quant au coût de l'usure des routes, bien qu'il croisse avec le kilométrage, il sera écarté de cette analyse pour deux raisons. Premièrement, ce coût croît exponentiellement avec le poids des véhicules (Greene, 2011), donc le lien avec le kilométrage des véhicules légers peut être tenu. D'autre part, le mandat de cette étude s'inscrit davantage dans la réduction de la pollution et la sécurité énergétique que dans la tarification des infrastructures de transport. Une taxe sur l'essence est déjà en place pour financer les routes au Québec.

14 En considérant un coût pour la tonne de CO₂ à 1,80 \$, une consommation moyenne de 10,3 litres/100 km, et une production de GES de 2,29 kg/litre, le coût moyen par kilomètre de l'externalité est de 0,04246 ¢. En ajoutant le coût à la tonne du SO₂ et du NO_x, le coût par kilomètre atteint 0,04949 ¢. Toutefois, il faut interpréter ce calcul prudemment puisque la pollution n'est pas reliée directement au kilométrage parcouru. La pollution dépend plutôt de la consommation de combustibles, et ainsi une taxe sur les carburants serait plus efficace.

Résultats

Rentabilité

E1.2.1 - Assurance auto progressive au kilométrage (Pay-as-you-drive)

VAN (M\$)							E1.2.1
Scénario de coût	Coût total de la mesure			Coût d'équipement et d'opération			
Scénario de pénétration	Faible	Moyenne	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée	
Scénario du prix du pétrole brut							
Faible	(5 293,47)	(5 293,47)	(5 293,47)				
Référence	(5 276,40)	(5 276,40)	(5 276,40)				
Élevé	(5 259,79)	(5 259,79)	(5 259,79)				

E1.2.2 - Frais chargé au kilomètre (VMT fee)

VAN (M\$)							E1.2.2
Scénario de coût	Coût total de la mesure			Coût d'équipement et d'opération			
Scénario de pénétration	Faible	Moyenne	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée	
Scénario du prix du pétrole brut							
Faible	(5 319,72)	(5 464,85)	(6 297,00)				
Référence	(5 301,19)	(5 438,06)	(6 222,62)				
Élevé	(5 283,35)	(5 413,20)	(6 157,19)				

Potentiel technique

E1.2.1 - Assurance auto progressive au kilométrage (Pay-as-you-drive)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence)						E1.2.1
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	13	367	16	440	18	499
À l'horizon 2021	12	337	14	404	16	458
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	12	334	14	401	16	455
À l'horizon 2021	11	300	13	361	15	409
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	11	302	13	362	15	411
À l'horizon 2021	9	263	11	315	13	357
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						E1.2.1
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	859 912	311 074	1 031 895	373 289	1 169 481	423 061
À l'horizon 2021	794 022	287 517	952 827	345 020	1 079 870	391 023
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	783 797	283 542	940 556	340 251	1 065 964	385 618
À l'horizon 2021	708 243	256 485	849 891	307 781	963 210	348 819
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	708 443	256 286	850 131	307 543	963 482	348 549
À l'horizon 2021	618 782	224 107	742 539	268 928	841 544	304 785

E1.2.2 - Frais chargé au kilomètre (VMT fee)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence)						E1.2.2
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	57	5	143	12	344
À l'horizon 2021	2	53	5	132	11	316
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	52	5	131	11	313
À l'horizon 2021	2	47	4	117	10	282
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	47	4	118	10	283
À l'horizon 2021	1	41	4	103	9	246
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						E1.2.2
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	134 354	48 603	335 885	121 507	806 125	291 617
À l'horizon 2021	124 059	44 922	310 148	112 305	744 356	269 533
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	122 462	44 301	306 154	110 753	734 771	265 807
À l'horizon 2021	110 657	40 074	276 643	100 184	663 942	240 441
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	110 688	40 043	276 721	100 106	664 130	240 255
À l'horizon 2021	96 680	35 015	241 699	87 537	580 077	210 089

ACHAT DE VÉHICULES NEUFS À FAIBLE CONSOMMATION (E2)

Plusieurs variantes de mesures économiques existent pour favoriser l'achat de véhicules neufs à faible consommation de carburant. Dans le cadre de la présente étude, deux variantes ont été analysées : droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique et/ou environnementale du véhicule (E2.1) et mesures de type redevances-remises (E2.2).

Description

Droits d'immatriculation modulés

Les droits d'immatriculation annuels constituent une mesure qui fait varier les tarifs d'immatriculation en fonction de la performance énergétique ou environnementale des véhicules légers. Il s'agit d'un droit d'immatriculation asymétrique, où les propriétaires des véhicules consommant une quantité de carburant par km au-delà d'un seuil de référence devront payer un droit d'immatriculation plus élevé au gouvernement que les propriétaires des véhicules émettant ou consommant une quantité inférieure au seuil. L'ajustement du droit d'immatriculation est généralement modulé en fonction de l'éloignement par rapport au seuil de référence.

Une mesure de droits d'immatriculation modulés a l'avantage de dissuader l'achat, mais également la possession de véhicules légers qui émettent relativement plus d'émissions de CO₂ ou qui sont plus énergivores. D'une part, le programme incite les acheteurs de véhicules légers neufs à changer leur comportement d'achat pour privilégier les véhicules à faible émission de CO₂, ou moins énergivores, et d'autre part, il incite les propriétaires de véhicules plus polluants à mettre à la casse leur véhicule pour en choisir un moins polluant.

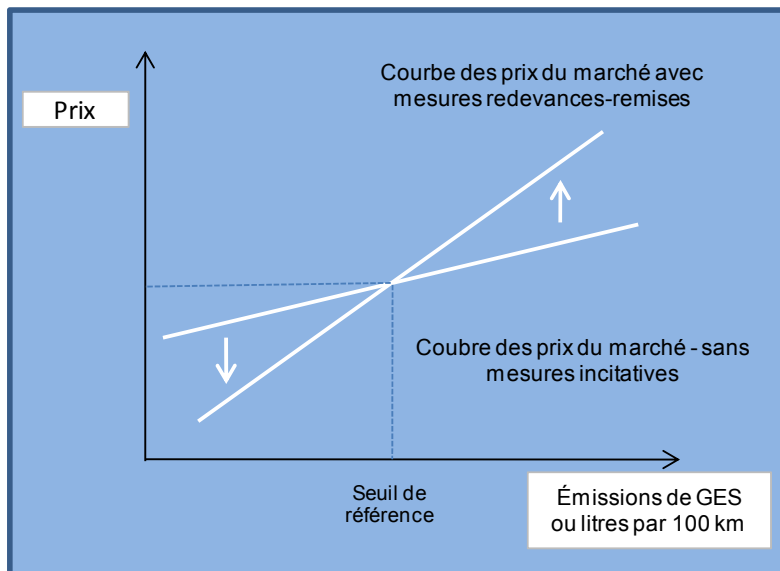
De la même façon que les mesures incitatives à l'achat de type redevances-remises, ces mesures délivrent un signal-prix autant sur l'offre que sur la demande. Les fabricants sont également touchés par ce type de mesure, puisqu'ils sont influencés par le comportement des consommateurs et donc incités à innover pour développer des véhicules moins énergivores.

Redevances-remises

Les mesures incitatives à l'achat¹⁵ de type redevances-remises prévoient typiquement une pénalité pour l'achat de véhicules légers à forte consommation énergétique (redevance) et une récompense pour le choix de véhicules légers à faible consommation (remise). Ces mesures délivrent un signal-prix autant sur l'offre que sur la demande. D'une part, de telles mesures incitent les acheteurs de véhicules légers neufs à changer leur comportement d'achat pour privilégier les véhicules à faible taux de consommation de carburant ou émissions de CO₂. Elles favorisent ainsi la réorientation du parc automobile vers des véhicules plus efficaces et plus propres. D'autre part, les fabricants sont incités à innover pour développer des véhicules plus éco énergétiques et plus propres.

Une mesure de type redevances-remises a donc pour effet d'infléchir vers le haut la courbe des prix du marché des véhicules neufs. En effet, à la suite de l'introduction d'une telle mesure, tous les acheteurs de véhicules émettant des GES ou consommant du carburant au-delà d'un seuil de référence devront payer une redevance au gouvernement, alors que les acheteurs des véhicules émettant ou consommant en deçà du seuil recevront une remise (figure A2.3-1).

Figure A2.3-1 Impact d'une mesure de redevances-remises sur le marché des véhicules neufs



¹⁵ Contrairement aux droits d'immatriculation modulés qui sont payables annuellement, les mesures incitatives à l'achat de type redevances-remises exigent un paiement plus important lors de l'achat du véhicule.

Champ d'application

Dans le cadre de cette étude, seuls les véhicules légers neufs sont considérés dans l'estimation des économies d'énergie liées à ces mesures. En effet, les modèles d'estimation et les données existantes ne permettent pas de calculer les effets de ces mesures en considérant l'ensemble du parc de véhicules légers. En résumé, ces mesures s'appliquent à partir du moment où un consommateur achète un véhicule neuf.

Durée de vie

La durée de vie considérée pour ces mesures est de 15 ans, soit la durée de vie moyenne d'un véhicule automobile, telle qu'utilisée dans le cadre de l'analyse portant sur les impacts de certaines mesures incitatives à envisager dans le secteur du transport par véhicule léger pour le compte de l'Agence de l'efficacité du Québec (GENIVAR, 2011).

Économie d'énergie

Les économies d'énergie pour ces mesures sont estimées à partir d'une variante du Modèle d'analyse nord-américain des mesures de type redevances-remises de Greene (2005). Ce modèle a été adapté dans le cadre de l'analyse portant sur les impacts de certaines mesures incitatives à envisager dans le secteur du transport par véhicule léger pour le compte de l'Agence de l'efficacité du Québec, en vue de tenir compte de la spécificité du marché québécois (GENIVAR, 2011).

Il s'agit d'un modèle de choix des consommateurs de type multinomial imbriqué, qui permet d'estimer les répercussions d'une mesure de type redevances-remises sur les comportements d'achat des consommateurs. Le modèle permet également d'estimer séparément les impacts d'une taxe ou d'un rabais à l'achat, ainsi qu'une mesure de type droits d'immatriculation modulés.

Il est assumé dans le modèle que les manufacturiers automobiles vont améliorer l'efficacité énergétique des véhicules par l'adoption de nouvelles technologies afin de maximiser la satisfaction des consommateurs et/ou de se conformer aux réglementations existantes. Ce processus peut être décrit comme étant la stratégie de maximisation des profits des manufacturiers dans un contexte de marché concurrentiel. La satisfaction des consommateurs est quant à elle mesurée par le surplus du consommateur, qui constitue la mesure monétaire du bien-être selon les économistes.

Les décisions des manufacturiers et les changements dans la consommation de carburant des véhicules vont ainsi influencer la satisfaction des consommateurs de trois manières distinctes, en :

1. permettant des économies de carburant;
2. contribuant à augmenter les prix d'achat des véhicules (nouvelle technologie);
3. réduisant les redevances ou augmentant les remises applicables aux véhicules en question.

Ces trois effets distincts sont donc pris en considération simultanément par le modèle afin de maximiser le surplus du consommateur. Par conséquent, le résultat est une combinaison de transferts de la demande de véhicules vers des automobiles plus économiques et d'incitation pour les constructeurs à maintenir ou à améliorer leur part de marché par l'adoption de nouvelles technologies d'économie de carburant.

Les tableaux A2.3-5 et A2.3-6 résument les scénarios retenus pour le calcul des économies d'énergie liées à ces mesures pour l'année 2016. Les résultats sont tirés de l'analyse portant sur les impacts de certaines mesures incitatives à envisager dans le secteur du transport par véhicule léger pour le compte de l'Agence de l'efficacité du Québec (GENIVAR, 2011). Les résultats sont exprimés en différence avec le scénario de référence qui représente la situation sans la mise en place des mesures incitatives¹⁶.

Tableau A2.3-5 Résultats des scénarios selon les niveaux d'incitatifs à l'immatriculation.

Taux de la fonction	Surplus du consommateur	Taux de consommation moyen		Impact sur la consommation en litre sur la durée de vie utile		Impact sur les GES pour la durée de vie utile	
		L/100 km	Δ %	Δ millions de L	Δ %	Δ T.CO ₂	Δ %
35	-2,00	8,01	-1,03 %	-76,32	-0,99 %	175 005	-0,99 %
50	-5,03	7,98	-1,47 %	-109,53	-1,42 %	251 177	-1,42 %
75	-12,87	7,92	-2,17 %	-165,48	-2,14 %	379 495	-2,14 %

¹⁶ Pour une interprétation détaillée des résultats, le lecteur est encouragé à consulter l'étude originale de GENIVAR (GENIVAR, 2011).

Tableau A2.3-6 Résultats des scénarios selon les niveaux d'incitatifs à l'achat.

Taux de la fonction	Surplus du consommateur	Taux de consommation moyen		Impact sur la consommation en litre sur la durée de vie utile		Impact sur les GES pour la durée de vie utile	
		L/100 km	Δ %	Δ millions de L	Δ %	Δ T.CO ₂	Δ %
250	-16,24	7,90	-2,41 %	-184,29	-2,39 %	422 614	-2,39 %
500	-69,62	7,72	-4,63 %	-375,57	-4,86 %	861 314	-4,87 %
750	-155,72	7,55	-6,67 %	-570,80	-7,39 %	1 309 059	-7,40 %
1000	-270,51	7,40	-8,55 %	-767,76	-9,94 %	1 760 726	-9,95 %

Coûts et rentabilité

Le seul coût considéré pour ces mesures sera la variation du surplus du consommateur. Le modèle estime ainsi le changement induit au surplus du consommateur, lequel mesure la satisfaction, en termes monétaires, des consommateurs à la suite de l'implantation de la mesure de type redevances-remises. Il est calculé en multipliant les nouveaux prix des véhicules à la suite de l'adoption de la mesure par les parts de marché des véhicules avant l'introduction de la mesure.

Dans le cas où les consommateurs peuvent acheter les mêmes véhicules qu'avant l'introduction de la mesure, sans déboursier d'argent supplémentaire, le surplus du consommateur demeure inchangé ou augmente. Par contre, dans le cas contraire, le surplus diminue. Comme une mesure de type redevances-remises incite ou contraint les consommateurs à acheter des véhicules plus petits et moins énergivores que ceux qu'ils auraient choisis sans politique, le surplus du consommateur est toujours affecté de manière négative.

Résultats

Rentabilité

E2.1 - Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios		
Faible	1 219 238	1 228 348
Référence	974 575	987 644
Élevé	-423 987	-404 254

E2.2 - Mesure de type redevances-remises

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios		
Faible	-1 159 686	-1 137 716
Référence	-15 555 846	-15 511 136
Élevé	-41 769 507	-41 701 607

Potentiel technique

E2.1 - Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	76	4	110	6	165
À l'horizon 2021	2	67	3	95	5	144
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	76	4	110	6	165
À l'horizon 2021	2	67	3	95	5	144
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	76	4	110	6	165
À l'horizon 2021	2	67	3	95	5	144
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	175 005	63 177	251 177	90 674	379 495	136 994
À l'horizon 2021	152 535	55 066	218 831	78 998	330 409	119 276
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	175 005	63 177	251 177	90 674	379 495	136 994
À l'horizon 2021	152 535	55 066	218 831	78 998	330 409	119 276
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	175 005	63 177	251 177	90 674	379 495	136 994
À l'horizon 2021	152 535	55 066	218 831	78 998	330 409	119 276

E2.2 - Mesure de type redevances-remises

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	6	184	13	376	20	571
À l'horizon 2021	6	160	11	326	17	496
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	6	184	13	376	20	571
À l'horizon 2021	6	160	11	326	17	496
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	6	184	13	376	20	571
À l'horizon 2021	6	160	11	326	17	496
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	422 614	152 559	861 314	310 914	1 309 059	472 534
À l'horizon 2021	367 878	132 802	748 667	270 254	1 136 994	410 427
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	422 614	152 559	861 314	310 914	1 309 059	472 534
À l'horizon 2021	367 878	132 802	748 667	270 254	1 136 994	410 427
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	422 614	152 559	861 314	310 914	1 309 059	472 534
À l'horizon 2021	367 878	132 802	748 667	270 254	1 136 994	410 427

RESTRICTION DE L'ACCÈS AUX CENTRES URBAINS AUX VÉHICULES LÉGERS (E3)

Péages routiers (E3.1)

Description¹⁷

Cette mesure consiste en la mise sur pied de péages routiers de manière à restreindre l'accès aux centres urbains autrement congestionnés, ce qui a pour effet d'augmenter le coût d'un déplacement en véhicule automobile. Les péages sont généralement installés sur les ponts et sur les autoroutes près des zones urbaines. Les nouvelles technologies facilitent l'administration de ces péages et en réduisent les coûts d'opération. Par exemple, un système de péage avec une puce de type *EZ pass* est relativement peu dispendieux à opérer. Le paiement peut être fait a posteriori à l'aide d'appareils de transmission des informations installés sur les véhicules (incluant les GPS). Les nouvelles technologies permettent également de moduler le prix du péage selon plusieurs facteurs, notamment le moment de la journée, la zone traversée et la distance parcourue.

Une première variante au péage traditionnel (E3.1.1) consiste en la mise sur pied de péages routiers pour lesquels le prix varie en fonction du niveau de congestion routière au moment du passage (E3.1.2). L'objectif est donc de réduire la congestion routière et de décourager l'utilisation de l'automobile lors des heures de pointe.

Une deuxième variante de cette mesure est le péage par zone (E3.1.3), qui est appliqué à l'ensemble des rues d'un territoire bien précis. Les zones urbaines (centres-villes) sont généralement les territoires visés. Les centres-villes de Londres, Stockholm et Singapour sont dotés de tels mécanismes.

Ces trois mesures requièrent l'installation d'un système de contrôle des déplacements et, pour plusieurs alternatives, nécessitent des données sur le kilométrage parcouru. La méthode retenue est donc la même que pour les mesures E1.2, soit l'installation de GPS dans les véhicules. La fiche des mesures E1.2 contient des informations supplémentaires à ce sujet.

Champ d'application

Les péages affectent les déplacements des véhicules dans les zones visées. Pour le même type de péages, la mesure E3.1 touche spécifiquement les véhicules légers tandis que la mesure F3.1 touche les véhicules lourds uniquement.

17 Litman (2012)

Durée de vie

5 ans renouvelables, soit la durée de vie du GPS.

Économie d'énergie

L'implantation d'un péage est particulièrement difficile à analyser pour quatre raisons. Premièrement, puisqu'un changement à partir d'un prix de péage nul est évalué, les élasticités disponibles ne peuvent pas être utilisées. Deuxièmement, la hausse d'un tarif devrait causer une plus grande réduction du volume de trafic sur les segments qui supportent des trajets moins essentiels, moins de congestion, ou lorsque des routes parallèles sans péage sont disponibles avec un temps de déplacement similaire. Ainsi, en raison de l'importance du contexte, l'étendue des élasticités à considérer pour un péage est considérable. Troisièmement, si l'alternative du transport en commun n'est pas disponible, les conducteurs peuvent choisir d'éviter les péages en passant par une autre route ou en se déplaçant à une autre période de la journée, ce qui pourrait même augmenter les vkm et le temps de déplacement. Finalement, les combinaisons de péages possibles sont pratiquement infinies, selon le choix des routes ou des zones taxées, selon l'option de taxer à un point précis ou en fonction du temps ou de la distance parcourue sur la route, selon la modulation du prix en fonction de l'heure de la journée, et en raison de la possibilité d'avantager certains types de véhicules ou le covoiturage par des tarifs ou des voies rapides.

Pour les variantes E3.1.1 et E3.1.2, il sera considéré l'implantation de péages à l'entrée sur l'ensemble des routes administrées par la province à Montréal, Québec, Longueuil et Lévis¹⁸, couvrant respectivement 76, 85, 122,03, 136,25 et 63,83 km, avec des débits journaliers de respectivement 7 544 741, 4 662 134, 3 176 635 et 2 696 702 vkm¹⁹. Pour le péage par zone (mesure E3.1.3), il sera appliqué uniquement au quartier d'affaires central de Montréal, bordé au sud par la rue Notre-Dame, au nord par la rue Sherbrooke, à l'ouest par les rues de la Montagne, Lucien-L'Allier et Drummond, et à l'est par les rues Clark et Saint-Urbain, représentant 82 km² et 74 802 370 déplacements annuels (Secrétariat aux enquêtes Origine-Destination métropolitaines, 2010)²⁰. Tel qu'à Londres, le péage par zone sera uniquement appliqué entre 7 h et 18 h 30 sur semaine, et par conséquent il concernera approximativement 60 589 920 vkm annuellement.

18 Le choix de ces villes est motivé par la congestion routière (mesurée en termes de vkm) plus accentuée dans ces régions.

19 Ministère des Transports (2004) et calculs de GENIVAR.

20 Ville de Montréal, Plan d'urbanisme, illustration 2.3.1.

Le péage sera donc modulé selon trois scénarios²¹ :

1. un péage de trois dollars pour un aller-retour tel que dans Washbrook (2002), en effectuant une moyenne des impacts calculés par cette étude et celle de May et Milne (2000);
2. une taxe à la congestion augmentant le coût à 5 \$ aux heures de pointe, en utilisant la moyenne des résultats de May et Milne (2000), d'Harvey et Deakin (1997), de Rudolfo et Kimpel (2008) et du DOT (2010);
3. un péage par zone similaire à celui de Londres pour le centre-ville de Montréal (DOT (2010) et UCDavis (2010)).

La quantité demandée des déplacements en vkm se modifie davantage lorsque les routes à l'étude comportent des alternatives. Ainsi, dans le calcul des économies de carburants, il faut considérer qu'une plus grande modification de la demande signifie souvent qu'une plus grande partie du trafic sera détourné. En absence d'études sur cette question dans la littérature, cette analyse considère que 75 % des vkm épargnés sur une route seront effectués sur une autre.

Washbrook (2002) : Indique qu'un péage de 3 \$US pour un aller-retour réduit le trafic de 25 %.

May et Milne (2000) : Estime le prix nécessaire aux péages pour obtenir certains pourcentages de réduction du trafic.

Type de péage	Frais pour 10 % de réduction du volume de trafic	
Facturation selon le temps écoulé	0,20	£ par minute
Facturation selon la distance parcourue	0,11	£ par kilomètre
Facturation selon le délai de congestion	2,00	£ par minute de délai
Facturation par passage	0,45	£ par passage

Harvey et Deakin (1997) : Simulent pour quatre villes des frais au millage chargés sur l'ensemble des routes congestionnées d'un corridor, de sorte à éviter le détournement du trafic. Pour un frais de 4 ¢/mile, la réduction des vkm était de 0,6 %, pour 6 ¢/mile, 1,0 %, pour 9 ¢/mile, 1,8 % et pour 10 ¢/mile, 2,3 %. La taxe moyenne est donc de 40 ¢/déplacement, et l'impact moyen de 1,43 %, en supposant qu'un conducteur moyen parcourt 9 km par trajet sur un de ces corridors²².

21 Ce sont les données utilisées pour les calculs.

22 Le conducteur moyen parcourt 9 kilomètres par déplacement si la distance annuelle parcourue en moyenne se chiffre à 16 608 vkm (BNCÉ, 2009), et si le nombre moyen de déplacements quotidiens est de 5, 365 jours par année.

En émettant l'hypothèse que le trafic ne se détourne pas, pour une taxe à la congestion de 1 \$/déplacement, une réduction de 3,35 % des déplacements aux heures de pointe sur les routes visées pourrait être espérée.

Rudolfo et Kimpel (2008) du département du transport de l'Oregon réalisent un projet pilote sur un programme de frais chargé au kilomètre remplaçant exactement la taxe sur l'essence. Un groupe fut chargé un frais au kilomètre de 10 ¢/mile aux heures de pointe dans une zone congestionnée de la région de Portland, ainsi qu'un frais de 0,43 ¢/mile pour tout autre déplacement en Oregon. En moyenne, le millage fut réduit de 13 % aux heures de pointe et de 14 % dans l'ensemble. Si une distance moyenne de 9 km était parcourue par déplacement dans la zone congestionnée, cette taxe à la congestion de 6,21 ¢/km correspondrait à un frais de 0,56 ¢ par passage. Une réduction de 23,34 % des vkm sur les routes visées aux heures de pointe pourrait donc être attendue pour une taxe à la congestion de 1 \$/passage.

DOT (2010) : L'étude considère un frais de 65 ¢/mile sur les artères et les autoroutes ayant un niveau de service de circulation instable et congestionnée. Il en résulte une réduction du volume de trafic d'approximativement 20 % aux heures de pointe et une réduction des vkm totaux de 3,1 %. Quant au péage par zone, l'étude mentionne qu'à Londres, après l'instauration du péage, le trafic dans la zone visée a diminué de 21 %.

UCDavis (2010) : La revue de littérature rassemble cinq études sur les péages par zone, où les volumes de trafic des véhicules lourds et légers ont diminué de 12 % à 23 %. Par exemple, depuis 2006 à Londres, un frais de 8 £ est facturé pour conduire au centre-ville, entre 7 h et 18 h 30, les jours de semaine. L'étude mentionne que, suite à cette initiative, le volume de trafic a diminué de 16 % dans la zone visée aux heures susmentionnées.

Autres études de la revue de littérature

Mekky (1999) : Cette étude a analysé les volumes de trafic avec différents niveaux pour des péages à Toronto. Toutefois, les données publiées sont sous forme de graphique et les impacts calculés ne se généralisent pas à un contexte où il n'y a pas de route alternative à proximité.

Ubbels et Verhoef (2006) : Aux Pays-Bas, la tarification des routes réduirait les voyages en voiture de 6 % et 12 %. Toutefois, l'analyse mentionne également qu'une grande partie de ces voyages seraient dorénavant effectués par bicyclette, un résultat qui s'extrapole difficilement à l'extérieur des limites du pays.

Holguín-Veras et al. (2005) estime des élasticités par rapport au prix du péage initial pour les ponts de New York et du New Jersey. Leurs résultats s'appliquent difficilement pour évaluer la mesure E3.1.2, puisque son péage initial est environ cinq fois inférieur aux péages des ponts de New York et du New Jersey, ce qui déforme les calculs d'environ 500 %.

		Élasticité	
		Court-terme	Long-terme
Véhicules lourds	Semaine	-0,31 à -1,97	-0,27 à -1,936
	Fin de semaine	-0,55 à -1,68	-0,536 à -1,819
Véhicules légers	Semaine	0,169 à -0,389	0,179 à -0,799
	Fin de semaine	-0,116 à -0,489	0,215 à -0,718

Table des transports sur le changement climatique (1999) : Cette étude considère des péages sur toutes les autoroutes urbaines de l'île de Montréal et fait une moyenne de deux scénarios de tarification, correspondant à des frais de 0,097 \$/km aux heures creuses et de 0,194 \$/km aux heures de pointe.

Coûts et rentabilité

La présente étude applique les péages avec des unités GPS à bord des véhicules. Leur coût est détaillé dans la fiche des mesures E1.2. Le tableau A2.3-7 est reproduit ci-dessous pour plus de simplicité.

Tableau A2.3-7 Coûts à surveiller les déplacements d'un véhicule

Système de collecte de données	Coût jusqu'en 2015-2016	Coût jusqu'en 2020-2021
GPS	432 \$	1 212 \$

L'installation d'un péage engendre des coûts indirects pour le consommateur moyen, puisqu'il s'agit d'une taxe qui entraîne une distorsion des prix. L'effet des taxes sur le bien-être global est traité en détail dans la fiche des mesures E1.1. Précisément, en augmentant le coût des déplacements sur une route, un péage modifie la quantité d'équilibre, décourage certains déplacements créateurs de bien-être et génère une perte sèche (voir figure A2.3-2).

La courbe de demande de déplacements représente l'utilité marginale d'un déplacement additionnel sur une route en particulier. La courbe d'offre illustre le total des coûts variables à se déplacer sur cette route, tels que le coût du carburant et le temps de déplacement. Suite à l'installation d'un péage, la courbe d'offre se modifie et, en conséquence, la quantité demandée diminue d'un pourcentage déterminé par

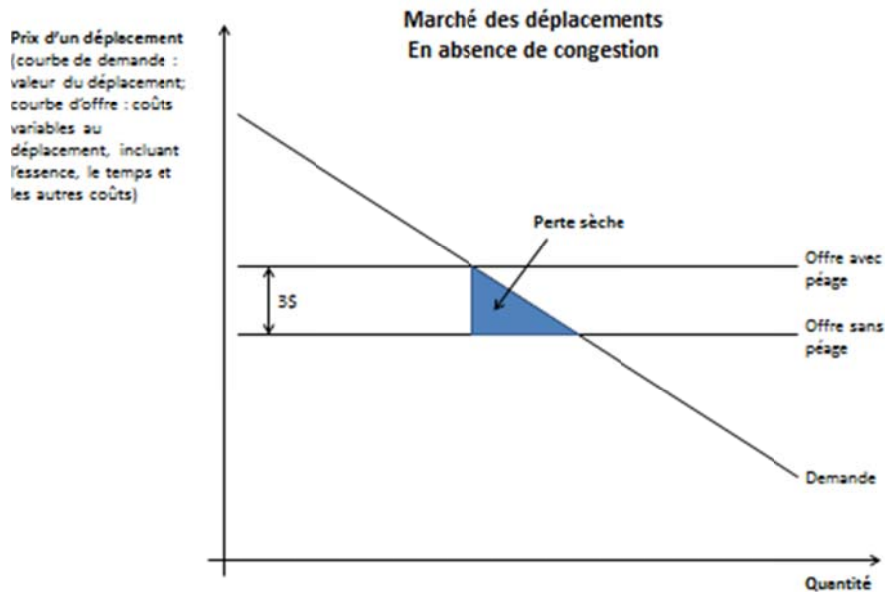


Figure A2.3-2 Offre et demande de transport avec et sans péage, en l'absence de congestion

une revue de littérature. Par exemple, si une route à l'étude comporte plusieurs alternatives, le pourcentage de réduction déterminé par la littérature sera plus élevé, la pente de la courbe de demande sera plus faible et la perte sèche sera plus importante.

Puisque les déplacements en véhicule léger génèrent un coût de pollution pour la société de $0,04949 \text{ ¢/km}^{23}$ sur en moyenne 9 km, un péage de 1,50 \$ par passage crée un surplus pour les premiers 0,4437 ¢, et les 1,4956 \$ restants génèrent une perte sèche. L'effet net de la perte sèche et du surplus générés sont ajoutés au coût des GPS pour obtenir le coût de la mesure E3.1.1.

Lorsqu'il y a de la congestion, les coûts variables augmentent pour tous les usagers de la route, ce qui crée une perte sèche dans la zone qui correspond habituellement au surplus du producteur. L'impact de la congestion est illustré à la figure A2.3-3. Il dépend du temps de congestion, de la valeur monétaire de ce temps, du nombre total de personnes qui utilisent la route et de sa capacité avant qu'il n'y ait congestion.

23 En considérant un coût pour la tonne de CO_2 à 1,80 \$, une consommation moyenne de 10,3 litres/100 km, et une production de GES de 2,29 kg/litre, le coût moyen par kilomètre de l'externalité est de 0,04246 ¢. En ajoutant le coût à la tonne du SO_2 et du NO_x , le coût par kilomètre atteint 0,04949 ¢. Toutefois, il faut interpréter ce calcul prudemment puisque la pollution n'est pas reliée directement au kilométrage parcouru. La pollution dépend plutôt de la consommation de combustibles, et ainsi une taxe sur les carburants serait plus efficace.

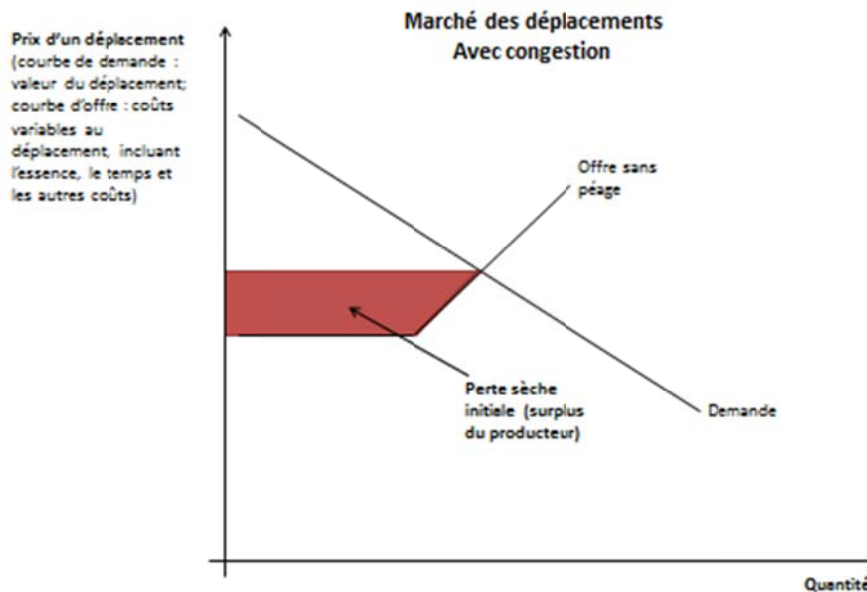


Figure A2.3-3 Offre et demande de transport avec congestion

Une taxe à la congestion est supérieure à un péage traditionnel pour deux raisons. D'une part, taxer la congestion permet de réduire la perte sèche générée naturellement par le trafic. D'autre part, un péage modifie moins la quantité demandée lorsqu'il y a congestion, ce qui résulte en une perte sèche moindre, tel que l'illustre la figure A2.3-4.

Pour calculer la perte sèche, il est essentiel de connaître la valeur du temps de congestion épargné. Sous les quatre hypothèses suivantes, le temps épargné vaut 50 % du montant du péage :

- Le péage est appliqué à l'ensemble des véhicules empruntant la route.
- Les pentes de l'offre et de la demande sont les mêmes, c.-à-d. la valeur des déplacements additionnels diminue au même rythme que le coût des déplacements additionnels augmente. Si la pente de l'offre est supérieure à la pente de la demande, l'impact d'un péage est encore plus fort.
- Lorsque 50 % des déplacements causant la congestion sont éliminés, 50 % des coûts de congestion sont éliminés. Cela est vrai si la pente de l'offre est constante dans sa partie croissante. Il s'agit d'une hypothèse conservatrice, car si le coût de la congestion augmente exponentiellement, réduire de 50 % les déplacements qui causent la congestion élimine plus de 50 % des coûts de congestion.
- La taxe ne dépasse pas le seuil où elle élimine toute congestion.

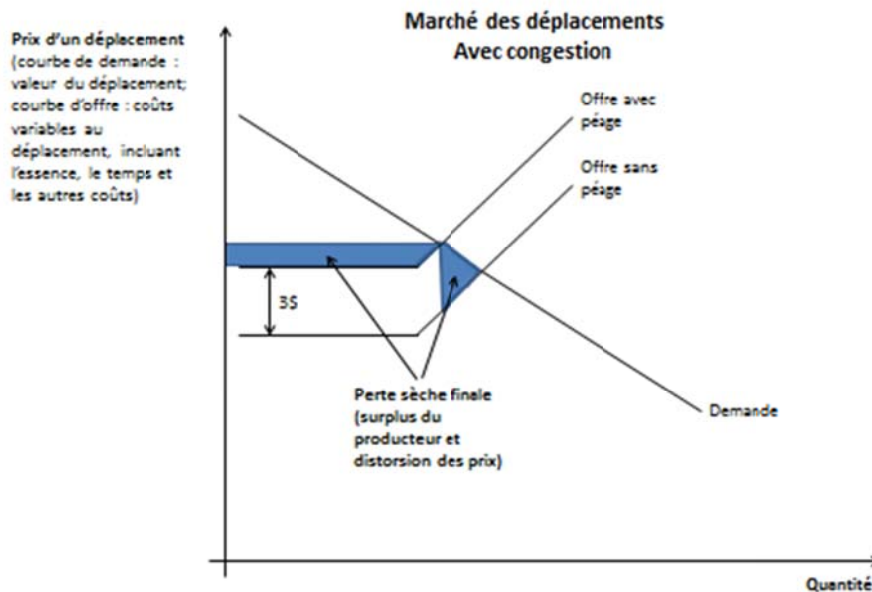


Figure A2.3-4 Offre et demande de transport avec et sans péage, avec congestion

Au niveau des quantités, le nombre de déplacements initial équivaut au total des vkm divisé par la longueur moyenne d'un déplacement et le nombre de déplacements final utilise le pourcentage de réduction du trafic de la section précédente.

Cela permet de calculer le bénéfice social à instaurer un péage sur une route congestionnée, soit la perte sèche initiale moins la perte sèche finale :

$$\frac{(\text{péage} - \$tx\ carb) \times (qté\ tx\ carb. - qté\ fin)}{2} - \frac{\$tx\ carb \times (qté\ ini. - qté\ tx\ carb.)}{2} - \left(\frac{\text{péage.}}{2} \right) \times qté\ fin. - \frac{\left(\frac{\text{péage.}}{2} \right) \times (qté\ ini. - qté\ fin.)}{2}$$

où :

$\$tx\ carb$ est le coût de l'externalité de pollution, soit 0,4437 ¢/déplacement, et où $qté\ tx\ carb$ est la quantité de déplacements qui seraient effectués si un péage 0,4437 ¢/passage était implanté (calculé en utilisant les élasticités de la section précédente).

En conséquence directe aux quatre hypothèses ci-dessus, cette étude estime qu'une taxe de 2 \$ fait bénéficier la majorité des conducteurs de 1 \$ dû à la réduction de la congestion, et fait perdre en moyenne 50 ¢ à la minorité d'usagers qui n'utilisent plus la route (perte liée à la distorsion des prix).

En ce qui concerne le péage par zone, son coût est calculé de la même façon que celui de la mesure E3.1.1, c.-à-d. en ignorant la congestion. Puisque les déplacements en véhicule léger génèrent un coût de pollution pour la société de 0,04949 ¢/km et qu'ils sont effectués sur en moyenne 1,35 km dans la zone, un péage de 7,50 \$ par passage crée un surplus pour les premiers 0,06681 ¢, et les 7,499 \$ restants génèrent une perte sèche. L'effet net de la perte sèche et du surplus générés sont ajoutés au coût des GPS pour obtenir le coût de la mesure E3.1.3.

À noter que le coût de l'usure des routes, bien qu'il croisse avec le kilométrage, sera écarté de cette analyse, puisque le coût des routes est déjà financé par d'autres méthodes. La pertinence d'inclure ce coût est étudiée plus en profondeur dans la fiche de la mesure E1.2.

Résultats

Rentabilité

E3.1.1 - Installation de péages routiers

VAN (M\$)							E3.1.1
Scénario de coût	Coût total de la mesure			Coût d'équipement et d'opération			
Scénario de pénétration	Faible	Moyenne	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée	
Scénario du prix du pétrole brut							
Faible	(5 794,90)	(6 424,61)	(7 306,98)				
Référence	(5 749,15)	(6 342,77)	(7 174,56)				
Élevé	(5 708,09)	(6 270,91)	(7 059,53)				

E3.1.2 - Taxe sur la congestion

VAN (M\$)							E3.1.2
Scénario de coût	Coût total de la mesure			Coût d'équipement et d'opération			
Scénario de pénétration	Faible	Moyenne	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée	
Scénario du prix du pétrole brut							
Faible	(5 054,53)	(4 846,30)	(4 285,73)				
Référence	(5 051,18)	(4 854,90)	(4 326,52)				
Élevé	(5 046,28)	(4 860,20)	(4 359,33)				

E3.1.3 - Péage par territoire (Cordon Area Tolls)

VAN (M\$)							E3.1.3
Scénario de coût	Coût total de la mesure			Coût d'équipement et d'opération			
Scénario de pénétration	Faible	Moyenne	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée	
Scénario du prix du pétrole brut							
Faible	(5 331,03)	(5 378,08)	(5 528,69)				
Référence	(5 311,82)	(5 356,17)	(5 498,14)				
Élevé	(5 293,37)	(5 335,41)	(5 470,01)				

Potentiel technique

E3.1.1 - Installation de péages routiers

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence)							E3.1.1
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	1	29	2	43	2	57	
À l'horizon 2021	1	26	1	39	2	53	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	1	26	1	39	2	52	
À l'horizon 2021	1	23	1	35	2	47	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	1	24	1	35	2	47	
À l'horizon 2021	1	20	1	31	1	41	
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées							E3.1.1
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	67 053	24 256	100 579	36 385	134 106	48 513	
À l'horizon 2021	61 915	22 420	92 872	33 629	123 830	44 839	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	61 118	22 110	91 676	33 164	122 235	44 219	
À l'horizon 2021	55 226	20 000	82 839	30 000	110 452	39 999	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	55 242	19 984	82 863	29 976	110 483	39 968	
À l'horizon 2021	48 250	17 475	72 376	26 213	96 501	34 950	

E3.1.2 - Taxe sur la congestion

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence)							E3.1.2
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	0	1	0	2	0	12	
À l'horizon 2021	0	1	0	2	0	11	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	0	1	0	2	0	11	
À l'horizon 2021	0	1	0	2	0	9	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	0	1	0	2	0	10	
À l'horizon 2021	0	1	0	2	0	8	
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées							E3.1.2
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	2 716	983	5 432	1 965	27 160	9 825	
À l'horizon 2021	2 508	908	5 016	1 816	25 079	9 081	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	2 476	896	4 951	1 791	24 756	8 956	
À l'horizon 2021	2 237	810	4 474	1 620	22 370	8 101	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	2 238	809	4 475	1 619	22 376	8 095	
À l'horizon 2021	1 954	708	3 909	1 416	19 544	7 078	

Potentiel technique (suite)

E3.1.3 - Péage par territoire (Cordon Area Tolls)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence)							E3.1.3
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0,005	0,154	0,008	0,231	0,008	0,234	
À l'horizon 2021	0,005	0,142	0,008	0,212	0,008	0,215	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0,005	0,140	0,007	0,211	0,008	0,213	
À l'horizon 2021	0,005	0,126	0,007	0,189	0,007	0,192	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0,005	0,127	0,007	0,190	0,007	0,193	
À l'horizon 2021	0,004	0,110	0,006	0,166	0,006	0,168	
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées							E3.1.3
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	361	131	542	196	549	199	
À l'horizon 2021	334	121	501	181	507	184	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	329	119	494	179	501	181	
À l'horizon 2021	298	108	447	162	452	164	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	298	108	447	162	452	164	
À l'horizon 2021	260	94	390	141	395	143	

Diminution des subventions de stationnement par l'employeur (E3.2)

Description²⁴

Il s'agit d'une mesure de réduction de l'utilisation de l'automobile coordonnée par les employeurs. Considérant que d'offrir un espace de stationnement gratuitement sur le milieu de travail constitue une subvention implicite, cette mesure propose trois alternatives aux stationnements subventionnés des employeurs. Une augmentation du prix du stationnement au travail vise à décourager le transport en voiture pour se rendre vers le lieu de travail en augmentant le coût total du voyage.

Une première variante de cette mesure est le remboursement du coût du stationnement (*Parking Cash-out*) (mesure E3.2.1), qui permet aux employeurs d'offrir à leurs employés de conserver une place de stationnement gratuite ou, à l'inverse, de recevoir un paiement équivalent à la valeur du stationnement. Certains employés pourraient préférer opter pour le montant d'argent remis et utiliser le transport en commun ou le covoiturage en remplacement de l'automobile.

Une deuxième variante à cette mesure est l'augmentation du prix du stationnement sur les lieux de travail (mesure E3.2.2).

Une troisième variante de cette mesure est la restriction du nombre de places de stationnement subventionnées dans les nouveaux lieux de travail (mesure E3.2.3). À l'instar des méthodes ci-dessus, cette mesure vise à décourager le transport en voiture pour les déplacements liés au travail et ainsi favoriser les modes de transport alternatifs. Concrètement, cette mesure peut s'appliquer en imposant des restrictions sur les droits d'utilisation des places de stationnement sur la base des numéros de plaque d'immatriculation ou encore sur la base des jours (pairs/impairs, un jour par semaine, la fin de semaine, lors d'événements spéciaux, etc.).

Champ d'application

Cette mesure s'applique à l'ensemble des propriétaires de véhicules pour transport de passagers travaillant dans une entreprise dotée d'un certain nombre d'employés. Elle peut affecter le choix du mode de transport pour les déplacements domicile-travail.

24 EPA (2005), Cambridge Systematics (2009), UC Davis (2010) et ÉcoRessources (2008)

Durée de vie

Un an, avec renouvellement annuel jusqu'à la fin de l'horizon.

Économie d'énergie

Les deux premières variantes de la mesure égalisent le coût d'opportunité du stationnement à son prix du marché. Selon les études de l'EPA (2005), du DOT (2010) et du TRB (2005a), l'effet par place d'affaires qui applique la mesure est une réduction entre 12 % et 15,44 % du nombre de vkm liés au travail à ce bureau. La moyenne des résultats des trois études sera utilisée comme scénario de référence, soit 13,70 % avec un scénario faible à 12 % et un scénario fort à 15,44 %.

Plutôt que d'appliquer le prix du marché à certains bureaux, la troisième variante de la mesure fait prévaloir le prix du marché pour certains employés de certains bureaux. Les seules données disponibles proviennent de la Table des transports sur les changements climatiques (1999). Le tableau A2.3-8 résume les principales études et les impacts estimés.

Tableau A2.3-8²⁵ Réduction de la consommation énergétique liée à une diminution des subventions de stationnement par l'employeur

Étude	Impact sur les stationnements	Réduction de la consommation énergétique des véhicules légers
Environmental Protection Agency (2005)	Coût d'opportunité au prix du marché	1,44 %
Department of Transportation (2010)	Prix du marché	1,77 %
Transportation Research Board (2005)	Prix du marché	1,86 %
Barla et al. (2012)	Hausse du prix de 60 %	1,20 %
UCDavis (2010)	Hausse du prix de 60 %	2,17 %
Scénario fort	Fin de la subvention pour stationnement	1,86 %
Moyenne des études	Fin de la subvention pour stationnement	1,69 %
Scénario faible	Fin de la subvention pour stationnement	1,20 %
Table des transports sur le changement climatique (1999)	Réduction de l'offre de stationnement dans les nouveaux lieux de travail de 30 %	0,35 %

25 Les lignes surlignées en foncées indiquent les valeurs retenues pour les calculs.

EPA (2005) : Les résultats présentés proviennent principalement des études de cas de Donald Shoup. Une analyse de huit firmes qui ont implanté le « Parking Cash Out » a révélé que les choix de mode de transport des employés ont changé de sorte que : l'automobile à occupant unique est passée de 76 % à 63 % des déplacements des employés, le covoiturage de 14 % à 23 %, le transport en commun de 6 à 9 %, le vélo et la marche (combinés) de 3 % à 4 %. Au total, le nombre de VKM par employé a diminué de 12 %.

DOT (2010) : Une facturation au prix du marché de l'utilisation des stationnements génère une réduction de 20 % du nombre de déplacements en automobile à un seul occupant. Par exemple au Québec, si le prix du marché pour les stationnements était appliqué à un 20 % additionnel de travailleurs, tout en considérant que le travail constitue 24 % du total des déplacements en automobile et qu'approximativement 74 % de ces déplacements sont effectués en occupation simple, la réduction totale des vkm des véhicules légers serait de 0,71 %.²⁶

TRB (2005a) : Plusieurs études de cas estiment une réduction de la part du mode de transport automobile à simple occupant pour le transport ayant pour motif le travail de 21 points de pourcentage en moyenne.

Barla et al. (2012) : Les changements dans les choix de mode de transport (autobus ou automobile) pour se rendre sur le campus de l'Université Laval provoqué par des changements de prix de stationnement (entre autres) sont estimés sous forme d'élasticités. Par exemple, une augmentation du prix de stationnement de 60 % amène une réduction de la part de l'utilisation de l'automobile dans le transport de 10 %.

UCDavis (2010) a fait une vaste revue de littérature des études portant sur l'impact de l'imposition d'un prix de stationnement. Le rapport indique que plusieurs études (Kelly and Clinch, 2009; Gillen, 1977; Kulash, 1974) trouvent une élasticité-prix de la demande de stationnement de -0,3. Appliquée à une hausse du prix du stationnement de 60 %, la réduction de l'utilisation de l'automobile (vkm) est de 18 %. En considérant que le travail constitue 24 % du total des déplacements en automobile, et que 52,83 % de ces voitures sont stationnées dans un stationnement subventionné, la réduction des vkm des véhicules légers serait de 2,28 %. Une

26 Le pourcentage de véhicules en occupation simple varie selon le scénario du MÉDÉE, et correspond au % des vkm en occupation simple, lequel est estimé par la formule suivante : $(\text{passagers-kilomètres des conducteurs} - \text{passagers-kilomètres des passagers}/1,5)/\text{passagers-kilomètres des conducteurs}$. Le nombre de passagers-kilomètres des conducteurs correspond au nombre de vkm, le chiffre 1,5 est l'hypothèse du nombre moyen de passagers lorsqu'il y a des passagers, et le nombre de passagers-kilomètres des passagers divisé par 1,5 donne le nombre de voitures qui ne sont pas en occupation simple.

hausse de 60 % est utilisée en émettant l'hypothèse qu'avec une telle hausse, les prix rejoignent les prix du marché. Le résultat est cohérent avec les autres résultats présentés au tableau A2.3-8. À noter que le TRB (2005a) rapporte la même valeur pour l'élasticité-prix que l'UCDavis.

Table des transports sur le changement climatique (1999) : une réduction de 30 % des places de stationnement dans les nouveaux lieux de travail réduit la consommation de carburant prévue des véhicules automobiles de 0,35 %.

Coûts et rentabilité

Par hypothèse, pour les deux premières variantes de la mesure, le prix des stationnements passe de 0 au prix du marché. De plus, les hypothèses suivantes ont été utilisées :

	Pourcentage de la population totale	% des employeurs qui fournissent le stationnement gratuitement à leurs employés	Prix moyen annuel d'un stationnement sur le marché
Population urbaine (Régions de Montréal, de Laval et de la Montérégie, et ville de Québec)	54%	30%	1 320
Population rurale	46%	80%	360

Cambridge Systematics (2009) : Dans cette étude, la gestion de l'offre de stationnement fait partie d'un plan d'action global chez l'employeur, et l'unique coût provient de l'implantation d'une stratégie de gestion de la demande de transport par celui-ci. Dans le cadre de ce rapport, ces deux types de mesures seront étudiées séparément (voir la fiche de la mesure E5.1).

Les avantages liés aux stationnements constituent une partie du salaire des employés qui sera simplement allouée différemment. Ainsi, le coût de cette mesure serait inexistant.

D'un point de vue économique, les variantes E3.2.1 et E3.2.2 éliminent la perte sèche valant :

$$\frac{\Delta \text{prix} \times \Delta \text{qté}}{2}$$

et causée par le fait que certains employés utilisaient un stationnement gratuit tandis que la valeur de ce stationnement pour eux était inférieure à son coût pour l'entreprise. D'autre part, l'utilisation d'un véhicule léger pour aller au travail génère en moyenne une externalité de pollution pour la société de 1,94 \$/an et

indirectement un stationnement coûte davantage à la société que le prix du marché²⁷. Ainsi, chaque stationnement évité élimine une perte sèche de pollution de 1,94 \$/an. La réduction de la perte sèche vaut donc :

$$\frac{\Delta \text{prix} \times \Delta \text{qté}}{2} + 1,94 \times \Delta \text{qté}$$

L'effet d'une distorsion des prix sur le bien-être global avec l'exemple d'une taxe est traité en détail dans la fiche E1.1.

Dans le cas de la mesure E3.2.3, la réduction de la perte sèche est partielle, car seuls les stationnements enlevés seront achetés sur le marché. Le gain pour la société vaut :

$$\frac{(\text{nouveau prix à l'équilibre} - 0) \times \Delta \text{qté}}{2} + (1,94 + \text{prix marché} - \text{nouveau prix à l'équilibre}) \times \Delta \text{qté}$$

où le nouveau prix à l'équilibre correspond au prix qui égaliserait la quantité demandée avec la nouvelle quantité offerte. Ce prix est estimé par :

$$(\text{prix du marché} - 0) * \frac{\Delta \text{qté E3.2.3}}{\Delta \text{qté si prix du marché}}$$

27 En considérant un coût pour la tonne de CO₂ à 1,80 \$, une consommation moyenne de 10,3 litres/100 km, et une production de GES de 2,29 kg/litre, le coût moyen par kilomètre de l'externalité est de 0,04246 ¢. En ajoutant le coût à la tonne du SO₂ et du NO_x, le coût par kilomètre atteint 0,04949 ¢. Considérant un kilométrage moyen de 3 924 km par an pour le travail, un stationnement pour le travail permet des déplacements associés à une externalité de 1,94 \$/an. Toutefois, il faut interpréter ce calcul prudemment puisque la pollution n'est pas reliée directement ni aux stationnements. La pollution dépend plutôt de la consommation de combustibles. Ainsi, une taxe sur les carburants serait plus efficace pour allouer le coût de l'externalité aux personnes en cause sans distorsion.

Résultats

Rentabilité

E3.2.1 - Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain

VAN (M\$)							E3.2.1
Scénario de coût	Externalités			Coût d'équipement et d'opération			
Scénario de pénétration	Faible	Moyenne	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée	
Scénario du prix du pétrole brut							
Faible	653,00	763,18	838,22				
Référence	649,34	763,67	840,86				
Élevé	645,63	754,32	828,38				

E3.2.2 - Hausse du prix du stationnement sur les lieux de travail en milieu urbain

VAN (M\$)							E3.2.2
Scénario de coût	Externalités			Coût d'équipement et d'opération			
Scénario de pénétration	Faible	Moyenne	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée	
Scénario du prix du pétrole brut							
Faible	653,00	763,18	838,22				
Référence	649,34	763,67	840,86				
Élevé	645,63	754,32	828,38				

E3.2.3 - Restriction du nombre de places de stationnement dans les nouveaux lieux de travail en milieu urbain

VAN (M\$)							E3.2.3
Scénario de coût	Externalités			Coût d'équipement et d'opération			
Scénario de pénétration	Faible	Moyenne	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée	
Scénario du prix du pétrole brut							
Faible	149,68	151,09	151,83				
Référence	148,85	150,29	151,05				
Élevé	148,00	149,39	150,12				

Potentiel technique

E3.2.1 - Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence)						E3.2.1
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	83	3	97	4	106
À l'horizon 2021	3	76	3	89	3	98
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	75	3	89	3	97
À l'horizon 2021	2	68	3	80	3	89
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	68	3	79	3	87
À l'horizon 2021	2	59	2	70	3	77
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						E3.2.1
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	194 070	70 205	226 812	82 050	249 115	90 118
À l'horizon 2021	179 199	64 888	209 433	75 836	230 027	83 293
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	176 892	63 991	207 610	75 104	228 408	82 628
À l'horizon 2021	159 840	57 885	189 406	68 592	209 169	75 749
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	159 885	57 840	185 860	67 237	203 698	73 690
À l'horizon 2021	139 650	50 578	164 736	59 663	181 604	65 772

E3.2.2 - Hausse du prix du stationnement sur les lieux de travail en milieu urbain

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence)						E3.2.2
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	83	3	97	4	106
À l'horizon 2021	3	76	3	89	3	98
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3	75	3	89	3	97
À l'horizon 2021	2	68	3	80	3	89
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	68	3	79	3	87
À l'horizon 2021	2	59	2	70	3	77
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						E3.2.2
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	194 070	70 205	226 812	82 050	249 115	90 118
À l'horizon 2021	179 199	64 888	209 433	75 836	230 027	83 293
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	176 892	63 991	207 610	75 104	228 408	82 628
À l'horizon 2021	159 840	57 885	189 406	68 592	209 169	75 749
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	159 885	57 840	185 860	67 237	203 698	73 690
À l'horizon 2021	139 650	50 578	164 736	59 663	181 604	65 772

Potentiel technique (suite)

E3.2.3 - Restriction du nombre de places de stationnement dans les nouveaux lieux de travail en milieu urbain

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence)						E3.2.3
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	10	0	10	0	10
À l'horizon 2021	0	9	0	9	0	9
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	9	0	9	0	9
À l'horizon 2021	0	8	0	8	0	8
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	8	0	8	0	8
À l'horizon 2021	0	7	0	7	0	7
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						E3.2.3
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	23 731	8 585	23 731	8 585	23 731	8 585
À l'horizon 2021	21 913	7 935	21 913	7 935	21 913	7 935
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	21 631	7 825	21 631	7 825	21 631	7 825
À l'horizon 2021	19 546	7 078	19 546	7 078	19 546	7 078
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	19 551	7 073	19 551	7 073	19 551	7 073
À l'horizon 2021	17 077	6 185	17 077	6 185	17 077	6 185

Hausse du prix du stationnement en ville (E3.3)

Description²⁸

Une augmentation du prix du stationnement en zone urbaine vise à décourager le transport en véhicule automobile en milieu urbain en augmentant le coût total des déplacements. Cette mesure peut notamment inclure l'imposition d'un prix de stationnement aux aires de stationnement actuellement gratuites ou encore la hausse du prix chargé à l'heure pour les stationnements publics (ex : stationnement dans la rue).

En outre, cette mesure peut inclure l'imposition d'un prix mensuel de stationnement dans les zones résidentielles.

Notons que cette mesure exclut le prix des stationnements en milieu de travail, ce qui est couvert par la mesure E3.2.

Champ d'application

Cette mesure s'applique à l'ensemble des propriétaires de véhicules légers. Elle peut affecter le choix du véhicule pour certains types de déplacements urbains. À la limite, elle pourrait aussi décourager la possession d'un véhicule privé.

Durée de vie

Un an, avec renouvellement annuel jusqu'à la fin de l'horizon.

Économie d'énergie

L'évaluation de cette mesure est similaire à celle de la mesure E3.2.2, à l'exception du fait qu'elle s'applique aux migrants journaliers en centre urbain qui n'ont pas de stationnement subventionné par l'employeur. La mesure E3.3 est d'ailleurs plus difficile à implanter en raison de l'absence de mécanismes pour augmenter le prix des stationnements urbains (Table des transports sur le changement climatique, 1999).

Le tableau A2.3-9 montre l'impact de différents scénarios de hausse des prix des stationnements urbains sur la consommation énergétique des véhicules légers.

28 Cambridge Systematics (2009) et UC Davis (2010)

Tableau A2.3-9²⁹ Réduction de la consommation énergétique liée à l'augmentation du prix du stationnement³⁰

Étude	Hausse du prix des stationnements	Réduction de la consommation énergétique des véhicules légers
UCDavis (2010)	10,00 %	0,38 %
TRB (2005a)	10,00 %	0,38 %
Scénario fort	20,00 %	0,77 %
Scénario de référence	5,00 %	0,19 %
Scénario faible	2,00 %	0,08 %

UCDavis (2010) : Dans un survol de la littérature, les auteurs rapportent que plusieurs études (Kelly and Clinch, 2009; Gillen, 1977; Kulash, 1974) trouvent une élasticité-prix de la demande de stationnement de -0,3.

TRB (2005a) : On souligne que l'élasticité-prix de la demande de stationnement est de -0,3.

Frank et al. (2011) : Une augmentation du prix de stationnement de 0,28 \$ à 1,19 \$ de l'heure ferait diminuer les véhicules-km de 11,52 % et les émissions de 9,9 %. Cela correspond à une élasticité-prix de la demande de stationnement de -0,035. Cette étude est toutefois écartée de l'analyse pour deux raisons. D'une part, ces résultats contrastent fortement avec ceux de l'UCDavis et du TRB. D'autre part, les stationnements à 28 ¢/heure, c.-à-d. 2,24 \$ pour une journée de huit heures, sont rares.

Coûts et rentabilité

Le coût de la mesure E3.3 peut être évalué par la théorie économique. Contrairement à la mesure E3.2.2 qui occasionne une augmentation du bien-être, la mesure E3.3 engendre une perte de bien-être due à la distorsion des prix créée par la hausse des prix du stationnement qui s'apparente à une taxe. L'effet d'une distorsion des prix sur le bien-être global est traité en détail dans la fiche des mesures de la catégorie E1.1. Dans le cas de la mesure E3.3, puisque la consommation d'essence génère un coût moyen de pollution pour la société de

²⁹ Les lignes surlignées en foncées indiquent les valeurs retenues pour les calculs.

³⁰ Il est estimé que la part des déplacements en automobile effectués pour le travail est de 34 % et que 60 % de ces véhicules sont stationnés en milieu urbain dans des stationnements disponibles au public. Pour cette raison, la mesure ne touche que 20,4 % des vkm totaux des véhicules légers et les impacts calculés avec les élasticités sont multipliés par ce pourcentage.

0,4437 ¢/déplacement³¹, toute hausse du prix du stationnement jusqu'à 0,8874 ¢/aller-retour crée un surplus, et toute taxe au-delà de ce montant crée une perte sèche. Le coût théorique de la mesure E3.3 est donc l'effet net de la perte sèche et du surplus générés par l'augmentation du prix.

31 En considérant une distance parcourue moyenne de neuf kilomètres par déplacement, un coût pour la tonne de CO₂ à 1,80 \$, une consommation moyenne de 10,3 litres/100km, et une production de GES de 2,29 kg/litre, le coût moyen par déplacement de l'externalité est de 0,4246 ¢. En ajoutant le coût à la tonne du SO₂ et du NO_x, le coût par déplacement atteint 0,4437 ¢. Toutefois, il faut interpréter ce calcul prudemment puisque la pollution n'est pas reliée directement à l'utilisation d'un espace de stationnement. La pollution dépend plutôt de la consommation de combustibles et, ainsi, une taxe sur les carburants serait plus efficace pour la décourager.

Résultats

Rentabilité

E3.3 - Augmentation du prix de stationnement en ville et dans la rue

VAN (I/\$) E3.3						
Scénario de coût	Externalités			Coût d'équipement et d'opération		
Scénario de pénétration	Faible	Moyenne	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée
Scénario du prix du pétrole brut						
Faible	(800,77)	(296,35)	(71,42)	n/a	n/a	n/a
Référence	(740,94)	(274,53)	(66,19)	n/a	n/a	n/a
Élevé	(679,65)	(252,21)	(60,85)	n/a	n/a	n/a

Potentiel technique

E3.3 - Augmentation du prix de stationnement en ville et dans la rue

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence) E3.3						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0,001	0,031	0,003	0,078	0,011	0,314
À l'horizon 2021	0,001	0,029	0,003	0,072	0,010	0,288
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0,001	0,029	0,003	0,071	0,010	0,286
À l'horizon 2021	0,001	0,026	0,002	0,064	0,009	0,257
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0,001	0,026	0,002	0,065	0,009	0,258
À l'horizon 2021	0,001	0,022	0,002	0,056	0,008	0,225
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées E3.3						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	74	27	184	67	735	266
À l'horizon 2021	68	25	170	61	679	246
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	67	24	168	61	670	242
À l'horizon 2021	61	22	151	55	606	219
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	61	22	151	55	606	219
À l'horizon 2021	53	19	132	48	529	192

COVOITURAGE POUR LES DÉPLACEMENTS POUR TOUS LES MOTIFS (E4)

Désignation de voies réservées aux véhicules à occupants multiples (E4.1)

Description³²

Cette mesure vise l'augmentation du nombre de voies réservées aux véhicules à plusieurs occupants ou, plus précisément, de la distance couverte par de telles voies. La mesure peut également être combinée avec les mesures de péage routier (mesures E3.1), en autorisant les véhicules à occupant simple à utiliser les voies réservées au prix d'un péage ou, encore, en rendant les péages plus rapides ou gratuits pour les Véhicules à Occupants Multiples (VOM).

Cette mesure favorise le covoiturage, mais constitue aussi un incitatif à l'utilisation du transport en commun en réduisant le temps de déplacement de ce mode de transport puisqu'il peut également utiliser la même voie. La consommation d'essence des véhicules à occupant unique peut également être réduite en raison d'un trafic plus fluide. Néanmoins, les voies réservées aux VOM ont un double tranchant. Par exemple, à San Francisco, plutôt que d'améliorer la mobilité, les voies réservées ont accru la congestion et réduit la capacité de 20 %, sans encourager le covoiturage ni augmenter significativement le débit de personnes (Kwon et Varaiya, 2005).

Champ d'application

Cette mesure peut affecter le nombre de déplacements en automobile à occupant unique en milieu urbain, ainsi que le taux d'occupation du transport en commun. Il est recommandé que cette mesure ne soit appliquée que sous certaines conditions, notamment qu'elle soit implantée pour une population supérieure à 1,5 million d'habitants (TRB, 2006).

Durée de vie

Construction de nouvelles voies : 20 ans, soit la période moyenne entre les asphaltages.

Conversion de voies existantes : 1 an renouvelable.

32 Greene et Plotkin (2011) et de TRB (2006)

Économie d'énergie

Le TRB (2006) mentionne plusieurs critères essentiels à la réussite d'une voie réservée aux VOM. Les caractéristiques urbaines devraient inclure une population de plus de 1,5 million, un service VOM menant aux centres majeurs d'emploi avec plus de 100 000 employés, préférentiellement un quartier d'affaires au centre-ville, ainsi que des barrières géographiques qui concentrent le développement et déterminent le trafic. Idéalement il devrait y avoir une probabilité réaliste que le transport en commun utilise la voie réservée pour 25 autobus ou plus à l'heure de pointe. La congestion d'une autoroute à l'heure de pointe est un indicateur essentiel, et le temps sauvé par les VOM devrait préférentiellement être d'une minute par mile ou 7,5 minutes au total, ou au moins 0,5 minute par mile ou 5 minutes au total.

De façon similaire à l'étude de la Table des transports (1999), il sera considéré l'aménagement de voies VOM sur 45 km des routes urbaines congestionnées, ainsi que leur construction sur 90 km de plus. Elles couvriraient les deux côtés de la route sur l'ensemble des autoroutes provinciales dans les municipalités où elles supportent un débit journalier moyen supérieur ou égal à 75 000 véhicules. Les routes sont l'autoroute 13 à Montréal et à Laval, l'autoroute 15 de Montréal à Mirabel, l'autoroute 20 de Montréal à Sainte-Julie, l'autoroute Ville-Marie à Montréal, l'autoroute 25 de Laval à Longueuil, l'autoroute 40 de Montréal à Repentigny, l'autoroute 440 à Laval, l'autoroute 640 de Boisbriand à Rosemère, et l'autoroute Laurentienne à Québec, pour un total de 135,3 km de voies VOM desservant 12,75 millions de vkm parcourus quotidiennement en véhicules légers. Il est considéré que les voies réservées seront en fonction seulement de 7 h à 18 h 30 sur semaine, et que cela représente 60 % des vkm totaux tel qu'au centre-ville de Londres (UCDavis, 2010). Ainsi, 60 % des vkm d'une route sont visés par une voie réservée. Par hypothèse, les voies réservées n'ont aucun impact sur les vkm en dehors des heures où elles sont en fonction, car lorsqu'il y a absence de congestion elles deviennent superflues.

Aménager les voies réservées causera vraisemblablement une diminution de 10,64 % des vkm parcourus en véhicule léger. En effet, d'après le TRB (2006), le taux d'occupation des véhicules augmentera d'entre +0,05 et +0,25, c'est-à-dire qu'au Québec il passerait probablement de 1,26 à 1,41. En émettant l'hypothèse que le nombre total de pkms ne changera pas, le nombre de vkm diminuera de 10,64 %. Quant aux 90 km de voies VOM construites, cette étude estime que les vkm augmenteront de 20 % à court terme et de 32 % à long terme. Ce résultat est obtenu en multipliant le pourcentage d'augmentation de la capacité d'une route par l'élasticité des vkm à pleine capacité. Tel que dans Kwon et Varaiya (2005), il est

considéré que les voies VOM accommodent 20 % moins de trafic que les voies tout usage, et par hypothèse les routes élargies comportaient deux voies, résultant en une capacité ajoutée de 40 %. Quant à l'élasticité, elle provient de Noland (2001) et vaut 0,5 à court terme et 0,8 à long terme.

Une bonne portion des vkm générés par la construction d'une nouvelle voie provient de trafic détourné. De plus, la hausse du taux d'occupation moyen devrait diminuer les vkm des pkms sur la route. Ainsi, par hypothèse chaque vkm additionnel épargne 0,85 km ailleurs sur le réseau routier.

Autres études de la revue de littérature

TRB (2006) : Augmentation du nombre de passagers par automobile de +0,05 à +0,25 (ou, en d'autres termes, une augmentation moyenne de 9 % du nombre moyen d'occupants par automobile). Présentation de nombreuses études de cas. Mention qu'il n'existe pas de consensus sur l'impact des voies réservées, certaines études estimant même que le nombre de vkm augmenterait.

L'étude de Cambridge Systematics (2002) conclut que bien que les voies VOM diminuent les vkm, elles créent assez de congestion sur les autres voies pour accroître la consommation d'essence et la pollution de l'air.

Table des transports sur le changement climatique (1999) : Étudie l'aménagement au Canada de 225 km de voies urbaines réservés aux véhicules transportant au moins deux occupants et la construction de 450 km de voies réservées à ces mêmes véhicules. La réduction dans la production de GES est estimée à 0,178 Mt, ce qui correspond à 77 729 258 litres de pétrole ou 2 694 096 GJ.

Coûts et rentabilité

Construire 90 km de voies réservées sur les autoroutes mentionnés ci-dessus coûterait environ 315 M\$ pour les deux horizons de temps étudiés³³. Leur coût d'entretien annuel pourrait atteindre 684 000 \$, avec l'hypothèse qu'il s'agit du double du coût moyen d'entretien au kilomètre estimé par Transports Québec pour une route locale³⁴. Quant à la surveillance, par hypothèse elle se financera d'elle-même avec les amendes.

33 Selon des projets récents réalisés par GENIVAR.

34 Le coût moyen d'entretien d'une route locale est estimé par Transports Québec (2013) à 3 800 \$ le kilomètre.

Le coût de la mesure E4.1 peut être évalué par la théorie économique. Tel que mentionné ci-dessus, l'aménagement de voies réservées ne modifie pas la quantité de pkm. Ainsi, par hypothèse, si le délai de congestion ne change pas, le niveau de bien-être demeure le même.

Toutefois, la construction d'une voie réservée augmente le niveau de bien-être même si la congestion reste la même, puisqu'elle accommodera des déplacements additionnels valant :

$$\frac{\Delta \text{valeur} \times \Delta \text{qté}}{2}$$

La variation de la valeur n'est pas directement observable. Elle est déterminée à l'aide de l'équation suivante :

$$\Delta \text{valeur} = \frac{\left(\frac{\% \Delta \text{qté}}{\text{élasticité de la demande de déplacements au prix d'un péage}} \right)}{\text{nbr moyen de vkm par déplacement}}$$

L'élasticité de la demande de déplacements au prix d'un péage provient d'une moyenne des impacts calculés par Washbrook (2002) et May et Milne (2000), tel qu'effectué pour la mesure E3.1.1. Le calcul de la variation du bien-être ignore l'impact de la variation de la congestion pour les pkm initiaux. Ainsi, la rentabilité de cette mesure est surestimée pour les voies VOM aménagées et sous-estimée pour les voies VOM construites. En effet, le coût de la congestion est difficile à isoler puisque l'offre et la composition de la demande sont modifiées simultanément à la congestion. Toutefois, comme la capacité globale des routes est augmentée sous toutes les variantes de taux de pénétration, le temps de congestion moyen est toujours réduit et la rentabilité est toujours sous-estimée. Il s'agit donc d'un estimé conservateur.

En ce qui concerne l'externalité de pollution, elle reste la même, car les voies réservées n'augmentent pas le coût d'utiliser la route pour compenser l'externalité de pollution. En ce qui concerne les voies aménagées, l'offre et la demande sont simplement segmentées en deux marchés différents. Sous certaines conditions, on peut supposer que les pentes des courbes d'offre et de demande restent les mêmes, et alors l'aménagement de voies VOM ne modifie pas le nombre de véhicules qui seraient retirés des routes si la pollution leur était facturée. Pour les voies construites, sous certaines conditions l'ajout de capacité ne modifie pas la pente de la courbe d'offre au point d'intersection avec la courbe de demande. Ainsi, si la pente de la courbe de demande de déplacements demeure la même, un nombre identique de véhicules cesseraient d'emprunter les routes si la pollution leur était facturée. Alors il n'y a aucune modification dans la perte sèche liée à la pollution.

Ainsi, le coût théorique de la mesure E4.1 égale le coût de construction et d'entretien des voies, moins la valeur des déplacements additionnels générés.

Par hypothèse, les voies réservées n'ont aucun impact sur les vkm et le bien-être de la société en dehors des heures où elles sont en fonction, car il y a absence de congestion et elles deviennent ainsi superflues.

Autre étude de la revue de littérature

Cambridge Systematics (2009) : L'étude considère un système de type Quickchange Moveable Barriers. En dollars constants de l'an 2000, l'investissement initial représente 1 000 000 \$US par mile de voie réservée, et l'opération et la maintenance annuelles coûtent 100 000 \$US par mile. L'analyse ne couvre pas les coûts de réglementation et de surveillance.

Résultats

Rentabilité

E4.1 - Désignation de voies réservées aux véhicules à occupants multiples

VAN (M\$)							E4.1
Scénario de coût	Coût total de la mesure			Coût d'équipement et d'opération			
	Faible	Moyenne	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée	
Scénario de pénétration							
Scénario du prix du pétrole brut							
Faible	(30,49)	(146,31)	(263,11)	(304,16)	(304,16)	(304,16)	
Référence	(30,49)	(146,31)	(263,11)	(304,16)	(304,16)	(304,16)	
Élevé	(30,49)	(146,31)	(263,11)	(304,16)	(304,16)	(304,16)	

Potentiel technique

E4.1 - Désignation de voies réservées aux véhicules à occupants multiples

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence)							E4.1
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	0	-3	0	4	0	10	
À l'horizon 2021	0	-6	0	1	0	7	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	0	-3	0	4	0	10	
À l'horizon 2021	0	-5	0	1	0	7	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	0	-3	0	4	0	10	
À l'horizon 2021	0	-5	0	1	0	6	
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées							E4.1
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	-6 857	-2 481	8 736	3 160	24 042	8 697	
À l'horizon 2021	-13 079	-4 736	1 723	624	16 999	6 155	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	-6 722	-2 432	8 552	3 094	23 544	8 517	
À l'horizon 2021	-12 398	-4 490	1 691	612	16 221	5 874	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	-6 595	-2 386	8 254	2 986	22 843	8 264	
À l'horizon 2021	-11 267	-4 081	1 501	544	14 674	5 314	

COVOITURAGE POUR LES DÉPLACEMENTS LIÉS AU TRAVAIL (E5)

Mesure favorisant le covoiturage pour se rendre au travail (E5.1)

Description³⁵

Mesure visant à générer des incitatifs à utiliser le covoiturage pour les déplacements liés au travail. Concrètement, des mini-fourgonnettes partagées (vanpool) peuvent être mises à la disposition des employés. Le véhicule est acheté par l'employeur et/ou loué aux employés à un prix fixé en fonction du kilométrage.

Parallèlement, un jumelage des employés pour covoiturage (carpool) peut-être instauré par l'employeur.

Champ d'application

Dans le cas des mini-fourgonnettes partagées, le marché cible est l'ensemble des employés d'une grande organisation qui résident à 32,19 km ou plus de leur lieu de travail, soit environ 2,5 % des employés (Comsis et ITE, 1993). Pour le covoiturage, la clientèle cible est l'ensemble des travailleurs optant pour l'automobile pour leurs déplacements liés au travail. Leur nombre sera évalué à l'aide du nombre d'employés et de la proportion des déplacements liés au travail effectués en voiture.

Durée de vie

Cambridge Systematics (2009) : La durée de vie des mini-fourgonnettes est estimée à 15 ans. La durée de vie du logiciel de jumelage pour covoiturage est estimée à cinq ans.

Économie d'énergie

Cette mesure sera évaluée en deux parties : le partage de mini-fourgonnettes et le jumelage des employés pour le covoiturage.

En ce qui concerne le premier volet, suivant une étude du TRB (2005b) il sera considéré qu'une mini-fourgonnette accommode en moyenne six employés. D'autre part, en se référant aux études du TRB (2005b) et de l'État du Connecticut (2007), il est raisonnable d'espérer une réduction moyenne du deux tiers de la consommation

35 Cambridge Systematics (2009)

énergétique pour chaque utilisateur d'une mini-fourgonnette partagée. Enfin, de façon analogue à Comsis et ITE (1993), cette étude estime que les mini-fourgonnettes partagées peuvent rejoindre jusqu'à 2,5 % des travailleurs. Si 0,7 % des déplacements sont déjà effectués en mini-fourgonnette partagée, jusqu'à 1,2 % de la consommation énergétique liée aux migrants journaliers pourrait être épargnée dans l'avenir.

TRB (2005b) : Pour les cinq plus importants programmes de mini-fourgonnettes partagées des États-Unis, le taux d'occupation moyen se situait entre 5,2 à 7,0 passagers. D'autre part, le rapport relate une étude conduite en 1980-1981 dans le Massachusetts, laquelle estime une réduction moyenne de la consommation d'essence de 66 % par participant. Puisque la consommation d'essence au kilomètre des mini-fourgonnettes est plus importante que celle des voitures, la réduction moyenne des vkm était plus élevée, à 76 %. Ces résultats tiennent compte du mode de transport passé des utilisateurs des mini-fourgonnettes.

État du Connecticut (2007) : Le programme de mini-fourgonnettes partagées de l'État a enregistré plus de 3 000 migrants journaliers en 2006, dont 68 % ne provenaient ni du covoiturage, ni du transport en commun.

Comsis et ITE (1993), cité dans TRB (2005 b) : Selon cette étude sur la gestion de la demande de transport réalisée aux États-Unis, le partage de mini-fourgonnettes pourrait rejoindre environ 2 % à 3 % de l'ensemble des travailleurs, soit 50 % des migrants journaliers qui se déplacent sur plus de 32,19 km.

Autre étude de la revue de littérature

Wambalaba et al. (2004) : La présence d'une subvention pour utiliser les mini-fourgonnettes augmente la part de ce mode de transport de 1,8 fois (par rapport à la voiture à occupant unique). Ainsi, si l'ensemble des employeurs mettent en place un système de mini-fourgonnettes subventionnées, le ratio des transports pour le travail effectués par mini-fourgonnette sur ceux effectués en véhicule à occupant unique se multiplierait par 2,8. Avec une part des mini-fourgonnettes dans le transport pour le travail à 0,7 % et une part des véhicules à simple occupant à 84 %, la part des mini-fourgonnettes passerait à 1,93 %, ce qui est similaire au pourcentage retenu de 2,5 %.

En ce qui concerne le jumelage d'employés pour le covoiturage, suivant Wagner (1978), l'impact sera estimé à 0,3 % des vkm liés au travail dans les lieux de travail visés. Ainsi, appliquée à l'ensemble des employeurs où cela est possible, la mesure combinant le jumelage avec un programme de partage de mini-fourgonnettes permettrait d'épargner jusqu'à 1,5 % de l'énergie liée aux migrants journaliers.

Wagner (1978), cité dans DOT (2010) : Une centaine de projets-pilotes conduits dans six régions des États-Unis ont incité 2,8 % des migrants journaliers de la région à initier ou augmenter leurs trajets partagés. Le jumelage s'est traduit par une réduction de 0,3 % des vkm totaux liés au travail dans la région.

Apogee (1994), cité dans DOT (2010) : Effectue une revue de littérature plus récente et trouve que les programmes régionaux de jumelage pour covoiturage mènent à une réduction des vkm allant de 0,1 à 2,0 %. Les auteurs développent un « estimé maximal raisonnable » de 0,4 %.

Cambridge Systematics (2009) : Impact estimé à l'aide du modèle COMMUTER.

UCDavis (2010) : Revue de littérature d'études de cas.

Table des transports sur le changement climatique (1999) : Étudie l'impact d'un scénario dans lequel tous les employeurs sont tenus de participer à un programme de covoiturage qui englobe l'appariement des participants, le stationnement préférentiel, un retour garanti à la maison et une campagne de commercialisation qui s'élève à 1,0 \$ par tête. La réduction dans la production de GES est estimée à 0,443 Mt de CO₂ éq., ce qui correspond à 193 449 782 litres ou 6 704 969 GJ de pétrole.

Coûts et rentabilité

Pour le partage de mini-fourgonnettes, le coût totaliserait 25 000 \$ par mini-fourgonnette pour les deux horizons de temps étudiés (Cambridge Systematics, 2009) et une mini-fourgonnette additionnelle serait requise pour chaque tranche de 286 employés de la force de travail. Pour le jumelage d'employés pour covoiturage, suivant Cambridge Systematics (2009) chaque employeur investit dans un logiciel coûtant 100 000 \$ aux cinq ans.

Cambridge Systematics (2009) : Coût de 25 000 \$ par mini-fourgonnette, en plus des coûts d'administration de la mesure vanpool. Coût de 100 000 \$ pour un logiciel de jumelage pour le covoiturage.

Le coût de la mesure E5.1 peut également être évalué par la théorie économique. En ce qui concerne le partage de mini-fourgonnettes, la mesure E5.1 engendre une perte de bien-être globale (gain pour les employés et perte plus importante pour les employeurs) due à la distorsion des prix par les employeurs qui subventionnent les mini-fourgonnettes pour leurs employés. L'effet d'une distorsion des prix sur le

bien-être global est traité en détail dans la fiche des mesures E1.1. Par exemple, en supposant que les mini-fourgonnettes doivent être subventionnées à 100 % par l'employeur pour atteindre leur plein potentiel, et si l'atteinte du plein potentiel permet l'ajout 10 000 mini-fourgonnettes qui sont utilisées en moyenne par six personnes pour 520 déplacements par année pendant dix ans, ces mini-fourgonnettes créent une perte sèche de 125 M\$ sur dix ans.

Toutefois, la mesure E5.1 permet également de diminuer l'utilisation des véhicules légers qui génèrent une externalité négative pour la société. Puisque la consommation d'essence génère un coût moyen de pollution de 1,3668 ¢/déplacement de 32,19 km³⁶, et puisque les mini-fourgonnettes permettent d'éviter le deux tiers de ce coût, tout individu qui choisit de se déplacer en mini-fourgonnette génère un gain, en termes de réduction de l'externalité, de 0,9112 ¢/déplacement. Appliqué à l'exemple des 10 000 mini-fourgonnettes, ce gain atteint 2,8 M\$ sur 10 ans.

En ce qui concerne le covoiturage, il engendre une perte de bien-être en raison des achats de logiciels au-delà de la quantité d'équilibre. Puisque 646 emplacements de 500 employés ou plus pourraient acquérir un logiciel coûtant 100 000 \$, la mesure crée une perte sèche de 32,3 M\$ sur cinq ans.

Toutefois, le kilométrage génère un coût pour la société de 0,04949 ¢/km³⁷, et le covoiturage permet de le diminuer. Puisque les employés concernés représentent 43 % de la force de travail, et que 24 % des déplacements sont effectués pour le travail, la mesure concerne 10 % du total des vkm et en économise 0,3 %. Cela correspond à une diminution de 17 M de vkm durant cinq ans, soit 27 000 vkm par emplacement, pour une économie de pollution de 67 \$/logiciel sur cinq ans, soit 0,067 % de son coût. On peut supposer que si les logiciels étaient subventionnés par l'employeur de 67 \$, le nombre d'emplacements à les acquérir augmenterait de 0,067 %, c.-à-d. 0,43 emplacement s'en prévaudrait. La diminution de l'externalité de pollution correspond à la moitié du produit de la variation de la quantité et de la variation de prix si la subvention était implantée, soit 14,5 \$ sur cinq ans.

36 En considérant un coût pour la tonne de CO₂ à 1,80 \$, une consommation moyenne de 10,3litres/100km, et une production de GES de 2,29 kg/litre, l'externalité coûte en moyenne 1,3668 ¢ par déplacement de 32,19 km. En ajoutant le coût à la tonne du SO₂ et du NO_x, le coût par déplacement atteint 1,5931 ¢. Toutefois, il faut interpréter ce calcul prudemment, puisque la pollution n'est pas reliée directement au kilométrage parcouru. La pollution dépend plutôt de la consommation de combustibles.

37 En considérant un coût pour la tonne de CO₂ à 1,80 \$, une consommation moyenne de 10,3litres/100km, et une production de GES de 2,29 kg/litre, le coût moyen par kilomètre de l'externalité est de 0,04246 ¢. En ajoutant le coût à la tonne du SO₂ et du NO_x, le coût par kilomètre atteint 0,04949 ¢. Toutefois, il faut interpréter ce calcul prudemment puisque la pollution n'est pas reliée directement au kilométrage parcouru. La pollution dépend plutôt de la consommation de combustibles, et ainsi une taxe sur les carburants serait plus efficace.

Le coût théorique de la mesure E5.1 est donc l'effet net des pertes sèches et des gains créés par les investissements des employeurs.

Résultats

Rentabilité

E5.1 - Mesure favorisant le covoiturage pour se rendre au travail

VAN (M\$) E5.1						
Scénario de coût	Externalités			Coût d'équipement et d'opération		
Scénario de pénétration	Faible	Moyenne	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée
Scénario du prix du pétrole brut						
Faible	(58,11)	(114,79)	(19 767,73)			
Référence	(58,11)	(114,79)	(19 767,73)			
Élevé	(58,11)	(114,79)	(19 767,73)			

Potentiel technique

E5.1 - Mesure favorisant le covoiturage pour se rendre au travail

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence)						Mini-fourgonnettes
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort
À l'horizon 2016	0	4	0	7	1	16
À l'horizon 2021	0	3	0	6	0	14
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort
À l'horizon 2016	0	4	0	7	1	16
À l'horizon 2021	0	3	0	6	0	13
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort
À l'horizon 2016	0	3	0	7	1	16
À l'horizon 2021	0	3	0	5	0	12
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						Mini-fourgonnettes
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort
À l'horizon 2016	8 434	3 051	16 485	5 963	38 337	13 868
À l'horizon 2021	7 227	2 617	14 125	5 115	32 849	11 895
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort
À l'horizon 2016	8 264	2 989	16 152	5 843	37 562	13 588
À l'horizon 2021	6 862	2 485	13 412	4 857	31 192	11 296
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort
À l'horizon 2016	8 064	2 917	15 762	5 702	36 655	13 260
À l'horizon 2021	6 229	2 256	12 174	4 409	28 312	10 254
Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence)						Plate-forme de jumelage pour covoiturage
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort
À l'horizon 2016	0	1	0	2	0	4
À l'horizon 2021	0	1	0	2	0	4
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort
À l'horizon 2016	0	1	0	2	0	4
À l'horizon 2021	0	1	0	1	0	3
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort
À l'horizon 2016	0	1	0	1	0	3
À l'horizon 2021	0	1	0	1	0	3
Potentiel de GES évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						Plate-forme de jumelage pour covoiturage
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort
À l'horizon 2016	2 020	731	3 949	1 428	9 183	3 322
À l'horizon 2021	1 866	676	3 646	1 320	8 480	3 071
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort
À l'horizon 2016	1 842	666	3 599	1 302	8 370	3 028
À l'horizon 2021	1 664	603	3 252	1 178	7 564	2 739
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort
À l'horizon 2016	1 664	602	3 253	1 177	7 566	2 737
À l'horizon 2021	1 454	527	2 842	1 029	6 608	2 393

Potentiel technique (suite)

Agrégé - mesures de covoiturage						
Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	4	0	9	1	20
À l'horizon 2021	0	4	0	8	1	18
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	4	0	8	1	20
À l'horizon 2021	0	4	0	7	1	16
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0	4	0	8	1	19
À l'horizon 2021	0	3	0	6	1	15
Agrégé - mesures de covoiturage						
Potentiel de GES évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	10 454	3 782	20 434	7 392	47 520	17 190
À l'horizon 2021	9 092	3 292	17 771	6 435	41 329	14 965
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	10 105	3 656	19 751	7 145	45 932	16 616
À l'horizon 2021	8 526	3 088	16 665	6 035	38 755	14 035
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	9 729	3 519	19 015	6 879	44 221	15 997
À l'horizon 2021	7 682	2 782	15 016	5 438	34 920	12 647

Retour à la maison garanti (E5.2)

Description³⁸

Cette mesure est généralement offerte directement par l'employeur aux employés qui utilisent des moyens de transport alternatifs. Elle leur garantit un retour à la maison en cas d'urgence ou advenant que le travailleur doit rester plus tard au bureau. Un service de taxi, de location d'auto ou de voiture appartenant à la compagnie est alors mis à la disposition du travailleur. Le service peut être gratuit ou à faible prix. Cette mesure fait généralement partie d'un ensemble de mesures de gestion de la demande mises sur pied par un employeur. Elle vise à restreindre les inconvénients liés à l'utilisation du transport collectif ou alternatif.

Champ d'application

Le marché ciblé est l'ensemble des travailleurs.

Durée de vie

Un an, avec renouvellement annuel jusqu'à la fin de l'horizon.

Économie d'énergie

Cette mesure n'est pas calculée en raison du manque de données. L'économie d'énergie pour cette mesure aurait dû être évaluée pour les régions de Montréal, de Laval et de la Montérégie et pour les villes de Québec, de Gatineau, de Sherbrooke et de Trois-Rivières, à l'aide d'une région similaire aux États-Unis (la région métropolitaine de recensement combinée (CMSA) de Boston) et du modèle américain TRIMMS 2.0. Ce modèle intègre des données sur la population et l'aménagement urbain des villes, et utilise des élasticités pour calculer l'impact d'une mesure sur le nombre total de déplacements et les parts de marché de chaque mode de transport. Les données suivantes sur les villes analysées sont nécessaires :

- la distance moyenne d'un trajet en automobile, en covoiturage, en mini-fourgonnette d'employés (vanpool), en transport en commun, à bicyclette et à la marche;

38 VTPI (2010), DOT (2010) et Cambridge Systematics (2009)

- la part actuelle de chacun de ces modes dans les déplacements liés au travail;
- le nombre total de migrants journaliers;
- une région américaine avec une population et une densité urbaine semblables aux villes québécoises concernées.

Pour le Québec, on peut citer en exemple le cas du Mouvement Desjardins, qui a mis cette mesure en place il y a deux ans (2011). Suite à son application, l'employeur n'a reçu qu'une seule demande de remboursement de taxi (valeur de 16 \$), sur un potentiel de 1 500 covoitureurs. À noter cependant que l'impact ne se mesure pas uniquement en termes de remboursements. Toutefois, des données existantes n'ont pu être trouvées.

Selon Pierre-Olivier Parent de Covoiturage.ca, les mêmes tendances s'observent chez d'autres employeurs qui gèrent de tels programmes. Que ce soit chez Bell, Hydro-Québec ou Bombardier, les demandes annuelles s'avèrent marginales (3 ou 4 tout au plus). Cette situation est attribuable aux règles bien connues entourant une demande de remboursement. Souvent il peut s'agir d'un maximum annuel ou d'un maximum par déplacement par employé qui covoiture.

Coûts et rentabilité

Comsis (1993) estime un coût moyen de 5 \$US/employé/année, en considérant que moins de 10 % des employés utilisent le service dans une année et qu'un trajet coûte 30 \$US (dollars de 1993).

Dans le cas du Mouvement Desjardins, le coût de gestion de cette mesure avait été initialement évalué à 5 000 \$ par année, à savoir 1 500 covoitureurs X 50 % des passagers X 20 % réclamation X 33,33 \$ course en taxi = 5 000 \$/an. Le coût d'implantation étant marginal, il s'inscrit dans la globalité d'un programme de covoiturage d'abonnement en transport en commun.

Résultats

Compte tenu du manque de données, les effets de cette mesure n'ont pas été calculés

OPTIMISATION DE L'AMÉNAGEMENT URBAIN (E6)

Optimisation du zonage urbain (E6.1)

Description³⁹

La densité de développement, la taille des édifices et le regroupement des services dans un quartier diminuent la demande pour le transport par véhicule léger. Le zonage mixte qui permet la diversité des types d'établissements (commercial, résidentiel et industriel) dans un territoire donné influence les distances des déplacements et le mode de transport utilisé. Ainsi, cette mesure vise à favoriser un aménagement urbain plus dense de manière à réduire la distance des déplacements en voitures et à influencer le choix du mode de transport.

De façon plus spécifique, les principaux facteurs d'aménagement urbain susceptibles d'influencer les vkm parcourus sont les suivants :

- Densité
- Mixité
- Trame de rue (connectivité)
- Proximité des services et commerces
- Transport collectif (proximité et services)
- Présence d'infrastructures pour piétons et cyclistes

À noter que le plus récent Plan métropolitain d'aménagement et de développement de la Communauté métropolitaine de Montréal prévoit le développement de quartiers TOD (Transit Oriented Development) et établit des seuils minimaux de densité.

Champ d'application

Cette mesure peut affecter le transport de passagers.

Durée de vie

Principalement composée d'infrastructures, la forme urbaine est très durable. Pour les besoins de l'étude, il est suffisant de considérer que la durée de vie dépasse 20 ans, et que par conséquent un seul investissement sera effectué au cours de l'horizon 2013-2021.

39 Cambridge Systematics (2009)

Économie d'énergie

Des facteurs d'élasticité sont calculés dans Barla et al. (2011), Frank et al. (2008) et Ewing et Cervero (2010).

Facteurs d'élasticité et véhicules-kilomètres parcourus selon Ewing et Cervico (2010) :

Mesures	Élasticité
Densité et diversité du quartier	
Densité (résidents/logements)	-0,04
Densité d'emplois	0,00
Mixité du quartier	-0,09
Réseaux de transport du quartier	
Densité d'intersections	-0,12
% d'intersections à 4 branches	-0,12
Distance à l'arrêt de transport collectif le plus près	0,05
Facteurs régionaux	
Accessibilité aux emplois en voiture	-0,20
Accessibilité aux emplois en transport collectif	-0,05
Distance vers le centre-ville	-0,22

D'autres facteurs d'analyse sont présentés dans Cambridge Systematics (2009).

Cependant, il est difficile de chercher à évaluer l'effet de ces mesures dans leur globalité puisque ces effets vont dépendre de plusieurs facteurs, par exemple : la proximité des quartiers par rapport aux centres-villes, aux zones d'emplois ou aux réseaux de transport collectifs, la configuration de la trame de rue existante, etc. Bien que des cas spécifiques aient été étudiés, l'efficacité des mesures va dépendre du contexte des différents quartiers et, dans ce contexte, il demeure hasardeux d'en dégager des hypothèses valables.

Coûts et rentabilité

Selon Cambridge Systematics (2009), les coûts diffèrent selon la population des zones urbaines visées par la densification.

Région métropolitaine large : 1 M\$ par année pendant 10 ans, puis 300 000 \$ par année pour les années subséquentes.

Région métropolitaine moyenne : 500 000 \$ par année pendant 10 ans, puis 200 000 \$ par année pour les années subséquentes.

Petite région métropolitaine : 200 000 \$ par année pendant 10 ans, puis 100 000 \$ par année pour les années subséquentes.

Résultats

Compte tenu du manque de données disponibles et de la difficulté de définir des hypothèses valables (notamment au niveau des coûts), les effets de cette mesure n'ont pas été calculés.

Investissements dans les infrastructures de transport non motorisé (E6.2)

Description⁴⁰

Cette mesure vise à élargir l'offre de transport non motorisé, c'est-à-dire à améliorer l'environnement de manière à favoriser les déplacements en vélo ou à pied. La présence de trottoirs et de pistes cyclables dans un voisinage réduit les besoins pour les transports motorisés. Les investissements peuvent, par exemple, prendre la forme de traverses pour piétons, de voies réservées aux vélos, d'ajout de stationnements pour vélos ou de sentiers réservés aux piétons. Le succès de cette mesure est étroitement lié au niveau de densité du milieu où elle est implantée.

Selon Vélo Québec (L'État du vélo au Québec en 2010, 2011), les faits saillants sur l'utilisation du vélo au Québec sont les suivants :

- Le réseau cyclable au Québec en 2010 a connu une croissance de 36 % depuis 2005 pour atteindre plus de 9 000 km (il a presque doublé depuis 2000).
- On évalue, en 2010, à 4 millions le nombre de cyclistes au Québec, dont, 3,1 M d'adultes (soit 500 000 de plus qu'en 2005 qui prennent le vélo, tous motifs confondus).
- En 2010, un cycliste québécois parcourt en moyenne 47 km par semaine. Les cyclistes québécois roulent donc 145 000 000 km chaque semaine.
- Le vélo comme moyen de transport principal de mai à octobre était utilisé par 372 000 adultes au Québec en 2010, soit une augmentation de 37 % depuis 2000. Si on y ajoute ceux qui le font occasionnellement, c'est 1,3 million de cyclistes qui accordent vélo et déplacement utilitaire. Selon le recensement canadien de 2006, 1,4 % de Québécois utilisent régulièrement le vélo pour aller travailler.

40 DOT (2010)

- La part modale du vélo pour le travail en 2006 (selon les enquêtes origine-destination) variait entre 0,8 à 1,6 % selon les villes : Sherbrooke (0,8 %), Gatineau (1,9 %), Québec (1,4 %), Trois-Rivières (1,5 %), agglomération de Montréal (1,6 %).

Champ d'application

Cette mesure s'applique à l'ensemble du transport des personnes.

Durée de vie

Principalement composé d'infrastructures, le réseau cyclable et piéton est très durable. Pour les besoins de l'étude, il est suffisant de considérer que la durée de vie dépasse 20 ans, et que par conséquent un seul investissement sera effectué au cours de l'horizon 2013-2021.

Économie d'énergie

TRB (2003a) : Les résultats d'études de cas sont rapportés.

L'article d'Ewing et Cervero (2010) procure aussi des élasticités pour ce type de mesures.

La littérature ne permet pas d'établir une corrélation claire entre le coût d'implantation d'infrastructures de transport non motorisé et l'accroissement de l'utilisation de transport actif. Toutefois, selon une étude réalisée par Godefoy (2010), les économies potentielles liées au transport actif peuvent tenir compte des constats suivants :

- Environ 350 000 trajets quotidiens pourraient se faire à vélo sur l'île de Montréal (correspondant à 18 % des déplacements en automobile), basés sur les caractéristiques suivantes : distance courte, aucun passager, pas d'objet à transporter, retour au point de départ. La part modale du vélo serait alors multipliée par 9.
- Dans le même ordre d'idées, à Montréal, près du tiers des déplacements de moins de 1 km est effectué en auto. Cette proportion est de 44 % à Québec et à plus de 50 % à Longueuil, Laval et Sherbrooke.

Selon l'Étude de Vélo Québec (2010), en 2010, à Montréal, Québec et Gatineau, plus du tiers des travailleurs vit à moins de 5 km de son lieu de travail ; à Trois-Rivières et Sherbrooke, c'est près de la moitié d'entre eux. Presque un million des

travailleurs québécois habitent à moins de 5 km de leur lieu de travail. Puisque 94 % de ces travailleurs sont déjà montés à vélo et que plus de la moitié en ont fait au cours de l'année écoulée, tout laisse croire que la part modale du vélo peut encore augmenter de façon significative, de conclure les auteurs de l'étude.

Coûts et rentabilité

Il est difficile d'estimer des coûts moyens inhérents au développement des infrastructures, en raison de la grande variété des interventions possibles. Selon les données disponibles concernant le vélo :

- 11 villes investissent chaque année dans le développement de leur réseau;
- Montréal : une moyenne de 10 M\$/an de 2007 à 2010, soit 6 \$/habitant;
- Québec : 2 M\$ en 2010, soit 4 \$/habitant.
- Gatineau : 400 K\$ en 2010.

DOT (2010) : Coût moyen de différentes dépenses.

Cambridge Systematics (2009) : Estimations de coûts additionnels.

Résultats

Compte tenu du manque de données disponibles (notamment au niveau des coûts), les effets de cette mesure n'ont pas été calculés.

TÉLÉTRAVAIL (E7)

Télétravail (E7.1)

Description⁴¹

Cette mesure vise à réduire le nombre de déplacements liés aux nécessités du travail. Elle permet donc aux employés de certaines entreprises d'accomplir une partie de leur travail à partir de la maison, ce qui diminue le nombre de déplacements entre le domicile et le lieu de travail.

Champ d'application

Cette mesure s'applique aux travailleurs de bureau dans un des secteurs suivants : finance et assurances, services professionnels, services d'information et gouvernement.

Durée de vie

Un an, avec renouvellement annuel jusqu'à la fin de l'horizon.

Économie d'énergie

L'économie d'énergie pour cette mesure sera évaluée pour les régions de Montréal, de Laval et de la Montérégie et pour les villes de Québec, de Gatineau, de Sherbrooke et de Trois-Rivières⁴², à l'aide d'une région similaire aux États-Unis (la région métropolitaine de recensement combinée (CMSA) de Boston) et du modèle américain TRIMMS 2.0. Le fonctionnement de ce modèle est détaillé dans la fiche de la mesure E5.2. La seule différence est que le nombre total de migrants journaliers à inscrire représente uniquement quelques secteurs d'activité. Selon le modèle,

DOT (2010) : Les hypothèses formulées permettent d'estimer que le télétravail pourrait doubler aux États-Unis, réduisant les VMT de 28,9 milliards. L'étude note d'ailleurs l'importance des effets rebonds liés au télétravail sans expliciter davantage.

41 DOT (2010)

42 Ces villes ont été choisies puisqu'elles ont une densité semblable, ce qui permet d'utiliser la même élasticité que celle du modèle TRIMMS pour la région de Boston.

UCDavis (2010) : En raison de l'effet rebond, la réduction des vkm par télétravailleur par jour de télétravail n'est pas de 100 %, mais varie entre 53,4 et 76,5 %.

Coûts et rentabilité

Suivant les travaux du DOT (2010) et de Cambridge Systematics (2009), le coût annuel sera établi à 1 000 \$ par télétravailleur. Pour calculer le coût total de la mesure, le nombre de déplacements économisés calculé par TRIMMS 2.0 sera converti en nombre de télétravailleurs, en considérant qu'un télétravailleur moyen consacre 1,78 jour par semaine ou 35,6 % de son temps à sa résidence (Ipsos, 2011). Par exemple, si dans les secteurs visés, 2 % des déplacements pour le travail sont économisés par la mesure, alors 5,62 % des migrants journaliers ciblés ont commencé à faire du télétravail.

DOT (2010) : Les coûts incluent les dépenses en informatique (internet à la maison, ordinateur portable, connexion au serveur de l'entreprise, etc.) nécessaires à la mise en place du télétravail. Coût médian annuel par travailleur à distance de 1 088 \$ (coût moyen annuel par travailleur à distance de 1 920 \$).

Cambridge Systematics (2009) : Coût annuel de 1 000 \$ par télétravailleur additionnel.

Ipsos (2011) : Suite à un sondage réalisé en ligne au Canada avec environ 1 000 répondants, un tiers des Canadiens ont travaillé à distance au cours de l'année.

Réponse	Fréquence relative
Toujours - Je travaille tous les jours de ma maison qui est éloignée ou séparée des vrais bureaux de mon employeur.	3%
Sur une base très substantielle et constante tel que les soirs et les fins de semaine	5%
Plus d'une ou deux fois par semaine	4%
Une ou deux fois par semaine	5%
Une ou deux fois par mois	7%
Quelques fois par année	9%
Jamais	67%

Ainsi, un travailleur à distance au Canada passait en moyenne 1,78 journée par semaine à distance, si la matrice de conversion des réponses ci-dessous est utilisée.

Réponse	Journées par semaine
Toujours - Je travaille tous les jours de ma maison qui est éloignée ou séparée des vrais bureaux de mon employeur.	5,0
Sur une base très substantielle et constante tel que les soirs et les fins de semaine	4,0
Plus d'une ou deux fois par semaine	3,0
Une ou deux fois par semaine	1,5
Une ou deux fois par mois	0,5
Quelques fois par année	0,1

Le coût de la mesure E7 peut être évalué par la théorie économique, en supposant que les nouveaux niveaux de télétravail dépassent le niveau optimal. Dans ce cas, la mesure E7 engendrerait une perte de bien-être due à la modification arbitraire de la quantité de télétravail utilisée. L'effet d'une telle distorsion sur le bien-être global est traité en détail dans la fiche des mesures E7.1. Par exemple, en supposant que l'équipement pour le télétravail doit être financé à 100 % par l'employeur pour atteindre le plein potentiel, et qu'en conséquence 50 000 travailleurs adoptent le télétravail, la mesure crée une perte sèche de 25 M\$ annuellement.

Toutefois, la mesure E7 permet également de diminuer l'utilisation des véhicules légers qui génèrent une externalité négative pour la société. Puisque la consommation d'essence génère un coût moyen de pollution de 0,4437 ¢/déplacement⁴³, un travailleur à distance génère un gain, en termes de réduction de l'externalité, de 0,8492 ¢/jour. Appliqué à l'exemple des 50 000 nouveaux télétravailleurs, ce gain atteint 39 000 \$ à chaque année.

Le coût théorique de la mesure E7 est donc l'effet net de la perte sèche et du gain créés par la réglementation du télétravail, soit 24 961 k\$ dans la mise en situation.

43 En considérant une distance parcourue moyenne de 9 km par déplacement, un coût pour la tonne de CO₂ à 1,80 \$, une consommation moyenne de 10,3 litres/100km, et une production de GES de 2,29 kg/litre, le coût moyen par déplacement de l'externalité est de 0,4246 ¢. En ajoutant le coût à la tonne du SO₂ et du NO_x, le coût par déplacement atteint 0,4437 ¢. Toutefois, il faut interpréter ce calcul prudemment, puisque la pollution n'est pas reliée directement au kilométrage parcouru. La pollution dépend plutôt de la consommation de combustibles.

Résultats

Rentabilité

E7.1 - Mesures de promotion du télétravail

VAN (M\$)							E7.1
Scénario de coût	Externalités			Coût d'équipement et d'opération			
Scénario de pénétration	Faible	Moyenne	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée	
Scénario du prix du pétrole brut							
Faible	(97,02)	(163,50)	(331,77)				
Référence	(97,03)	(163,50)	(331,78)				
Élevé	(97,03)	(163,51)	(331,79)				

Potentiel technique

E7.1 - Mesures de promotion du télétravail

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence)							E7.1
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	0	3	0	6	0	12	
À l'horizon 2021	0	3	0	5	0	10	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	0	3	0	6	0	11	
À l'horizon 2021	0	3	0	5	0	9	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	0	3	0	6	0	11	
À l'horizon 2021	0	3	0	4	0	9	
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées							E7.1
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	8 024	2 903	13 522	4 892	27 439	9 926	
À l'horizon 2021	6 876	2 490	11 587	4 196	23 512	8 514	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	7 862	2 844	13 249	4 793	26 885	9 726	
À l'horizon 2021	6 529	2 364	11 002	3 984	22 326	8 085	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	7 672	2 776	12 929	4 677	26 236	9 491	
À l'horizon 2021	5 926	2 146	9 986	3 617	20 264	7 339	

HORAIRES DE TRAVAIL FLEXIBLE (E8)

Horaires de travail flexibles (E8.1)

Description⁴⁴

Cette mesure vise à réduire ou à modifier le moment des déplacements liés aux nécessités du travail. La mesure permet donc à certains employés de modifier leurs heures d'arrivée et de sortie, ou encore de comprimer leur horaire. Dans le premier cas, la congestion peut être évitée, ce qui réduit la consommation d'essence. La flexibilité des horaires peut également permettre à certains employés d'ajuster leur horaire à ceux du transport en commun et ainsi favoriser ce mode de transport.

Alternativement, l'horaire comprimé permet de réduire le nombre de déplacements en voiture. Par exemple, une semaine de travail de 40 heures sur 5 jours peut alors être réaménagée sur 4 jours.

Champ d'application

Cette mesure peut s'appliquer à une partie des travailleurs de l'ensemble des industries, exception faite des services de santé, des services d'enseignement, de la construction, du transport et des forces armées. La part des travailleurs touchés dans les industries visées dépendra principalement du taux de pénétration, qui sera plafonné à 50 % dans le calcul du potentiel québécois.

Durée de vie

Un an, avec renouvellement annuel jusqu'à la fin de l'horizon.

Économie d'énergie

L'économie d'énergie pour cette mesure aurait dû être évaluée pour les régions les plus densément peuplées du Québec à l'aide d'une région similaire aux États-Unis et du modèle américain TRIMMS 2.0. Le fonctionnement de ce modèle est détaillé dans la fiche de la mesure E5.2. La seule différence aurait dû être que le nombre total de migrants journaliers à inscrire représente la moitié des travailleurs de

44 DOT (2010)

certaines secteurs d'activité. Toutefois, TRIMMS calcule des économies de vkm plutôt que des économies d'énergie dû au changement de l'heure de pointe, et le modèle ne permet pas de quantifier les gains sur les autres automobilistes que ceux qui modifient leur horaire. Ainsi, suivant les résultats de Wagner (1980), il sera estimé qu'implanter les horaires flexibles à 50 % de la capacité maximale réduirait la consommation énergétique totale sur les routes du Québec de 0,375 %.

Wagner (1980) : Une implantation optimale des horaires flexibles et des semaines de travail compressées réduit la consommation énergétique d'entre 0,7 % et 0,8 %.

Autre étude de la revue de littérature.

DOT (2010) : Les résultats d'études de cas sont rapportés.

Coûts et rentabilité

Cambridge Systematics (2009) : Hypothèse que cette mesure n'engendre aucun coût.

La consommation d'essence génère un coût pour la société de 0,4122 ¢/litre⁴⁵. Puisque la mesure E8 permet également de diminuer la consommation d'essence, elle crée un gain en termes de réduction de l'externalité. Elle est donc nécessairement rentable. Si la mesure permet de réduire la consommation moyenne de carburant des véhicules légers de 5 %, et si leur consommation totale annuelle se chiffre à 10 millions de litres, le surplus équivaldrait 2 061 \$ chaque année.

45 En considérant un coût pour la tonne de CO₂ à 1,80 \$ et une production de GES de 2,29 kg/litre, le coût moyen pour la société par litre d'essence consommé est de 0,4122 ¢. En ajoutant le coût à la tonne du SO₂ et du NO_x, le coût par litre atteint 0,4923 ¢.

Résultats

Rentabilité

E8.1 - Horaire de travail flexible

VAN (M\$) E8.1						
Scénario de coût Scénario de pénétration Scénario du prix du pétrole brut	Externalités			Coût d'équipement et d'opération		
	Faible	Moyenne	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée
Faible	88,54	147,56	295,12			
Référence	136,28	227,13	454,26			
Élevé	179,97	299,95	599,90			

Potentiel technique

E8.1 - Horaire de travail flexible

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence) E8.1						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	15	1	26	3	51
À l'horizon 2021	1	15	1	24	3	48
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	14	1	23	2	47
À l'horizon 2021	1	13	1	22	2	43
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	13	1	21	2	42
À l'horizon 2021	1	11	1	19	2	38
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées E8.1						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	54 424	19 415	90 707	32 358	181 413	64 716
À l'horizon 2021	54 748	19 514	91 247	32 523	182 495	65 046
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	49 983	17 828	83 304	29 714	166 608	59 428
À l'horizon 2021	48 797	17 394	81 329	28 990	162 658	57 980
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	45 643	16 278	76 072	27 130	152 144	54 260
À l'horizon 2021	43 299	15 431	72 165	25 718	144 330	51 437

UTILISATION DU TRANSPORT EN COMMUN POUR TOUT TYPE DE DÉPLACEMENT (E9)

Rabais sur tarifs de transport en commun (E9.1)

Description⁴⁶

Cette mesure vise une diminution du prix des tarifs et des laissez-passer de transport en commun, de manière à influencer le choix du mode de transport.

Une variante de cette mesure, le crédit d'impôt sur l'achat des billets ou des cartes mensuelles directement auprès de l'employeur, vise le marché plus restreint des déplacements liés au travail. Un crédit d'impôt provincial de 20 % est déjà offert aux employeurs qui procurent des laissez-passer à leurs employés. De plus, un crédit d'impôt fédéral non remboursable est alloué aux détenteurs de laissez-passer de transport en commun. Cette mesure viendrait donc bonifier les incitatifs déjà en place. Il est à noter qu'une mesure similaire peut être introduite pour les étudiants, visant ainsi les déplacements liés aux études, mais qu'une analyse approfondie dépasse le cadre de l'étude.

Champ d'application

Cette mesure pourrait influencer le choix du mode de transport. Le marché ciblé est donc l'ensemble des automobilistes couverts par le transport en commun, soit 90 % des automobilistes de Québec et Lévis⁴⁷, et 90 % des automobilistes de Montréal, Laval et Longueuil^{48, 49}. La variante en crédit d'impôt restreint la mesure aux travailleurs.

46 Taylor et al. (2008) et ÉcoRessources (2008)

47 D'après un rapport de l'Association du Transport urbain du Québec (ATUQ) (2010a), 90 % des ménages se retrouvent à moins de 500 m d'un arrêt d'autobus. Par hypothèse, cela correspond à environ 90 % des conducteurs d'un véhicule léger.

Association du transport urbain du Québec. 2010a. *Région de Québec – La contribution du transport en commun au développement durable*. [en ligne]

http://www.atuq.com/_library/images/contentImages/dd_quebec_2010_11_08.pdf [Page consultée le 28 décembre 2012].

48 D'après un rapport de l'ATUQ (2010b), 90 % des ménages se retrouvent à moins de 500 m d'un arrêt d'autobus. Par hypothèse, cela correspond à environ 90 % des conducteurs d'un véhicule léger.

Association du transport urbain du Québec. 2010 b. *Région de Montréal – La contribution du transport en commun au développement durable*. [en ligne]

http://www.atuq.com/_library/images/contentImages/dd_quebec_2010_11_08.pdf [Page consultée le 28 décembre 2012].

49 Ces villes ont été choisies puisqu'elles sont les seules pour lesquelles les données nécessaires aux calculs étaient disponibles.

Durée de vie

La durée de vie considérée est d'un an renouvelable.

Économie d'énergie

La variation du nombre de passagers du transport en commun est déterminée à l'aide d'une moyenne des élasticités-prix des études de Cambridge Systematics (2009), de Taylor et al. (2008), de Holmgren (2007) et du TRB (2004c). À partir de l'achalandage additionnel, l'économie d'énergie est la différence entre l'économie d'énergie des véhicules légers et la consommation additionnelle du transport en commun.

L'économie d'énergie des véhicules légers est calculée en fonction du changement de vkm parcourus en voiture résultant d'une augmentation de l'utilisation du transport en commun, en considérant que respectivement 19,90 % et 44,00 % des nouveaux déplacements en autobus et en métro sont effectués par un ancien conducteur d'un véhicule léger. Les pourcentages représentent la portion des utilisateurs du transport en commun qui auraient conduit une automobile si le transport en commun était indisponible, d'après le sondage de la Federal Transit Administration (2002).

Pour les transports en commun, trois scénarios de hausse du niveau de service sont étudiés.

Pour le premier scénario : l'offre de service n'est pas modifiée et chaque nouveau déplacement est absorbé par la capacité excédentaire du réseau.

Pour les deuxième et troisième scénarios : par hypothèse, tous les nouveaux déplacements sont effectués à l'heure de pointe sur des trajets opérant déjà à pleine capacité.

Pour le deuxième scénario, l'augmentation de l'offre de service est effectuée uniquement sur les vkm parcourus dans des véhicules de transport en commun déjà remplis à pleine capacité. Une augmentation de la clientèle de 100 % demande alors d'augmenter les vkm parcourus d'un pourcentage équivalant au taux d'occupation moyen du transport en commun (autobus et métro; Montréal, Québec et Longueuil). Par exemple, si 26 % des vkm sont effectués dans des véhicules remplis à pleine capacité et 74 % des vkm sont parcourus par des véhicules vides, augmenter la clientèle de 100 % demande d'accroître les vkm de 26 %. De façon équivalente, si

on suppose plutôt que 15 % des vkm sont effectués dans des véhicules remplis à pleine capacité et que 85 % des déplacements sont faits à bord de véhicules remplis à 13 % (pour un taux d'occupation moyen équivalant de 26 %), alors une augmentation totale de la demande (en termes de passagers-kilomètres) de 100 % requiert d'accroître l'offre de services de 173 % sur les trajets à pleine capacité.

Toutefois, il faut faire attention à cette interprétation, car elle peut impliquer une modification des parcours. En effet, le taux d'occupation est une moyenne sur l'ensemble des vkm de l'ensemble des parcours et tous les trajets peuvent théoriquement opérer à pleine capacité sur un tronçon de leur parcours uniquement.

Ainsi, le troisième scénario évalue l'hypothèse qu'il faut doubler l'offre de service si la clientèle double sur les vkm opérant déjà à pleine capacité. Le quatrième scénario, composé de 67 % du scénario deux et 33 % du scénario trois, résume les deux scénarios « pleine capacité ». Le cinquième scénario est un scénario moyen. Il combine 67 % du scénario un, « capacité excédentaire », avec 33 % du scénario quatre, « pleine capacité ».

Les données des deux tableaux suivants sont nécessaires pour calculer cette mesure pour les villes de Montréal, Longueuil et Québec :

Tableau A2.3-10 Données des sociétés de transport de Montréal, Longueuil et Québec

	STM	RTL	RTC	Total
Achalandage autobus	228 555 900	33 809 144	45 600 000	307 965 044
Achalandage métro	176 244 100	-	-	176 244 100
Vkm offre de service autobus	68 946 000	17 926 471	21 108 136	107 980 607
Vkm offre de service métro	76 905 000	-	-	76 905 000
Vkm parcourus autobus	84 878 000	21 383 429	27 726 437	133 987 866
Vkm parcourus métro	77 133 000	-	-	77 133 000
Passagers-kilomètres autobus	1 795 981 282	341 413 739	620 000 000	2 757 395 021
Passagers-kilomètres métro	1 578 018 718	-	-	1 578 018 718
Nombre d'autobus	1 680	351	588	2 619
Nombre de voitures de métro	759	-	-	759
Revenus titres de transport	563 602 000	52 257 997	61 168 170	677 028 167
Subventions	607 633 000	109 258 728	126 854 750	843 746 478
Coûts d'opération	1 172 862 000	137 756 515	187 013 410	1 497 631 925
Taux d'occupation moyen	29,39%	25,39%	39,16%	30,28%

Note : Le taux d'occupation moyen correspond à une moyenne pondérée du taux d'occupation de l'autobus et du métro, où les poids correspondent au pourcentage de la capacité totale de chacun. Le taux d'occupation moyen pour l'autobus ou le métro correspond au calcul suivant : (passagers-kilomètres/véhicules-kilomètres)/capacité d'un véhicule.

Sources : STM (2011 et 2012), Bourgeois (2013), RTL (2011 et 2012), D'Alba (2013), RTC (2011 et 2012), Dupuis (2013) et calculs de GENIVAR pour départager les passagers-km parcourus en autobus et en métro pour Montréal.

Tableau A2.3-11 Données concernant les véhicules de transport en commun

	Autobus	Voiture de métro
Coût d'acquisition	505 962	2 084 462
Coût d'opération annuel	444 493	439 489
Durée de vie (années)	12	25
Capacité maximale (personnes)	75	100

Note : Les coûts proviennent de l'APTA et sont tous majorés de 5,5%, de sorte que les coûts d'opération rapportés ci-dessus correspondent aux coûts d'opération des rapports financiers 2012.

Sources : APTA (2012), STM (<http://www.stm.info/info/familedeservices.htm>) et Wikipédia (MR-73).

Cambridge Systematics (2009) : Élasticité-prix de la demande de transport en commun :

- -0,15 pour une réduction du prix du transport en commun de 25 %
- -0,2 pour une réduction du prix du transport en commun de 33 %
- -0,3 pour une réduction du prix du transport en commun de 50 %

Taylor et al. (2008) : Élasticité-prix de la demande de transport en commun : -0,43

Holmgren (2007) Élasticité de la demande de transport en commun aux États-Unis/Canada/Australie :

	Court terme	Long terme
Prix du transport en commun	-0,59	-0,75

TRB (2004c) : Rapporte que l'élasticité-prix à court terme du transport par autobus est d'environ -0.40, et que celle du métro tourne autour de -0.17/-0.18.

Autres études de la revue de littérature

Barla *et al.* (2012) : Analyse pour le campus de l'Université Laval : Élasticité-prix de la demande de transport en commun de -0,09.

DOT (2010) : L'effet des tarifs de transport en commun est calculé en supposant que chaque passager-mile de transport en commun se substitue à un passager-mile de déplacement en auto. Le taux d'occupation moyen des déplacements « redirigés vers le transport en commun » est de 1,43. Puisque l'auto est responsable de 88,2 % des personnes-miles parcourus, 88,2 % des passagers-miles parcourus en transport en commun sont des vkm « sauvés ».

UCDavis (2010) : Précaution importante : une hausse de l'utilisation du transport en commun ne se traduit pas nécessairement pas une diminution équivalente de l'utilisation de l'automobile. De plus, si la hausse de l'utilisation du transport en commun est causée par une augmentation du niveau de service, la consommation énergétique du réseau de transport en commun augmente.

Coûts et rentabilité

Le coût de desservir une plus grande clientèle varie selon le scénario. Dans le scénario un, il est nul, puisque les dépenses de carburants additionnelles pour transporter des passagers supplémentaires sont négligeables. Dans les scénarios deux et trois, il correspond à l'investissement nécessaire pour augmenter la capacité suite à la hausse de l'achalandage, en plus des coûts d'opération additionnels pour les vkm parcourus de plus en transport en commun.

Alternativement, le coût de la mesure E9.1 peut être évalué par la théorie économique. Même si le transport en commun crée une perte sèche puisqu'il n'est pas financièrement viable et doit être subventionné, la mesure E9.1 peut tout de même créer un surplus si les économies d'échelle sont suffisantes. En d'autres termes, lorsque le coût marginal d'un passager est inférieur au prix d'un passage, diminuer les tarifs augmente le bien-être de la société. Étant donné la présence de subventions, le calcul du surplus de cette mesure diffère et vaut :

$$\frac{\Delta \text{prix} \times \Delta \text{qté}}{2} + (\text{nouveau prix} - C_m) \times \Delta \text{qté} ,$$

où C_m est le coût marginal. Le coût marginal d'un passage additionnel est déterminé à partir des données du tableau A2.3-9 et du pourcentage de hausse de l'offre de service selon le scénario étudié.

En ce qui concerne l'externalité de pollution, il faut considérer le marché des véhicules légers et celui du transport en commun. Dans le marché des véhicules légers, seule la demande se modifie, alors il n'y a aucune modification dans la perte sèche, car un nombre égal de personnes cesserait d'utiliser leur véhicule si la pollution leur était facturée. Dans le marché du transport en commun, le coût de la pollution s'ajoute au coût marginal des passages en transport en commun dans le calcul des externalités.

À noter que le scénario moyen (scénario 5) serait plus rentable s'il était considéré sur une plus longue durée, puisque les investissements continuent de générer des surplus après 2021. D'autre part, le scénario 4, « pleine capacité », n'est rentable

que s'il est constitué du scénario 2 à plus de 90 %. En d'autres termes, si la hausse de l'achalandage s'effectue uniquement sur les vkm à pleine capacité, alors il faudrait être en mesure de cibler efficacement l'augmentation de l'offre de service sur ces vkm pour qu'il soit rentable d'abaisser les tarifs.

Résultats

Rentabilité

E9.1 - Rabais sur tarifs de transport en commun

VAN (M\$)							E9.1
Scénario de coût	Externalités			Coût d'équipement et d'opération			
	Faible	Moyenne	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée	
Scénario de pénétration							
Scénario du prix du pétrole brut							
Faible	394,52	174,03	(273,62)				
Référence	394,52	174,03	(273,63)				
Élevé	394,52	174,03	(273,63)				

Potentiel technique

E9.1 - Rabais sur tarifs de transport en commun

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence)							E9.1
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	0,35	9,93	0,32	7,37	0,26	2,17	
À l'horizon 2021	0,33	9,37	0,30	6,72	0,22	1,33	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	0,35	9,73	0,31	7,14	0,25	1,90	
À l'horizon 2021	0,32	8,90	0,28	6,38	0,21	1,25	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	0,34	9,49	0,30	5,46	0,24	-2,71	
À l'horizon 2021	0,29	8,08	0,26	4,46	0,19	-2,90	
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées							E9.1
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	23 280	8 422	23 280	7 655	23 280	6 099	
À l'horizon 2021	22 092	8 000	22 092	7 115	22 092	5 318	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	22 810	8 251	22 810	7 480	22 810	5 913	
À l'horizon 2021	20 978	7 597	20 978	6 759	20 978	5 058	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	22 259	8 052	22 259	7 273	22 259	5 691	
À l'horizon 2021	19 041	6 896	19 041	6 147	19 041	4 625	

Augmentation du niveau de service du transport en commun (E9.2/E9.3)

Description⁵⁰

Cette mesure vise à améliorer l'offre de service de transport en commun de manière à attirer une plus grande clientèle.

L'amélioration peut prendre la forme d'une augmentation de la fréquence de service ou encore l'expansion de l'offre de service par l'extension de dessertes existantes ou la mise sur pied de nouveaux trajets (mesure E9.2). Dans tous les cas, elle se traduit par l'augmentation du compte de vkm des véhicules de transport en commun.

L'amélioration peut également signifier de nouveaux investissements dans les infrastructures de transport en commun via l'augmentation des budgets des administrations provinciales et municipales (mesure E9.3). Cela comprend notamment les trains de banlieue, les métros légers (sauf pour les petits centres urbains) et l'ajout de lignes de chemin de fer (uniquement Montréal). Cela inclut également le développement de stations plus intégrées selon les lignes directrices du « Transit Oriented Development » (TOD). L'impact de ces investissements est généralement similaire à celui d'une augmentation de la fréquence et de la couverture du service. Toutefois, puisque investir dans les infrastructures est plus coûteux sans être plus efficace, cette variante ne sera pas étudiée dans le calcul du potentiel technico-économique.

L'amélioration de l'offre de services de transport en commun vise à influencer le choix du mode de transport. Néanmoins, il est important de mentionner qu'indépendamment de l'impact de cette mesure sur la réduction de l'utilisation de l'automobile, cette mesure implique une augmentation de la consommation énergétique des transports en commun.

Champ d'application

Cette mesure pourrait influencer le choix du mode de transport. Le marché ciblé est donc l'ensemble des automobilistes couverts par le transport en commun à Québec, Montréal et Longueuil, soit environ 90 % de ceux-ci.

50 Taylor et al. (2008)

Durée de vie

Durée de vie d'un véhicule de transport en commun, soit environ 12 ans pour les autobus et 25 ans pour les voitures de métro.⁵¹

Économie d'énergie

La variation du nombre de passagers du transport en commun est déterminée à l'aide d'une moyenne des élasticités-vkm des études de Taylor et al. (2008) et de Holmgren (2007). L'économie d'énergie est calculée en fonction du changement de vkm parcourus en voiture résultant d'une augmentation de l'utilisation du transport en commun et du changement de vkm pour le transport en commun.

Les données nécessaires pour calculer cette mesure pour les villes de Montréal, Laval, Longueuil, Québec et Lévis sont les suivantes :

- Nombre de passagers actuels
- Nombre de vkm des réseaux actuels
- Consommation énergétique actuelle des véhicules par passager
- Taux d'occupation actuel des véhicules
- Pourcentage des nouveaux passagers du transport en commun qui conduisaient un véhicule en occupation simple.

Taylor et al. (2008) : Élasticité de la demande de transport en commun par rapport à

	Absolue	Per capita
Véhicule-heures ⁵²	1,08	1,23
Fréquence	0,5	0,48

Holmgren (2007) : Élasticité de la demande de transport en commun aux États-Unis/Canada/Australie :

	Court terme	Long terme
Offre de service (en VMT ⁵³)	1,05	1,38

51 Minimum de la Federal Transit Administration (FTA) dans AMERICAN PUBLIC TRANSPORTATION ASSOCIATION. 2012. Public Transportation Factbook. [en ligne]

http://www.apta.com/resources/statistics/Documents/FactBook/APTA_2012_Fact%20Book.pdf [page consultée le 21 mai 2013].

52 Mesure de l'offre de service, soit le nombre d'heures qu'un véhicule est en service.

53 « Vehicle-miles-traveled », soit une mesure anglaise de distance parcourue par l'ensemble des véhicules, à la manière des vkm (véhicule-kilomètres).

Autres études de la revue de littérature

Cambridge Systematics (2009) : Élasticité de l'utilisation du transport en commun par rapport à la fréquence de 0,5. Projets spécifiques de train rapide inter-villes.

UCDavis (2010) : Précaution importante : une hausse de l'utilisation du transport en commun ne se traduit pas nécessairement pas une diminution équivalente de l'utilisation de l'automobile. De plus, si la hausse de l'utilisation du transport en commun est causée par une augmentation du niveau de service, la consommation énergétique du réseau de transport en commun augmente.

TRB (2004a, 2004d) : Plusieurs études de cas.

Coûts et rentabilité

Le coût d'augmenter l'offre de service d'un certain pourcentage est la somme des investissements nécessaires et des coûts d'opération additionnels pour les vkm parcourus de plus.

Alternativement, le coût de la mesure E9.1 peut être évalué par la théorie économique. La hausse du niveau de service des autobus génère une externalité puisqu'un nouveau marché est desservi. Puisque les autobus sont déjà subventionnés, l'externalité vaut :

$$\frac{(valeur\ premier\ passage\ additionnel - prix) \times \Delta qté}{2} + (prix - Cm) \times \Delta qté ,$$

où Cm est le coût marginal. La valeur du premier passage additionnel correspond au tarif qui ferait en sorte qu'il n'y ait aucun passage additionnel. Il est estimé à l'aide de l'élasticité-prix de la demande de transport en commun. Quant au coût marginal d'un passage additionnel, il est déterminé à partir des données du tableau A2.3-9 et du pourcentage de hausse de l'offre de service.

En ce qui concerne l'externalité de pollution, il faut considérer le marché des véhicules légers et celui du transport en commun. Dans le marché des véhicules légers, seule la demande se modifie, alors il n'y a aucune modification dans la perte sèche, car un nombre égal de personnes cesseraient d'utiliser leur véhicule si la pollution leur était facturée. Dans le marché du transport en commun, le coût de la pollution s'ajoute au coût marginal des passages en transport en commun dans le calcul des externalités.

Résultats

Rentabilité

E9.2 - Augmentation du niveau de service du transport en commun

VAN (M\$)							E9.2
Scénario de coût	Externalités			Coût d'équipement et d'opération			
Scénario de pénétration	Faible	Moyenne	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée	
Scénario du prix du pétrole brut							
Faible	(761,73)	(1 597,97)	(2 066,58)				
Référence	(761,74)	(1 598,00)	(2 066,64)				
Élevé	(761,72)	(1 597,94)	(2 066,54)				

Potentiel technique

E9.2 - Augmentation du niveau de service du transport en commun

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence)							E9.2
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	0,20	9,89	0,51	24,72	0,82	39,55	
À l'horizon 2021	0,19	9,66	0,48	24,15	0,77	38,64	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	0,19	9,64	0,49	24,11	0,78	38,57	
À l'horizon 2021	0,18	9,17	0,46	22,92	0,53	36,67	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	0,18	8,54	0,46	21,35	0,73	34,16	
À l'horizon 2021	0,17	7,55	0,42	18,88	0,49	30,21	
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées							E9.2
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	13 209	4 877	53 196	12 193	93 182	19 509	
À l'horizon 2021	12 364	4 584	51 935	11 461	91 506	18 338	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	12 589	4 651	51 767	11 629	90 946	18 606	
À l'horizon 2021	11 785	4 368	49 360	10 919	86 934	12 602	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort		
À l'horizon 2016	11 826	4 377	50 058	10 942	88 291	17 507	
À l'horizon 2021	10 873	4 027	44 978	10 069	79 083	11 691	

Promotion du transport en commun et amélioration de l'information aux utilisateurs (E9.4)

Description⁵⁴

Cette mesure vise à mettre en valeur les services de transport en commun. D'une part, la promotion de ce mode de transport peut être effectuée par le biais de campagnes d'information. D'autre part, le volet information aux usagers permet de rendre l'utilisation du transport en commun plus souple et donc plus attrayante. Ce deuxième aspect inclut la diffusion d'information en temps réel pour favoriser les décisions des usagers.

L'information aux utilisateurs inclut également la diffusion par téléphone cellulaire et sur Internet, notamment les services de planification de trajet. Néanmoins, ces services sont seulement en partie en place au Québec.

Champ d'application

Cette mesure pourrait influencer le choix du mode de transport. Le marché ciblé est donc l'ensemble des automobilistes couverts par le transport en commun à Québec, Montréal et Longueuil, soit environ 90 % de ceux-ci.

Durée de vie

3 ans, soit la durée de vie moyenne considérée du logiciel Internet ou de l'application cellulaire.

Économie d'énergie

Suivant l'étude du TRB (2003b), la variation du nombre de passagers du transport en commun est évaluée à 3,5 %. L'économie d'énergie est calculée en fonction du changement de vkm parcourus en voiture résultant d'une augmentation de l'utilisation du transport en commun, en considérant le même nombre de vkm pour le transport en commun. Les données nécessaires pour calculer cette mesure sont les mêmes que pour la mesure E9.1.

54 TRB (2003b)

TRB (2003b) : Suite à plusieurs études de cas, les auteurs concluent qu'une augmentation d'entre 0 et 7 % du nombre de passagers pourrait se produire, en réponse à des systèmes automatiques d'information en temps réel par téléphone, par Internet et autrement. Il est toutefois souligné que l'impact des mesures de promotion sur la consommation énergétique est très peu documenté, et qu'aucune étude ne conclut définitivement à une augmentation de l'usage du transport en commun.

Au Québec, l'utilisation de services d'informations en temps réels est peu répondue. Seuls les services de transport en commun exploités à Laval, en Outaouais et dans le métro de Montréal offrent ce service.

Dans le cas de Laval, selon les informations obtenues auprès de madame Marie-Céline Bourgault, Directrice, Communication et marketing à la Société de transport de Laval (STL), la Société met en place son Service d'aide à l'exploitation et d'Information aux voyageurs connu sous l'acronyme SAE-IV depuis 2008. À ce jour, les autobus sont équipés de GPS et d'afficheurs à bord, tandis qu'au sein du réseau, le déploiement des bornes interactives et d'applications mobiles permet d'informer les voyageurs en temps réel du temps d'attente et de parcours des véhicules. Ultimement on vise à augmenter l'utilisation du réseau de transport en commun en améliorant les services.

L'implantation de ces technologies a nécessité un investissement de l'ordre de 4 M\$ (financé par une subvention de 75 % du MTQ). De l'avis de la directrice, les coûts d'exploitation liés à ces technologies n'ont pas augmenté, au contraire la Société a amélioré son efficacité.

En ce qui concerne les parts modales de la STL, à savoir la proportion des déplacements en autobus sur l'ensemble des déplacements motorisés à Laval, depuis 2008, cette croissance est de l'ordre de 3 à 4 % par année. La STL effectue plus de 20 millions de déplacements par année.

Coûts et rentabilité

Difficile à déterminer avec certitude et rigueur.

Résultats

Compte tenu du manque de données disponibles (notamment au niveau des coûts) et de la difficulté d'isoler l'impact que peut avoir l'amélioration de l'information aux utilisateurs sur le choix modal, les effets de cette mesure n'ont pas été calculés.

UTILISATION DE MODES DE TRANSPORT ALTERNATIFS (E10)

Plateforme de partage de voitures (E10.1)

Description

Cette mesure vise à favoriser le partage de véhicules automobiles. Communauto offre déjà ce type de plateforme à certains endroits au Québec. Cambridge Systematics (2009) propose de mettre en place des incitatifs pour la mise sur pied de plateformes de voitures partagées, par lesquelles plusieurs individus se partagent l'utilisation d'un véhicule selon les besoins de chacun. Les membres de ces organisations seraient responsables des coûts d'entretien des voitures. Cette mesure vise principalement à réduire la possession de véhicules légers

Champ d'application

Cette mesure s'applique principalement aux automobilistes (transport de passagers par véhicule léger), mais également aux individus qui ne conduisaient pas avant l'implantation du partage de véhicules.

Durée de vie

Un an, avec renouvellement annuel jusqu'à la fin de l'horizon.

Économie d'énergie

Cambridge Systematics (2009) : Hypothèses établies sous forme d'un nombre de voitures partagées par 1 000 habitants, en zone urbaine. Une réduction de 0,33 % des VKM en zone urbaine est proposée.

Coûts et rentabilité

Cambridge Systematics (2009) : Coût de 15 000 \$ par voiture partagée.

Résultats

Compte tenu du manque de données disponibles, les effets de cette mesure n'ont pas été calculés.

Mise sur pied d'espaces de stationnement aux stations de transit (E10.2)

Description⁵⁵

La mesure consiste en la mise sur pied d'espaces de stationnement gratuits ou à faible coût aux stations (terminus) de transit (en bout de ligne de transit). L'objectif est donc de favoriser l'utilisation du transport en commun pour les déplacements urbains. Le site peut également abriter des stationnements à bicyclettes. Ces installations font généralement partie d'un plan plus large de transport en commun. Les facteurs qui semblent contribuer à l'utilisation des espaces de stationnement aux stations de transit sont le coût du stationnement, le coût de transport économisé, le temps perdu (ou gagné), la fréquence du service de transport en commun (mesure E9.2), la présence de voies réservées jusqu'au quartier d'affaires central (mesure E4.1), de la congestion sur les autoroutes, un manque de stationnements à destination, et de longues distances de transport. Les stationnements aux stations de transit devraient être situés plus près des résidences des migrants journaliers que de leur destination et avant les zones de congestion, à un endroit facile d'accès par l'autoroute ayant une grande visibilité.

Notons que ce type d'installation est déjà existant au Québec. Par exemple, l'Agence métropolitaine de Montréal compte actuellement sur 61 parcs de stationnement incitatifs⁵⁶.

Champ d'application

La mesure vise les déplacements vers et en sortie des centres urbains qui sont faits par automobile. La mesure permet de modifier le mode de transport pour un segment du déplacement.

Durée de vie

20 ans, la période de temps moyenne entre les asphaltages.

Économie d'énergie

Les études de cas ci-dessous tirées du TRB (2004b) serviront d'exemples.

55 VTPI (2010) et TRB (2004b)

56 <http://www.amt.qc.ca/agence/>

La ville de Montréal a une population trois fois plus élevée et une densité 12 % plus élevée que le district de Washington, D.C., et peut s'inspirer des stationnements en bout de ligne de métro qui s'y trouvent. En 2002, 33 des 83 stations avaient des stationnements totalisant 44 300 espaces. Environ 55 % de ces espaces étaient situés à la dernière station d'une ligne. Un coût de stationnement entre 1 \$ et 2,25 \$ par jour était chargé aux endroits opérés par *Metrorail*, et le coût montait jusqu'à 5 \$ à des stationnements indépendants. Le taux d'utilisation après plusieurs années a atteint 90 %, et 29 des 33 stationnements étaient à pleine capacité à 8 h 30.

La Ville de Houston contient 27 % de plus de population, mais seulement le tiers de la densité de la Ville de Montréal. Par rapport à la Ville de Québec, Houston contient quatre fois plus de population et une densité de 32 % plus élevée. Ainsi, son système développé de stationnements aux stations de transit d'autobus peut être pris en exemple pour ces deux villes. En 1998, à Houston, 22 stationnements totalisant 26 089 espaces furent construits à proximité de cinq autoroutes avec des voies réservées, visant les migrants journaliers des banlieues. La même année, 12 650 véhicules se sont stationnés dans les espaces quotidiennement, résultant en un taux d'occupation de 48 %. Depuis, le nombre de stationnements, d'espaces disponibles et d'utilisateurs a crû constamment.

D'après le TRB (2004b), la plupart des sondages trouvent qu'entre 40 et 60 % des stationnements aux stations de transit sont utilisés par d'anciens conducteurs sans passagers.

En adaptant les données ci-dessus pour les caractéristiques de Montréal et de Québec, et en émettant les hypothèses ci-dessous, il est possible d'estimer un pourcentage de réduction des véhicules-km des conducteurs seuls pour ces villes :

- 50 % des stationnements aux stations de transit sont utilisés par d'anciens conducteurs sans passagers;
- le deux tiers de leur distance est dorénavant effectuée en transport en commun;
- les distances parcourues en voiture par les utilisateurs d'un espace de stationnement qui étaient d'anciens utilisateurs du transport en commun sont négligeables; et
- le coût par jour par espace de stationnement est de 2 \$.

Coûts et rentabilité

Le principal coût à la mise en place de stationnements aux stations de transit est la subvention nécessaire pour que ces espaces deviennent économiquement rentables à opérer. Le déséquilibre entre le prix demandé et sa valeur marchande crée une demande trop forte pour les stationnements par rapport aux autres biens pour

lesquels l'espace pourrait être alloué. L'effet d'une distorsion des prix sur le bien-être global est traité en détail dans la fiche des mesures E1.1. Dans le cas de la présente étude, puisque la consommation d'essence génère un coût moyen de pollution pour la société de 0,4246 ¢/déplacement⁵⁷, une diminution du prix du stationnement pour encourager l'usage du transport en commun génère un surplus jusqu'à concurrence de 0,2831 ¢/espace, et toute subvention au-delà de ce montant crée une perte sèche⁵⁸. Le coût théorique de la mesure E10.2 est donc l'effet net de la perte sèche et du surplus générés par l'augmentation du prix. Par exemple, si le loyer moyen d'un espace de stationnement en banlieue est de cinq dollars, si l'élasticité-prix de la demande de stationnement est unitaire, si le coût marginal est constant et s'il y a actuellement 100 000 espaces de stationnements en banlieue, alors une baisse du prix de 3 \$ augmente la quantité demandée de 60 000 espaces et diminue le surplus de 90 000 \$.

Résultats

Compte tenu du manque de données disponibles, les effets de cette mesure n'ont pas été calculés.

-
- 57 En considérant une distance parcourue moyenne de 9 km par déplacement, un coût pour la tonne de CO₂ à 1,80 \$, une consommation moyenne de 10,3 litres/100km, et une production de GES de 2,29 kg/litre, le coût moyen par déplacement de l'externalité est de 0,4246 ¢. En ajoutant le coût à la tonne du SO₂ et du NO_x, le coût par déplacement atteint 0,4437 ¢. Toutefois, il faut interpréter ce calcul prudemment puisque la pollution n'est pas reliée directement à l'utilisation d'un espace de stationnement. La pollution dépend plutôt de la consommation de combustibles et, ainsi, une taxe sur les carburants serait plus efficace pour la décourager.
- 58 Ce calcul tient compte de l'aller-retour, avec l'hypothèse qu'un espace utilisé évite une fois sur deux le deux tiers de la distance parcourue moyenne d'un déplacement.

ÉCOCONDUITE POUR CONDUCTEURS DE VÉHICULES LÉGERS (E11)

Description

En ce qui concerne la consommation de carburant d'un véhicule, l'habileté du conducteur est le deuxième facteur déterminant, après les caractéristiques techniques et technologiques du véhicule (US-DOE, 2012; E&EA, 2001). L'écoconduite consiste à appliquer des conseils et des techniques de conduite qui permettent de réduire sa consommation de carburant pour un trajet donné, quel que soit le véhicule utilisé.

Champ d'application

Cette mesure s'adresse aux conducteurs de véhicules légers. Plusieurs clientèles sont possibles : ensemble des conducteurs de véhicules légers, nouveaux conducteurs pouvant être rejoints plus facilement par les cours de conduite obligatoires, employés de compagnies privées ou du gouvernement, chauffeurs de taxis, etc.

Durée de vie

Le taux d'application est relativement stable pendant une période de 6 mois après laquelle un effritement important survient en raison, notamment, d'une baisse de la motivation sans rétroaction. La réduction du taux moyen de consommation de carburant se maintient également pendant une période de 6 mois avant qu'une perte dans l'efficacité de l'application de l'écoconduite soit observée (MRNF, 2011a et 2011b; Proust, 2011; Proust et Vincent, 2012). Sans suivi adéquat, ces économies peuvent être de très courte durée. C'est pour cette raison qu'il est préférable de mettre en place le programme avec des ordinateurs de bord et, si possible, un programme incitatif pour les conducteurs.

Économie d'énergie

Une étude réalisée sur des conducteurs de véhicules légers publiée par le Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques a rapporté des économies de carburant de l'ordre de 10 % (MRNF, 2011a et 2011b; Proust, 2011; Proust et Vincent, 2012). La valeur moyenne retenue pour l'économie est de 10 %.

Au Québec, le kilométrage annuel moyen pour véhicule léger était de 16 608 km en 2009, selon la BNCÉ (2011). On considère donc 16 608 km par année, avec une consommation moyenne de 10,3 L/100 km. Le facteur de conversion énergétique pour l'essence est de 34,66 GJ/1000 L et de 38,68 GJ/1000 L pour le diesel (selon le MRN).

Coûts

Le MRNF offre gratuitement aux formateurs des écoles de conduite du Québec la formation « Enseignement des bases de l'écoconduite ». À partir de 2010, un module portant sur l'écoconduite est désormais inclus dans le Programme d'éducation à la sécurité routière de la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ), obligatoire pour les nouveaux conducteurs de véhicules de promenade (classe 5), et il est inclus dans le prix du cours de conduite (MRNF, 2012). Des cours en écoconduite d'une durée de 4 à 6 heures sont offerts gratuitement par différents établissements dans le cadre des programmes gouvernementaux fédéraux, ou pour un coût de 25 \$ à 50 \$ par personne. On considère un coût moyen de 50 \$ par personne par année.

Taux de pénétration

Selon la BNCÉ (2011), on comptait 4 697 125 véhicules légers au Québec en 2009.

Depuis 2010, plus de 100 000 nouveaux conducteurs suivent cette formation chaque année dans les écoles de conduite du Québec (Écomobile, 2012). Le taux de pénétration actuel est estimé à 6 %, mais le taux de pénétration augmenterait rapidement.

- Actuel : 6 %;
- Scénarios 2016 : faible 10 %; modéré 15 %; fort 20 %;
- Scénarios 2021 : faible 20 %; modéré 25 %; fort 30 %.

Résultats

Rentabilité

E11 - Ecoconduite

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	476,64 \$	485,35 \$
Référence	1 071,88 \$	1 080,59 \$
Élevé	1 710,04 \$	1 718,76 \$

Potentiel technique

E11 - Ecoconduite

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	18	527	17	498	16	468
À l'horizon 2021	15	433	14	406	13	379
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	17	480	16	454	15	427
À l'horizon 2021	13	386	13	362	12	338
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	15	434	14	410	13	386
À l'horizon 2021	12	337	11	316	10	295
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1 210 872	437 425	1 143 601	413 123	1 076 330	388 822
À l'horizon 2021	995 170	359 377	932 972	336 916	870 774	314 455
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1 364 070	398 710	1 042 388	376 560	981 072	354 409
À l'horizon 2021	887 772	320 589	832 286	300 552	776 800	280 515
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1 364 070	360 383	942 186	340 361	886 764	320 340
À l'horizon 2021	775 712	280 118	727 230	262 611	678 748	245 104

RESTRICTION DE L'ACCÈS AUX CENTRES URBAINS AUX VÉHICULES LOURDS (F3)

Péages routiers (F3.1)

Description⁵⁹

Cette mesure consiste en la mise sur pied pour les véhicules lourds des mêmes péages routiers décrits dans la fiche de la mesure E3.1.

Champ d'application

Cette mesure affecte seulement les déplacements des véhicules lourds dans les zones visées par les péages.

Durée de vie

5 ans, soit la durée de vie du GPS.

Économie d'énergie

Dans cette étude, il sera considéré l'implantation de péages au kilomètre sur l'ensemble des routes administrées par la province à Montréal, Québec, Longueuil et Lévis, avec des débits journaliers de respectivement 1 089 413, 382 141, 371 789 et 362 695 vkm⁶⁰. Le péage sera modulé selon trois scénarios : 1- un péage de trois dollars pour un aller-retour, dont l'impact est calculé d'après les résultats de May et Milne (2000); 2- une taxe à la congestion augmentant le coût à 5 \$ aux heures de pointe, en utilisant la moyenne des résultats de May et Milne (2000), d'Harvey et Deakin (1997) et du DOT (2010); et 3- un péage par zone similaire à celui de Londres pour le centre-ville de Montréal (DOT (2010) et UCDavis (2010)). En absence d'études sur cette question dans la littérature, cette analyse considère que 95 % des vkm des véhicules lourds épargnés sur une route seront effectués sur une autre.

May et Milne (2000) : Estimation du prix nécessaire aux péages pour obtenir certains pourcentages de réduction du trafic.

⁵⁹ Litman (2012)

⁶⁰ Ministère des Transports (2004) et calculs de GENIVAR, Économie et développement stratégique

Type de péage	Frais pour 10 % de réduction du volume de trafic	
Facturation selon le temps écoulé	0,20	£ par minute
Facturation selon la distance parcourue	0,11	£ par kilomètre
Facturation selon le délai de congestion	2,00	£ par minute de délai
Facturation par passage	0,45	£ par passage

Harvey et Deakin (1997) simulent pour quatre villes des frais au millage chargés sur l'ensemble des routes congestionnées d'un corridor, de sorte à éviter le détournement du trafic. Pour un frais de 4 ¢/mile, la réduction des vkm était de 0,6 %, pour 6 ¢/mile, 1,0 %, pour 9 ¢/mile, 1,8 % et pour 10 ¢/mile, 2,3 %. La taxe moyenne est donc de 40 ¢/déplacement, et l'impact moyen de 1,43 %, en supposant qu'un conducteur moyen parcourt 9 km par trajet sur un de ces corridors⁶¹. En émettant l'hypothèse que le trafic ne se détourne pas, pour une taxe à la congestion de 1 \$/déplacement, une réduction de 3,35 % des déplacements aux heures de pointe sur les routes visées pourrait être espérée.

DOT (2010) : L'étude considère un frais moyennant 65 ¢/mile sur les artères et les autoroutes ayant un niveau de service de E et moins (circulation instable et congestionnée). Il en résulte une réduction du volume de trafic d'approximativement 20 % aux heures de pointe et une réduction des vkm totaux de 3,1 %. Quant au péage par zone, l'étude mentionne qu'à Londres, après l'instauration du péage, le trafic dans la zone visée a diminué de 21 %.

UCDavis (2010) : La revue de littérature rassemble cinq études sur les péages par zone, où les volumes de trafic des véhicules lourds et légers ont diminué d'entre 12 et 23 %. Par exemple, depuis 2006 à Londres, un frais de 8 £ est facturé pour conduire au centre-ville, entre 7 h et 18 h 30, les jours de semaine. L'étude mentionne que dû à cette initiative, le volume de trafic a diminué de 16 % dans la zone visée aux heures susmentionnées.

Holguín-Veras et al. (2005) estime des élasticités par rapport au prix du péage initial pour les ponts de New York et du New Jersey. Leurs résultats s'appliquent difficilement pour évaluer la mesure F3.1.2, puisque son péage initial est environ cinq fois inférieur aux péages des ponts de New York et du New Jersey, ce qui déforme les calculs d'environ 500 %.

61 Le conducteur moyen parcourt 9 kilomètres par déplacement si la distance annuelle parcourue en moyenne se chiffre à 16 361 vkm (BNCÉ, 2009), et si le nombre moyen de déplacements quotidiens est de 5, 365 jours par année.

		Élasticité	
		Court-terme	Long-terme
Véhicules lourds	Semaine	-0,31 à -1,97	-0,27 à -1,936
	Fin de semaine	-0,55 à -1,68	-0,536 à -1,819
Véhicules légers	Semaine	0,169 à -0,389	0,179 à -0,799
	Fin de semaine	-0,116 à -0,489	0,215 à -0,718

Coûts et rentabilité

L'installation d'un péage engendre des coûts, d'une part pour appliquer les péages, et d'autre part puisqu'il s'agit d'une taxe qui entraîne une distorsion des prix. Les péages sont appliqués à l'aide d'unités GPS à bord des véhicules, et leur coût est détaillé dans la fiche des mesures E1.2. De plus, la fiche des mesures E3.1 traite en détail de l'effet des péages sur le bien-être global. Précisément, en augmentant le coût des déplacements sur une route, un péage modifie la quantité d'équilibre, décourage certains déplacements créateurs de bien-être et génère une perte sèche. Les calculs de perte sèche de la fiche E3.1 seront répétés en utilisant les vkm et le parc des véhicules lourds.

Pour la variante F3.1.1, puisque les déplacements en véhicule lourd génèrent un coût de pollution pour la société de 0,1091 ¢/km⁶² sur en moyenne 49,82 km⁶³, un péage de 1,50 \$ par passage crée un surplus pour les premiers 5,435 ¢, et les 1,4457 \$ restants génèrent une perte sèche. L'effet net de la perte sèche et du surplus générés sont ajoutés au coût des GPS pour obtenir le coût de la mesure F3.1.1.

En ce qui concerne la variante F3.1.2, il est essentiel de connaître la valeur du temps de congestion épargné pour calculer la perte sèche. Sous les quatre hypothèses suivantes, le temps épargné vaut 50 % du montant du péage :

- Le péage est appliqué à l'ensemble des véhicules empruntant la route.
- Les pentes de l'offre et de la demande sont les mêmes, c.-à-d. si la valeur des déplacements additionnels diminue au même rythme que le coût des déplacements additionnels augmente. Si la pente de l'offre est supérieure à la pente de la demande, l'impact d'un péage est encore plus fort.

62 En considérant un coût pour la tonne de CO₂ à 1,80 \$, une consommation moyenne de 22,16 litres/100km, et une production de GES de 2,29 kg/litre, le coût moyen par kilomètre de l'externalité est de 0,09134 ¢. En ajoutant le coût à la tonne du SO₂ et du NO_x, le coût par kilomètre atteint 0,1091 ¢. Toutefois, il faut interpréter ce calcul prudemment puisque la pollution n'est pas reliée directement au kilométrage parcouru. La pollution dépend plutôt de la consommation de combustibles, et ainsi une taxe sur les carburants serait plus efficace.

63 Le camion moyen parcourt 49,82 kilomètres par déplacement si la distance annuelle parcourue en moyenne se chiffre à 36 367 vkm (BNCÉ, 2009), et si le nombre moyen de déplacements quotidiens est de 2, 365 jours par année.

- Lorsque 50 % des déplacements causant la congestion sont éliminés, 50 % des coûts de congestion sont éliminés. Cela est vrai si la pente de l'offre est constante dans sa partie croissante. Il s'agit d'une hypothèse conservatrice, car si le coût de la congestion augmente exponentiellement, réduire de 50 % les déplacements qui causent la congestion élimine plus de 50 % des coûts de congestion.
- La taxe ne dépasse pas le seuil où elle élimine toute congestion.

Au niveau des quantités, le nombre de déplacements initial équivaut au total des vkm divisé par la longueur moyenne d'un déplacement et le nombre de déplacements final utilise le pourcentage de réduction du trafic de la section précédente. Cela permet de calculer le bénéfice social à instaurer un péage sur une route congestionnée, soit la perte sèche initiale moins la perte sèche finale :

$$\frac{(\text{péage} - \$tx \text{ carb}) \times (qté \text{ tx carb.} - qté \text{ fin.})}{2} - \frac{\$tx \text{ carb} \times (qté \text{ ini.} - qté \text{ tx carb.})}{2} - \left(\frac{\text{péage}}{2} \right) \times qté \text{ fin.} - \frac{\left(\frac{\text{péage}}{2} \right) \times (qté \text{ init.} - qté \text{ fin.})}{2}$$

où $\$tx \text{ carb}$ est le coût de l'externalité de pollution, soit 5,435 ¢/déplacement, et où $qté \text{ tx carb}$ est la quantité de déplacements qui seraient effectués si un péage 5,435 ¢/passage était implanté (calculé en utilisant les élasticités de la section précédente).

En conséquence directe aux quatre hypothèses ci-dessus, cette étude estime qu'une taxe à la congestion de 1 \$ par passage fait bénéficier la majorité des conducteurs de 50 ¢ dû à la réduction de la congestion, et fait perdre en moyenne 25 ¢ à la minorité d'usagers qui n'utilisent plus la route (perte liée à la distorsion des prix). À noter que cette analyse suppose que les péages touchent l'ensemble des véhicules simultanément. Il est donc nécessaire d'implanter E3.1 en même temps que F3.1.

En ce qui concerne la taxe le péage par zone, son coût est calculé de la même façon que celui de la mesure F3.1.1. Puisque les déplacements en véhicule lourd génèrent un coût de pollution pour la société de 0,1091 ¢/km et qu'ils sont effectués sur en moyenne 1,35 km dans la zone, un péage de 7,50 \$ par passage crée un surplus pour les premiers 0,1473 ¢, et les 7,498 \$ restants génèrent une perte sèche. L'effet net de la perte sèche et du surplus générés sont ajoutés au coût des GPS pour obtenir le coût de la mesure F3.1.3.

À noter que le coût de l'usure des routes, bien qu'il croisse avec le kilométrage, sera écarté de cette analyse, puisque le coût des routes est déjà financé par d'autres méthodes. La pertinence d'inclure ce coût est étudiée plus en profondeur dans la fiche de la mesure E1.2.

Résultats

Rentabilité

F3.1.1 - Installation de péages routiers

VAN (M\$)							F3.1.1
Scénario de coût	Coût total de la mesure			Coût d'équipement et d'opération			
Scénario de pénétration	Faible	Moyenne	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée	
Scénario du prix du pétrole brut							
Faible	(638,04)	(647,73)	(661,32)				
Référence	(638,04)	(647,74)	(661,32)				
Élevé	(638,04)	(647,74)	(661,33)				

F3.1.2 - Taxe sur la congestion

VAN (M\$)							F3.1.2
Scénario de coût	Coût total de la mesure			Coût d'équipement et d'opération			
Scénario de pénétration	Faible	Moyenne	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée	
Scénario du prix du pétrole brut							
Faible	(626,15)	(622,18)	(597,17)				
Référence	(626,15)	(622,18)	(597,17)				
Élevé	(626,15)	(622,18)	(597,17)				

F3.1.3 - Péage par territoire (Cordon Area Tolls)

VAN (M\$)							F3.1.3
Scénario de coût	Coût total de la mesure			Coût d'équipement et d'opération			
Scénario de pénétration	Faible	Moyenne	Élevée	Faible	Moyenne	Élevée	
Scénario du prix du pétrole brut							
Faible	(662,50)	(702,80)	(831,82)				
Référence	(662,50)	(702,80)	(831,82)				
Élevé	(662,51)	(702,81)	(831,83)				

Potentiel technique

F3.1.1 - Installation de péages routiers

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence)							F3.1.1
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0,046	0,312	0,069	0,468	0,092	0,624	
À l'horizon 2021	0,051	0,346	0,077	0,520	0,102	0,693	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0,043	0,288	0,064	0,432	0,085	0,577	
À l'horizon 2021	0,045	0,308	0,068	0,462	0,091	0,615	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0,039	0,266	0,059	0,398	0,078	0,531	
À l'horizon 2021	0,041	0,277	0,061	0,416	0,082	0,555	
Potentiel de GES évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées							F3.1.1
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	3 143	1 101	4 715	1 652	6 287	2 202	
À l'horizon 2021	3 490	1 222	5 234	1 833	6 979	2 445	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2 904	1 017	4 356	1 526	5 808	2 034	
À l'horizon 2021	3 100	1 086	4 650	1 629	6 200	2 172	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2 675	937	4 013	1 406	5 351	1 874	
À l'horizon 2021	2 795	979	4 192	1 468	5 590	1 958	

F3.1.2 - Taxe sur la congestion

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence)							F3.1.2
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0,001	0,005	0,001	0,010	0,007	0,051	
À l'horizon 2021	0,001	0,006	0,002	0,011	0,008	0,056	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0,001	0,005	0,001	0,009	0,007	0,047	
À l'horizon 2021	0,001	0,005	0,001	0,010	0,007	0,050	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0,001	0,004	0,001	0,009	0,006	0,043	
À l'horizon 2021	0,001	0,004	0,001	0,009	0,007	0,045	
Potentiel de GES évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées							F3.1.2
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	51	18	102	36	509	178	
À l'horizon 2021	57	20	113	40	566	198	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	47	16	94	33	471	165	
À l'horizon 2021	50	18	100	35	502	176	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	43	15	87	30	434	152	
À l'horizon 2021	45	16	91	32	453	159	

Potentiel technique (suite)

F3.1.3 - Péage par territoire (Cordon Area Tolls)

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions de litres d'essence)							F3.1.3
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0,000	0,002	0,000	0,003	0,001	0,004	
À l'horizon 2021	0,000	0,003	0,000	0,003	0,001	0,005	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0,000	0,002	0,000	0,003	0,001	0,004	
À l'horizon 2021	0,000	0,002	0,000	0,003	0,001	0,004	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	0,000	0,002	0,000	0,003	0,001	0,004	
À l'horizon 2021	0,000	0,002	0,000	0,003	0,001	0,004	
Potentiel de GES évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées							F3.1.3
Scénario du prix de pétrole - Faible							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	25	9	30	11	42	15	
À l'horizon 2021	27	10	34	12	46	16	
Scénario du prix de pétrole - Référence							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	23	8	28	10	38	13	
À l'horizon 2021	24	8	30	10	41	14	
Scénario du prix de pétrole - Élevé							
Scénarios taux pénétration		Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	21	7	26	9	35	12	
À l'horizon 2021	22	8	27	9	37	13	

ÉCOCONDUITE POUR CONDUCTEURS DE VÉHICULES LOURDS DE CLASSES 3 À 8 (F4, F5)

Description

Pour l'industrie du camionnage, le carburant représente la deuxième dépense en importance après les coûts de main-d'œuvre. En termes d'économie de carburant, l'habileté du conducteur est le deuxième facteur déterminant après les caractéristiques du véhicule. La consommation de carburant peut varier jusqu'à un maximum de 30 % entre deux conducteurs d'un même parc.

Historiquement, le programme « Conducteur averti pour le camionnage routier » de l'Office de l'efficacité énergétique a ouvert la voie, au Canada, à la formation dans le marché des transporteurs routiers. Cette formation a pris place au milieu des années 1990 et se poursuit toujours.

Des programmes en écoconduite plus exhaustifs, comprenant l'évaluation initiale, la formation et le suivi sont plus coûteux mais permettent aux gestionnaires de parcs d'atteindre les meilleures performances potentielles et de les maintenir. Le programme en écoconduite pour conducteurs de véhicules lourds tel que conçu par le ministère de Ressources naturelles (MRN) du Québec permet aux conducteurs en formation de comprendre les forces qui agissent sur leur véhicule et de visualiser les performances nouvelles en étant au volant d'un simulateur de conduite. La contribution de ce nouveau programme sera d'apporter des preuves tangibles, directement pendant la formation, aux conducteurs sur les économies atteignables par l'écoconduite (Infras International, 2010).

Champ d'application

Cette mesure touche l'industrie des véhicules lourds et, plus spécifiquement, les conducteurs de tracteurs semi-remorques, d'autocars, d'autobus urbains et de camions de vrac.

Durée de vie

Sans suivi adéquat, ces économies peuvent être de très courte durée (environ 6 mois à un an). C'est pour cette raison qu'il est préférable de mettre en place un suivi avec des ordinateurs de bord et, si possible, des incitatifs pour les conducteurs.

Économie d'énergie

FPIinnovations a démontré que la formation en écoconduite pour véhicule lourd apporte une économie de carburant et une réduction des GES jusqu'à 12 % (Surcel et al., 2007). Dans les conditions connues au Québec, selon la BNCÉ (2011), un parcours annuel de 113 008 km sera considéré pour les véhicules de classe 8, et de 24 415 km pour les véhicules de classes 3 à 7.

La valeur retenue pour l'économie moyenne est de 12 % pour les véhicules de classe 8 et de 10 % pour les véhicules de classes 3 à 7.

Basé sur la BNCÉ (2011), on considère une consommation moyenne de carburant de 33 L/100 km pour les véhicules de classe 8 et de 24,4 L/100 km pour les véhicules de classes 3 à 7.

Le facteur de conversion énergétique pour l'essence est de 34,66 GJ/1000 L et de 38,68 GJ/1000 L pour le diesel (selon le MRNF).

Coûts

Le coût d'une séance de formation de base est d'environ 100 \$ par personne.

Taux de pénétration

Selon la BNCÉ (2011), on comptait en 2009 au Québec 70 606 véhicules de classe 8 et 114 876 véhicules de classes 3 à 7.

Selon NACFE (2011), aux États-Unis, le taux de pénétration a été de 100 % en 2011.

Au Canada, 5 000 conducteurs ont pu bénéficier du programme « Conducteur averti pour le camionnage routier » en 2011, et on peut estimer que 25 % de ces conducteurs possèdent leur base au Québec, alors que l'on dénombre 300 000 détenteurs de permis de conduire des classes 3 à 8 dans cette province. Par conséquent, en 2011, le programme fédéral a formé 1 250 québécois sur 300 000 au total, soit environ 0,5 % du contingent. On estime ainsi un taux de pénétration de 7 %. Cependant, la tendance est à la hausse, ce qui est montré par les parcs de véhicules membres du groupe Performance Innovation Transport de FPIinnovations.

Le taux de pénétration estimé est :

- Actuel : 7 %;
- Véhicules classe 8 :

- Scenarios 2016 : faible 60 %; modéré 70 %; fort 80 %;
- Scenarios 2021 : faible 70 %; modéré 80 %; fort 90 %;
- Véhicules classes 3 à 7 :
 - Scenarios 2016 : faible 50 %; modéré 60 %; fort 70 %;
 - Scenarios 2021 : faible 60 %; modéré 70 %; fort 80 %.

Résultats

Rentabilité

F.4 - Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	3 087,37 \$	3 122,56 \$
Référence	5 156,02 \$	5 191,21 \$
Élevé	7 373,86 \$	7 409,04 \$

F.5 - Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8

Résumé VAN - Rentabilité		
Scénario monétarisation des économies	Prix de détail	Coûts évités
Scénarios prix de pétrole		
Faible	29 922,37 \$	30 186,92 \$
Référence	45 475,12 \$	45 739,67 \$
Élevé	62 149,47 \$	62 414,02 \$

Potentiel technique

F.4 - Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	31	1	25	1	18
À l'horizon 2021	1	27	1	20	1	14
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	28	1	23	1	17
À l'horizon 2021	1	24	1	18	0	12
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	26	1	21	1	16
À l'horizon 2021	1	22	1	16	0	11
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	78 877	27 628	63 101	22 103	47 326	16 577
À l'horizon 2021	70 053	24 538	52 540	18 403	35 027	12 269
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	131 404	25 525	58 297	20 420	43 722	15 315
À l'horizon 2021	62 229	21 797	46 672	16 348	31 115	10 899
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	131 404	23 515	53 708	18 812	40 281	14 109
À l'horizon 2021	56 108	19 653	42 081	14 740	28 054	9 827

F.5 - Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8

Potentiel d'économie d'énergie (PJ) / Potentiel d'économie de carburant (millions litres)						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	2	40	1	30	1	20
À l'horizon 2021	1	33	1	22	0	11
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	37	1	28	1	19
À l'horizon 2021	1	30	1	20	0	10
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	1	34	1	26	1	17
À l'horizon 2021	1	27	1	18	0	9
Potentiel de T.CO2 évités / Potentiel de tonnes équivalent pétrole évitées						
Scénario du prix de pétrole - Faible						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	102 955	36 062	77 216	27 047	51 478	18 031
À l'horizon 2021	85 723	30 026	57 149	20 018	28 574	10 009
Scénario du prix de pétrole - Référence						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	214 396	33 316	71 337	24 987	47 558	16 658
À l'horizon 2021	76 149	26 673	50 766	17 782	25 383	8 891
Scénario du prix de pétrole - Élevé						
Scénarios taux pénétration	Scénario faible		Scénario modéré		Scénario fort	
À l'horizon 2016	214 396	30 694	65 722	23 020	43 814	15 347
À l'horizon 2021	68 659	24 049	45 773	16 033	22 886	8 016

ANNEXE 3

Mise à jour des coûts évités

La mise à jour des coûts évités a été produite sur la même base méthodologique que la précédente effectuée par GENIVAR (2009). Le lecteur intéressé à en connaître davantage sur la méthodologie peut consulter cette référence.

Les coûts évités ont été mis à jour à partir des prévisions des prix du pétrole brut du rapport Annual Energy Outlook 2012 de l'U.S. Energy Information Administration. À noter également que les coûts évités incluant les externalités, c'est-à-dire les GES, ont été estimés à partir des prix des contrats du Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI) pour le CO₂, du NFI-A pour le NO_x et du SFI pour le SO_x, contrats transigés sur la bourse Chicago Climate Futures Exchange (CCFE).

Tous les coûts évités des tableaux suivants sont en dollars 2011.

	Scénarios du prix du pétrole brut (\$ 2011)		
	Scénario faible	Scénario de référence	Scénario élevé
2011	94,72 \$	94,72 \$	94,72 \$
2012	71,86 \$	96,62 \$	142,00 \$
2013	60,90 \$	105,78 \$	176,50 \$
2014	59,87 \$	113,11 \$	182,46 \$
2015	59,53 \$	119,25 \$	185,74 \$
2016	59,45 \$	122,31 \$	187,96 \$
2017	59,44 \$	125,35 \$	189,47 \$
2018	59,52 \$	126,48 \$	191,13 \$
2019	59,58 \$	127,73 \$	192,64 \$
2020	59,68 \$	129,21 \$	193,73 \$
2021	59,94 \$	130,55 \$	194,86 \$

Scénario des coûts évités (Scénario faible - Prix de détail)										
Pétrole (\$/Litre)	Essence (\$/Litre)		Diesel (\$/Litre)		Mazout léger (\$/Litre)		Mazout lourd (\$/Litre)		Propane (\$/Litre)	
	Transport passagers	Transport marchandises	Transport passagers	Transport marchandises	Résidentiel	Commercial et institutionnel	Industriel	Résidentiel	Commercial	Industriel
0,5957 \$	0,7541 \$	0,7541 \$	0,8638 \$	0,8638 \$	0,8926 \$	0,8926 \$	0,5007 \$	0,7160 \$	0,6326 \$	0,6325 \$
0,4519 \$	0,6103 \$	0,6103 \$	0,7201 \$	0,7201 \$	0,7489 \$	0,7489 \$	0,3798 \$	0,5432 \$	0,4799 \$	0,4799 \$
0,3830 \$	0,5414 \$	0,5414 \$	0,6512 \$	0,6512 \$	0,6800 \$	0,6800 \$	0,3219 \$	0,4604 \$	0,4068 \$	0,4067 \$
0,3766 \$	0,5350 \$	0,5350 \$	0,6447 \$	0,6447 \$	0,6735 \$	0,6735 \$	0,3165 \$	0,4526 \$	0,3999 \$	0,3998 \$
0,3744 \$	0,5328 \$	0,5328 \$	0,6425 \$	0,6425 \$	0,6713 \$	0,6713 \$	0,3147 \$	0,4500 \$	0,3976 \$	0,3975 \$
0,3739 \$	0,5323 \$	0,5323 \$	0,6420 \$	0,6420 \$	0,6708 \$	0,6708 \$	0,3142 \$	0,4494 \$	0,3970 \$	0,3970 \$
0,3738 \$	0,5322 \$	0,5322 \$	0,6419 \$	0,6419 \$	0,6707 \$	0,6707 \$	0,3142 \$	0,4493 \$	0,3970 \$	0,3969 \$
0,3743 \$	0,5327 \$	0,5327 \$	0,6424 \$	0,6424 \$	0,6713 \$	0,6713 \$	0,3146 \$	0,4499 \$	0,3975 \$	0,3974 \$
0,3747 \$	0,5331 \$	0,5331 \$	0,6428 \$	0,6428 \$	0,6716 \$	0,6716 \$	0,3149 \$	0,4504 \$	0,3979 \$	0,3979 \$
0,3753 \$	0,5337 \$	0,5337 \$	0,6435 \$	0,6435 \$	0,6723 \$	0,6723 \$	0,3155 \$	0,4512 \$	0,3986 \$	0,3985 \$
0,3770 \$	0,5353 \$	0,5353 \$	0,6451 \$	0,6451 \$	0,6739 \$	0,6739 \$	0,3168 \$	0,4531 \$	0,4003 \$	0,4002 \$

Scénario des coûts évités (Scénario faible - Prix de détail)										
Pétrole (\$/GJ)	Essence (\$/GJ)		Diesel (\$/GJ)		Mazout léger (\$/GJ)		Mazout lourd (\$/GJ)		Propane (\$/GJ)	
	Transport passagers	Transport marchandises	Transport passagers	Transport marchandises	Résidentiel	Commercial et institutionnel	Industriel	Résidentiel	Commercial	Industriel
15,2238 \$	21,7571 \$	21,7571 \$	22,3323 \$	22,3323 \$	23,0777 \$	23,0777 \$	11,9978 \$	28,0474 \$	24,7786 \$	24,7753 \$
11,5498 \$	17,6093 \$	17,6093 \$	18,6156 \$	18,6156 \$	19,3610 \$	19,3610 \$	9,1024 \$	21,2787 \$	18,7987 \$	18,7962 \$
9,7890 \$	15,6215 \$	15,6215 \$	16,8344 \$	16,8344 \$	17,5798 \$	17,5798 \$	7,7147 \$	18,0348 \$	15,9329 \$	15,9308 \$
9,6235 \$	15,4346 \$	15,4346 \$	16,6669 \$	16,6669 \$	17,4123 \$	17,4123 \$	7,5842 \$	17,7297 \$	15,6634 \$	15,6613 \$
9,5677 \$	15,3716 \$	15,3716 \$	16,6105 \$	16,6105 \$	17,3559 \$	17,3559 \$	7,5403 \$	17,6270 \$	15,5727 \$	15,5706 \$
9,5546 \$	15,3568 \$	15,3568 \$	16,5972 \$	16,5972 \$	17,3426 \$	17,3426 \$	7,5300 \$	17,6029 \$	15,5513 \$	15,5493 \$
9,5530 \$	15,3550 \$	15,3550 \$	16,5956 \$	16,5956 \$	17,3410 \$	17,3410 \$	7,5287 \$	17,5998 \$	15,5487 \$	15,5466 \$
9,5661 \$	15,3698 \$	15,3698 \$	16,6088 \$	16,6088 \$	17,3542 \$	17,3542 \$	7,5390 \$	17,6240 \$	15,5700 \$	15,5679 \$
9,5759 \$	15,3809 \$	15,3809 \$	16,6188 \$	16,6188 \$	17,3642 \$	17,3642 \$	7,5468 \$	17,6421 \$	15,5860 \$	15,5839 \$
9,5923 \$	15,3994 \$	15,3994 \$	16,6354 \$	16,6354 \$	17,3808 \$	17,3808 \$	7,5597 \$	17,6723 \$	15,6127 \$	15,6106 \$
9,6333 \$	15,4457 \$	15,4457 \$	16,6768 \$	16,6768 \$	17,4222 \$	17,4222 \$	7,5920 \$	17,7478 \$	15,6794 \$	15,6773 \$

Scénario des coûts évités (Scénario référence - Prix de détail)										
Pétrole (\$/Litre)	Essence (\$/Litre)		Diesel (\$/Litre)		Mazout léger (\$/Litre)		Mazout lourd (\$/Litre)		Propane (\$/Litre)	
	Transport passagers	Transport marchandises	Transport passagers	Transport marchandises	Résidentiel	Commercial et institutionnel	Industriel	Résidentiel	Commercial	Industriel
0,5957 \$	0,7541 \$	0,7541 \$	0,8638 \$	0,8638 \$	0,8926 \$	0,8926 \$	0,5007 \$	0,7160 \$	0,6326 \$	0,6325 \$
0,6077 \$	0,7661 \$	0,7661 \$	0,8758 \$	0,8758 \$	0,9046 \$	0,9046 \$	0,5107 \$	0,7305 \$	0,6453 \$	0,6452 \$
0,6653 \$	0,8237 \$	0,8237 \$	0,9334 \$	0,9334 \$	0,9622 \$	0,9622 \$	0,5591 \$	0,7997 \$	0,7065 \$	0,7064 \$
0,7114 \$	0,8698 \$	0,8698 \$	0,9795 \$	0,9795 \$	1,0083 \$	1,0083 \$	0,5979 \$	0,8551 \$	0,7555 \$	0,7554 \$
0,7500 \$	0,9084 \$	0,9084 \$	1,0181 \$	1,0181 \$	1,0469 \$	1,0469 \$	0,6303 \$	0,9015 \$	0,7964 \$	0,7963 \$
0,7693 \$	0,9277 \$	0,9277 \$	1,0374 \$	1,0374 \$	1,0662 \$	1,0662 \$	0,6465 \$	0,9247 \$	0,8169 \$	0,8168 \$
0,7883 \$	0,9467 \$	0,9467 \$	1,0564 \$	1,0564 \$	1,0853 \$	1,0853 \$	0,6626 \$	0,9476 \$	0,8372 \$	0,8370 \$
0,7955 \$	0,9539 \$	0,9539 \$	1,0636 \$	1,0636 \$	1,0924 \$	1,0924 \$	0,6686 \$	0,9562 \$	0,8448 \$	0,8446 \$
0,8033 \$	0,9617 \$	0,9617 \$	1,0714 \$	1,0714 \$	1,1003 \$	1,1003 \$	0,6752 \$	0,9656 \$	0,8531 \$	0,8530 \$
0,8126 \$	0,9710 \$	0,9710 \$	1,0807 \$	1,0807 \$	1,1096 \$	1,1096 \$	0,6830 \$	0,9768 \$	0,8630 \$	0,8628 \$
0,8211 \$	0,9795 \$	0,9795 \$	1,0892 \$	1,0892 \$	1,1180 \$	1,1180 \$	0,6901 \$	0,9869 \$	0,8719 \$	0,8718 \$

Scénario des coûts évités (Scénario référence - Prix de détail)										
Pétrole (\$/GJ)	Essence (\$/GJ)		Diesel (\$/GJ)		Mazout léger (\$/GJ)		Mazout lourd (\$/GJ)		Propane (\$/GJ)	
	Transport passagers	Transport marchandises	Transport passagers	Transport marchandises	Résidentiel	Commercial et institutionnel	Industriel	Résidentiel	Commercial	Industriel
15,2236 \$	21,7570 \$	21,7570 \$	22,3322 \$	22,3322 \$	23,0776 \$	23,0776 \$	11,9977 \$	28,0472 \$	24,7784 \$	24,7751 \$
15,5302 \$	22,1031 \$	22,1031 \$	22,6423 \$	22,6423 \$	23,3877 \$	23,3877 \$	12,2393 \$	28,6119 \$	25,2773 \$	25,2740 \$
17,0019 \$	23,7645 \$	23,7645 \$	24,1311 \$	24,1311 \$	24,8765 \$	24,8765 \$	13,3991 \$	31,3232 \$	27,6727 \$	27,6690 \$
18,1805 \$	25,0952 \$	25,0952 \$	25,3235 \$	25,3235 \$	26,0689 \$	26,0689 \$	14,3280 \$	33,4947 \$	29,5911 \$	29,5872 \$
19,1663 \$	26,2081 \$	26,2081 \$	26,3208 \$	26,3208 \$	27,0662 \$	27,0662 \$	15,1049 \$	35,3109 \$	31,1956 \$	31,1914 \$
19,6593 \$	26,7647 \$	26,7647 \$	26,8195 \$	26,8195 \$	27,5649 \$	27,5649 \$	15,4934 \$	36,2191 \$	31,9980 \$	31,9937 \$
20,1465 \$	27,3148 \$	27,3148 \$	27,3124 \$	27,3124 \$	28,0578 \$	28,0578 \$	15,8774 \$	37,1168 \$	32,7910 \$	32,7867 \$
20,3294 \$	27,5213 \$	27,5213 \$	27,4974 \$	27,4974 \$	28,2428 \$	28,2428 \$	16,0216 \$	37,4538 \$	33,0887 \$	33,0843 \$
20,5296 \$	27,7473 \$	27,7473 \$	27,7000 \$	27,7000 \$	28,4453 \$	28,4453 \$	16,1793 \$	37,8226 \$	33,4146 \$	33,4101 \$
20,7675 \$	28,0159 \$	28,0159 \$	27,9406 \$	27,9406 \$	28,6860 \$	28,6860 \$	16,3668 \$	38,2609 \$	33,8018 \$	33,7973 \$
20,9829 \$	28,2590 \$	28,2590 \$	28,1585 \$	28,1585 \$	28,9039 \$	28,9039 \$	16,5366 \$	38,6577 \$	34,1524 \$	34,1478 \$

Scénario des coûts évités (Scénario élevé - Prix de détail)										
Pétrole (\$/Litre)	Essence (\$/Litre)		Diesel (\$/Litre)		Mazout léger (\$/Litre)		Mazout lourd (\$/Litre)		Propane (\$/Litre)	
	Transport passagers	Transport marchandises	Transport passagers	Transport marchandises	Résidentiel	Commercial et institutionnel	Industriel	Résidentiel	Commercial	Industriel
0,5957 \$	0,7541 \$	0,7541 \$	0,8638 \$	0,8638 \$	0,8926 \$	0,8926 \$	0,5007 \$	0,7160 \$	0,6326 \$	0,6325 \$
0,8931 \$	1,0515 \$	1,0515 \$	1,1612 \$	1,1612 \$	1,1901 \$	1,1901 \$	0,7506 \$	1,0735 \$	0,9484 \$	0,9483 \$
1,1101 \$	1,2685 \$	1,2685 \$	1,3782 \$	1,3782 \$	1,4070 \$	1,4070 \$	0,9330 \$	1,3343 \$	1,1788 \$	1,1787 \$
1,1475 \$	1,3059 \$	1,3059 \$	1,4156 \$	1,4156 \$	1,4445 \$	1,4445 \$	0,9645 \$	1,3794 \$	1,2186 \$	1,2184 \$
1,1682 \$	1,3266 \$	1,3266 \$	1,4363 \$	1,4363 \$	1,4651 \$	1,4651 \$	0,9818 \$	1,4042 \$	1,2405 \$	1,2404 \$
1,1821 \$	1,3405 \$	1,3405 \$	1,4502 \$	1,4502 \$	1,4791 \$	1,4791 \$	0,9935 \$	1,4209 \$	1,2553 \$	1,2552 \$
1,1916 \$	1,3500 \$	1,3500 \$	1,4597 \$	1,4597 \$	1,4885 \$	1,4885 \$	1,0015 \$	1,4323 \$	1,2654 \$	1,2652 \$
1,2021 \$	1,3605 \$	1,3605 \$	1,4702 \$	1,4702 \$	1,4990 \$	1,4990 \$	1,0103 \$	1,4449 \$	1,2765 \$	1,2763 \$
1,2116 \$	1,3700 \$	1,3700 \$	1,4797 \$	1,4797 \$	1,5085 \$	1,5085 \$	1,0183 \$	1,4563 \$	1,2866 \$	1,2864 \$
1,2184 \$	1,3768 \$	1,3768 \$	1,4865 \$	1,4865 \$	1,5154 \$	1,5154 \$	1,0240 \$	1,4646 \$	1,2939 \$	1,2937 \$
1,2255 \$	1,3839 \$	1,3839 \$	1,4936 \$	1,4936 \$	1,5225 \$	1,5225 \$	1,0300 \$	1,4731 \$	1,3014 \$	1,3013 \$

Scénario des coûts évités (Scénario élevé - Prix de détail)										
Pétrole (\$/GJ)	Essence (\$/GJ)		Diesel (\$/GJ)		Mazout léger (\$/GJ)		Mazout lourd (\$/GJ)		Propane (\$/GJ)	
	Transport passagers	Transport marchandises	Transport passagers	Transport marchandises	Résidentiel	Commercial et institutionnel	Industriel	Résidentiel	Commercial	Industriel
15,2238 \$	21,7571 \$	21,7571 \$	22,3323 \$	22,3323 \$	23,0777 \$	23,0777 \$	11,9978 \$	28,0474 \$	24,7786 \$	24,7753 \$
22,8242 \$	30,3377 \$	30,3377 \$	30,0212 \$	30,0212 \$	30,7666 \$	30,7666 \$	17,9877 \$	42,0499 \$	37,1492 \$	37,1443 \$
28,3687 \$	36,5974 \$	36,5974 \$	35,6302 \$	35,6302 \$	36,3756 \$	36,3756 \$	22,3573 \$	52,2649 \$	46,1737 \$	46,1675 \$
29,3261 \$	37,6783 \$	37,6783 \$	36,5988 \$	36,5988 \$	37,3442 \$	37,3442 \$	23,1118 \$	54,0288 \$	47,7320 \$	47,7257 \$
29,8540 \$	38,2742 \$	38,2742 \$	37,1328 \$	37,1328 \$	37,8782 \$	37,8782 \$	23,5279 \$	55,0014 \$	48,5912 \$	48,5848 \$
30,2098 \$	38,6759 \$	38,6759 \$	37,4927 \$	37,4927 \$	38,2381 \$	38,2381 \$	23,8082 \$	55,6568 \$	49,1703 \$	49,1637 \$
30,4524 \$	38,9498 \$	38,9498 \$	37,7382 \$	37,7382 \$	38,4836 \$	38,4836 \$	23,9995 \$	56,1038 \$	49,5652 \$	49,5586 \$
30,7197 \$	39,2515 \$	39,2515 \$	38,0085 \$	38,0085 \$	38,7539 \$	38,7539 \$	24,2101 \$	56,5961 \$	50,0001 \$	49,9935 \$
30,9623 \$	39,5254 \$	39,5254 \$	38,2540 \$	38,2540 \$	38,9994 \$	38,9994 \$	24,4013 \$	57,0432 \$	50,3950 \$	50,3884 \$
31,1377 \$	39,7235 \$	39,7235 \$	38,4314 \$	38,4314 \$	39,1768 \$	39,1768 \$	24,5395 \$	57,3663 \$	50,6806 \$	50,6738 \$
31,3197 \$	39,9289 \$	39,9289 \$	38,6155 \$	38,6155 \$	39,3609 \$	39,3609 \$	24,6830 \$	57,7016 \$	50,9768 \$	50,9700 \$

Scénario des coûts évités (Scénario faible - Coûts évités)									
Pétrole (\$/Litre)	Essence (\$/Litre)		Diesel (\$/Litre)		Mazout léger (\$/Litre)		Mazout lourd (\$/Litre)		Propane (\$/Litre)
	Transport passagers	Transport marchandises	Transport passagers	Transport marchandises	Résidentiel	Commercial et institutionnel	Industriel	Commercial	
0,5957 \$	0,7593 \$	0,7597 \$	0,8699 \$	0,8710 \$	0,8986 \$	0,8986 \$	0,5075 \$	0,6358 \$	0,6357 \$
0,4519 \$	0,6153 \$	0,6156 \$	0,7258 \$	0,7268 \$	0,7545 \$	0,7545 \$	0,3863 \$	0,4829 \$	0,4829 \$
0,3830 \$	0,5464 \$	0,5467 \$	0,6569 \$	0,6579 \$	0,6856 \$	0,6856 \$	0,3284 \$	0,4098 \$	0,4097 \$
0,3766 \$	0,5399 \$	0,5402 \$	0,6504 \$	0,6514 \$	0,6791 \$	0,6791 \$	0,3230 \$	0,4029 \$	0,4028 \$
0,3744 \$	0,5377 \$	0,5380 \$	0,6482 \$	0,6492 \$	0,6769 \$	0,6770 \$	0,3211 \$	0,4006 \$	0,4005 \$
0,3739 \$	0,5372 \$	0,5375 \$	0,6477 \$	0,6487 \$	0,6764 \$	0,6765 \$	0,3207 \$	0,4000 \$	0,4000 \$
0,3738 \$	0,5371 \$	0,5375 \$	0,6476 \$	0,6486 \$	0,6764 \$	0,6764 \$	0,3206 \$	0,4000 \$	0,3999 \$
0,3743 \$	0,5376 \$	0,5380 \$	0,6481 \$	0,6491 \$	0,6769 \$	0,6769 \$	0,3211 \$	0,4005 \$	0,4004 \$
0,3747 \$	0,5380 \$	0,5384 \$	0,6485 \$	0,6495 \$	0,6773 \$	0,6773 \$	0,3214 \$	0,4009 \$	0,4009 \$
0,3753 \$	0,5387 \$	0,5390 \$	0,6492 \$	0,6502 \$	0,6779 \$	0,6779 \$	0,3219 \$	0,4016 \$	0,4015 \$
0,3770 \$	0,5403 \$	0,5406 \$	0,6508 \$	0,6518 \$	0,6795 \$	0,6795 \$	0,3233 \$	0,4033 \$	0,4032 \$

Scénario des coûts évités (Scénario faible - Coûts évités)									
Pétrole (\$/GJ)	Essence (\$/GJ)		Diesel (\$/GJ)		Mazout léger (\$/GJ)		Mazout lourd (\$/GJ)		Propane (\$/GJ)
	Transport passagers	Transport marchandises	Transport passagers	Transport marchandises	Résidentiel	Commercial et institutionnel	Industriel	Commercial	
15,2238 \$	21,9073 \$	21,9188 \$	22,4886 \$	22,5187 \$	23,2308 \$	23,2312 \$	12,1616 \$	24,9022 \$	24,8989 \$
11,5498 \$	17,7514 \$	17,7612 \$	18,7635 \$	18,7892 \$	19,5066 \$	19,5069 \$	9,2573 \$	18,9163 \$	18,9138 \$
9,7890 \$	15,7636 \$	15,7734 \$	16,9822 \$	17,0080 \$	17,7250 \$	17,7256 \$	7,8695 \$	16,0504 \$	16,0483 \$
9,6235 \$	15,5766 \$	15,5865 \$	16,8147 \$	16,8405 \$	17,5575 \$	17,5581 \$	7,7390 \$	15,7809 \$	15,7788 \$
9,5677 \$	15,5137 \$	15,5235 \$	16,7583 \$	16,7841 \$	17,5011 \$	17,5017 \$	7,6951 \$	15,6902 \$	15,6881 \$
9,5546 \$	15,4989 \$	15,5087 \$	16,7450 \$	16,7708 \$	17,4878 \$	17,4884 \$	7,6848 \$	15,6688 \$	15,6668 \$
9,5530 \$	15,4970 \$	15,5069 \$	16,7434 \$	16,7691 \$	17,4862 \$	17,4867 \$	7,6835 \$	15,6662 \$	15,6641 \$
9,5661 \$	15,5118 \$	15,5217 \$	16,7567 \$	16,7824 \$	17,4994 \$	17,5000 \$	7,6938 \$	15,6875 \$	15,6854 \$
9,5759 \$	15,5229 \$	15,5328 \$	16,7666 \$	16,7924 \$	17,5094 \$	17,5100 \$	7,7016 \$	15,7035 \$	15,7015 \$
9,5923 \$	15,5415 \$	15,5513 \$	16,7832 \$	16,8089 \$	17,5260 \$	17,5266 \$	7,7145 \$	15,7302 \$	15,7281 \$
9,6333 \$	15,5877 \$	15,5976 \$	16,8247 \$	16,8504 \$	17,5674 \$	17,5680 \$	7,7468 \$	15,7969 \$	15,7948 \$

Scénario des coûts évités (Scénario référence - Coûts évités)										
Pétrole (\$/Litre)	Essence (\$/Litre)		Diesel (\$/Litre)		Mazout léger (\$/Litre)		Mazout lourd (\$/Litre)		Propane (\$/Litre)	
	Transport passagers	Transport marchandises	Transport passagers	Transport marchandises	Résidentiel	Commercial et institutionnel	Industriel	Résidentiel		Commercial
0,5957 \$	0,7593 \$	0,7597 \$	0,8699 \$	0,8710 \$	0,8986 \$	0,8986 \$	0,5075 \$	0,7192 \$	0,6357 \$	0,6357 \$
0,6077 \$	0,7710 \$	0,7714 \$	0,8815 \$	0,8825 \$	0,9103 \$	0,9103 \$	0,5172 \$	0,7335 \$	0,6483 \$	0,6482 \$
0,6653 \$	0,8286 \$	0,8289 \$	0,9391 \$	0,9401 \$	0,9678 \$	0,9679 \$	0,5656 \$	0,8027 \$	0,7095 \$	0,7094 \$
0,7114 \$	0,8747 \$	0,8751 \$	0,9852 \$	0,9862 \$	1,0140 \$	1,0140 \$	0,6044 \$	0,8581 \$	0,7585 \$	0,7584 \$
0,7500 \$	0,9133 \$	0,9136 \$	1,0238 \$	1,0248 \$	1,0525 \$	1,0526 \$	0,6368 \$	0,9045 \$	0,7994 \$	0,7993 \$
0,7693 \$	0,9326 \$	0,9329 \$	1,0431 \$	1,0441 \$	1,0718 \$	1,0718 \$	0,6530 \$	0,9277 \$	0,8199 \$	0,8198 \$
0,7883 \$	0,9517 \$	0,9520 \$	1,0622 \$	1,0632 \$	1,0909 \$	1,0909 \$	0,6690 \$	0,9506 \$	0,8402 \$	0,8400 \$
0,7955 \$	0,9588 \$	0,9592 \$	1,0693 \$	1,0703 \$	1,0980 \$	1,0981 \$	0,6750 \$	0,9592 \$	0,8478 \$	0,8476 \$
0,8033 \$	0,9666 \$	0,9670 \$	1,0772 \$	1,0781 \$	1,1059 \$	1,1059 \$	0,6816 \$	0,9686 \$	0,8561 \$	0,8560 \$
0,8126 \$	0,9760 \$	0,9763 \$	1,0865 \$	1,0875 \$	1,1152 \$	1,1152 \$	0,6894 \$	0,9798 \$	0,8660 \$	0,8658 \$
0,8211 \$	0,9844 \$	0,9847 \$	1,0949 \$	1,0959 \$	1,1236 \$	1,1236 \$	0,6965 \$	0,9899 \$	0,8749 \$	0,8748 \$

Scénario des coûts évités (Scénario référence - Coûts évités)										
Pétrole (\$/GJ)	Essence (\$/GJ)		Diesel (\$/GJ)		Mazout léger (\$/GJ)		Mazout lourd (\$/GJ)		Propane (\$/GJ)	
	Transport passagers	Transport marchandises	Transport passagers	Transport marchandises	Résidentiel	Commercial et institutionnel	Industriel	Résidentiel		Commercial
15,2236 \$	21,9071 \$	21,9186 \$	22,4885 \$	22,5186 \$	23,2307 \$	23,2310 \$	12,1615 \$	28,1708 \$	24,9021 \$	24,8988 \$
15,5302 \$	22,2451 \$	22,2550 \$	22,7902 \$	22,8159 \$	23,5334 \$	23,5336 \$	12,3942 \$	28,7294 \$	25,3949 \$	25,3915 \$
17,0019 \$	23,9066 \$	23,9164 \$	24,2789 \$	24,3047 \$	25,0217 \$	25,0223 \$	13,5539 \$	31,4407 \$	27,7902 \$	27,7865 \$
18,1805 \$	25,2373 \$	25,2471 \$	25,4713 \$	25,4971 \$	26,2141 \$	26,2147 \$	14,4828 \$	33,6123 \$	29,7086 \$	29,7047 \$
19,1663 \$	26,3502 \$	26,3600 \$	26,4686 \$	26,4943 \$	27,2114 \$	27,2119 \$	15,2597 \$	35,4284 \$	31,3131 \$	31,3090 \$
19,6593 \$	26,9067 \$	26,9166 \$	26,9673 \$	26,9930 \$	27,7101 \$	27,7106 \$	15,6482 \$	36,3366 \$	32,1155 \$	32,1112 \$
20,1465 \$	27,4568 \$	27,4667 \$	27,4602 \$	27,4860 \$	28,2030 \$	28,2036 \$	16,0322 \$	37,2343 \$	32,9085 \$	32,9042 \$
20,3294 \$	27,6633 \$	27,6732 \$	27,6452 \$	27,6710 \$	28,3880 \$	28,3886 \$	16,1764 \$	37,5713 \$	33,2062 \$	33,2018 \$
20,5296 \$	27,8893 \$	27,8992 \$	27,8478 \$	27,8735 \$	28,5905 \$	28,5911 \$	16,3342 \$	37,9401 \$	33,5321 \$	33,5276 \$
20,7675 \$	28,1579 \$	28,1678 \$	28,0884 \$	28,1142 \$	28,8312 \$	28,8318 \$	16,5217 \$	38,3784 \$	33,9193 \$	33,9148 \$
20,9829 \$	28,4011 \$	28,4109 \$	28,3063 \$	28,3321 \$	29,0491 \$	29,0497 \$	16,6914 \$	38,7753 \$	34,2699 \$	34,2653 \$

Scénario des coûts évités (Scénario élevé - Coûts évités)										
Pétrole (\$/Litre)	Essence (\$/Litre)		Diesel (\$/Litre)		Mazout léger (\$/Litre)		Mazout lourd (\$/Litre)		Propane (\$/Litre)	
	Transport passagers	Transport marchandises	Transport passagers	Transport marchandises	Résidentiel	Commercial et institutionnel	Industriel	Résidentiel	Commercial	Industriel
0,5957 \$	0,7593 \$	0,7597 \$	0,8699 \$	0,8710 \$	0,8986 \$	0,8986 \$	0,5075 \$	0,7192 \$	0,6358 \$	0,6357 \$
0,8931 \$	1,0564 \$	1,0568 \$	1,1669 \$	1,1679 \$	1,1957 \$	1,1957 \$	0,7571 \$	1,0765 \$	0,9514 \$	0,9513 \$
1,1101 \$	1,2734 \$	1,2737 \$	1,3839 \$	1,3849 \$	1,4126 \$	1,4126 \$	0,9394 \$	1,3373 \$	1,1818 \$	1,1817 \$
1,1475 \$	1,3109 \$	1,3112 \$	1,4214 \$	1,4224 \$	1,4501 \$	1,4501 \$	0,9709 \$	1,3824 \$	1,2216 \$	1,2214 \$
1,1682 \$	1,3315 \$	1,3318 \$	1,4420 \$	1,4430 \$	1,4707 \$	1,4708 \$	0,9883 \$	1,4072 \$	1,2435 \$	1,2434 \$
1,1821 \$	1,3454 \$	1,3458 \$	1,4559 \$	1,4569 \$	1,4847 \$	1,4847 \$	1,0000 \$	1,4239 \$	1,2583 \$	1,2582 \$
1,1916 \$	1,3549 \$	1,3553 \$	1,4654 \$	1,4664 \$	1,4942 \$	1,4942 \$	1,0080 \$	1,4353 \$	1,2684 \$	1,2682 \$
1,2021 \$	1,3654 \$	1,3657 \$	1,4759 \$	1,4769 \$	1,5046 \$	1,5046 \$	1,0167 \$	1,4479 \$	1,2795 \$	1,2793 \$
1,2116 \$	1,3749 \$	1,3752 \$	1,4854 \$	1,4864 \$	1,5141 \$	1,5141 \$	1,0247 \$	1,4593 \$	1,2896 \$	1,2894 \$
1,2184 \$	1,3817 \$	1,3821 \$	1,4922 \$	1,4932 \$	1,5210 \$	1,5210 \$	1,0305 \$	1,4676 \$	1,2969 \$	1,2967 \$
1,2255 \$	1,3889 \$	1,3892 \$	1,4994 \$	1,5004 \$	1,5281 \$	1,5281 \$	1,0365 \$	1,4761 \$	1,3044 \$	1,3043 \$

Scénario des coûts évités (Scénario élevé - Coûts évités)										
Pétrole (\$/GJ)	Essence (\$/GJ)		Diesel (\$/GJ)		Mazout léger (\$/GJ)		Mazout lourd (\$/GJ)		Propane (\$/GJ)	
	Transport passagers	Transport marchandises	Transport passagers	Transport marchandises	Résidentiel	Commercial et institutionnel	Industriel	Résidentiel	Commercial	Industriel
15,2238 \$	21,9073 \$	21,9188 \$	22,4886 \$	22,5187 \$	23,2308 \$	23,2312 \$	12,1616 \$	28,1710 \$	24,9022 \$	24,8989 \$
22,8242 \$	30,4798 \$	30,4896 \$	30,1690 \$	30,1947 \$	30,9122 \$	30,9124 \$	18,1426 \$	42,1674 \$	37,2667 \$	37,2618 \$
28,3687 \$	36,7394 \$	36,7493 \$	35,7780 \$	35,8038 \$	36,5208 \$	36,5214 \$	22,5121 \$	52,3824 \$	46,2912 \$	46,2850 \$
29,3261 \$	37,8203 \$	37,8302 \$	36,7466 \$	36,7724 \$	37,4894 \$	37,4900 \$	23,2667 \$	54,1463 \$	47,8495 \$	47,8432 \$
29,8540 \$	38,4163 \$	38,4261 \$	37,2806 \$	37,3064 \$	38,0234 \$	38,0240 \$	23,6827 \$	55,1189 \$	48,7087 \$	48,7023 \$
30,2098 \$	38,8179 \$	38,8278 \$	37,6405 \$	37,6663 \$	38,3833 \$	38,3839 \$	23,9631 \$	55,7743 \$	49,2878 \$	49,2812 \$
30,4524 \$	39,0918 \$	39,1017 \$	37,8860 \$	37,9118 \$	38,6288 \$	38,6294 \$	24,1543 \$	56,2213 \$	49,6827 \$	49,6761 \$
30,7197 \$	39,3935 \$	39,4034 \$	38,1563 \$	38,1821 \$	38,8991 \$	38,8997 \$	24,3649 \$	56,7137 \$	50,1176 \$	50,1110 \$
30,9623 \$	39,6675 \$	39,6773 \$	38,4018 \$	38,4276 \$	39,1446 \$	39,1452 \$	24,5561 \$	57,1607 \$	50,5126 \$	50,5059 \$
31,1377 \$	39,8655 \$	39,8754 \$	38,5793 \$	38,6050 \$	39,3220 \$	39,3226 \$	24,6944 \$	57,4839 \$	50,7981 \$	50,7913 \$
31,3197 \$	40,0710 \$	40,0808 \$	38,7633 \$	38,7891 \$	39,5061 \$	39,5067 \$	24,8378 \$	57,8191 \$	51,0943 \$	51,0875 \$

ANNEXE 4

Analyses de sensibilité

Annexe 4-1 Analyse de sensibilité selon le scénario du prix de pétrole faible

Le scénario présenté dans cette section utilise les intrants suivants :

- Le scénario faible prévu pour l'évolution du prix du pétrole;
- Le taux d'actualisation réel de 6 %;
- Une durée de vie moyenne des véhicules de 15 ans;
- Le scénario modéré des taux de pénétration naturels prévisibles des mesures;
- La monétarisation des gains énergétiques qui tient compte des externalités environnementales liées aux émissions de GES.

Potentiel technique

Les résultats du potentiel technique global pour les années 2016 et 2021 sont présentés au tableau A4.1.1, alors que le détail des résultats par mesure peut être consulté aux tableaux A4.1.2 à A4.1.7.

Tableau A4.1.1

Résultats du potentiel technique global pour 2016 et 2021

Catégorie	2016				2021			
	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées (M)	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
A- Technique-Personne	374	21 386	32 064 668	8 941 018	339	19 565	29 203 528	8 102 783
B- Technique-Marchandise	119	8 298	12 162 433	2 849 990	124	8 919	12 891 664	2 971 476
C- Règlementaire-Personne	0	3 426	1 967 666	0	0	2 637	1 516 079	0
D- Règlementaire-Marchandise	11	949	1 621 921	270 128	12	992	1 700 287	286 397
E- Économique et comportementale - Personne	87	2 482	5 801 750	2 089 084	112	3 162	7 438 833	2 682 871
F- Économique et comportementale - Marchandise	2	55	145 164	50 848	2	43	115 070	40 306
	595	36 597	53 763 602	14 201 068	590	35 317	52 865 461	14 083 833

Tableau A4.1.2 Potentiel technique – Technique, personne

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
A1	Véhicules électriques légers	172,10	4 953	11 378 829	4 110 578	155,07	4 459	10 256 469	3 703 830
A2	Véhicules électriques autobus urbains	2,56	70	164 431	61 080	2,58	71	166 001	61 718
A3	Véhicules hybrides légers	53,84	1 549	3 559 962	1 286 029	48,75	1 402	3 224 350	1 164 382
A4	Véhicules hybrides autobus urbains	0,74	20	47 375	17 598	0,72	20	46 254	17 197
A5	Véhicules légers à pile à combustible	101,64	2 925	6 720 337	2 427 707	93,85	2 699	6 207 372	2 241 615
A6	Autobus urbains à pile à combustible	1,82	50	117 253	43 555	1,89	52	121 495	45 171
A7	Véhicules légers à gaz naturel comprimé (GNC)	0,00	5 262	3 022 638	0	0,00	4 858	2 793 317	0
A8	Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)	0,00	75	43 970	0	0,00	78	45 560	0
A9	Véhicules légers alimentés au propane	0,00	5 262	4 231 693	0	0,00	4 858	3 910 644	0
A10	Autobus urbains alimentés au propane	0,00	24	25 849	0	0,00	25	26 642	0
A11	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour véhicules légers	14,50	417	958 607	346 295	13,12	377	867 664	313 332
A12	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains	0,21	6	13 768	5 114	0,22	6	13 876	5 159
A13	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules légers	6,10	176	403 624	145 808	4,51	130	298 551	107 813
A14	Pneus à faible résistance au roulement pour autobus	0,19	5	12 520	4 531	0,19	5	12 437	4 502
A15	Pneus gonflés à l'azote pour véhicules légers	2,84	82	187 685	67 801	2,54	73	167 935	60 645
A16	Pneus gonflés à l'azote pour autobus	0,08	2	5 358	1 939	0,08	2	5 597	2 026
A17	Matériaux légers pour véhicules légers	8,14	234	538 165	194 411	7,05	203	466 486	168 458
A18	Chaudière-moteur pour véhicules légers	5,37	155	355 189	128 311	4,80	138	317 210	114 551
A19	Systèmes de microfiltration pour l'huile de moteur pour autobus	0,15	4	9 644	3 490	0,15	4	10 074	3 646

Tableau A4.1.2(suite) Potentiel technique – Technique, personne

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
A20	Programmation des moteurs pour autobus	0,36	10	23 567	8 530	0,35	10	23 320	8 441
A21	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour véhicules légers	3,17	91	209 884	75 820	2,82	81	186 594	67 383
A22	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour autobus	0,09	2	5 745	2 079	0,09	2	5 830	2 110
A23	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus	0,43	12	28 575	10 342	0,45	12	29 850	10 804
TOTAL		374	21 386	32 064 668	8 941 018	339	19 565	29 203 528	8 102 783

Tableau A4.1.3 Potentiel technique – Technique, marchandise

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	TEP évitées	Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T. CO2 évitées (M)	TEP évitées	
B1	Véhicules électriques camions (classes 1 et 2)	24,72	657	1 685 895	26,76	711	1 824 600	639 106	
B2	Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)	7,74	205	527 446	8,41	223	573 604	200 917	
B3	Véhicules à pile à combustible camions (classes 1 et 2)	14,60	388	995 690	16,19	430	1 104 276	386 797	
B4	Camions à gaz naturel comprimé (GNC)(classes 1 et 2)	0,00	698	447 836	0,00	774	496 924	0	
B5	Camions alimentés au propane(classes 1 et 2)	0,00	698	626 971	0,00	774	695 694	0	
B6	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)	2,08	55	142 028	2,26	60	154 355	54 066	
B7	Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)	0,88	23	59 801	0,78	21	53 111	18 603	
B8	Pneus gonflés à l'azote pour camions (classes 1 et 2)	0,41	11	27 808	0,44	12	29 875	10 464	
B9	Matériaux légers pour camions (classes 1 et 2)	1,17	31	79 735	1,22	32	82 987	29 068	
B10	Chauffe-moteur pour camions (classes 1 et 2)	0,77	20	52 625	0,83	22	56 431	19 766	
B11	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour camions (classes 1 et 2)	0,46	12	31 097	0,49	13	33 195	11 627	
B12	Véhicules lourds alimentés au propane (classes 3 à 8)	0,00	948	1 095 778	0,00	1 042	1 203 955	0	
B13	Pneus gonflés à l'azote pour véhicules lourds (classes 3 à 8)	1,79	47	121 753	1,96	52	133 773	46 857	
B14	Système de microfiltration pour l'huile de moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	3,26	87	222 545	3,60	96	245 807	86 099	
B15	Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	6,87	183	468 603	7,08	188	483 068	169 205	
B16	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	1,72	46	117 151	1,77	47	120 767	42 301	
B17	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	4,44	118	302 887	4,78	127	325 747	114 100	

Tableau A4.1.3 (suite)

Potentiel technique – Technique, marchandise

ID	Nom de la mesure	2016			2021		
		Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	TEP évitées	Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	TEP évitées
B18	Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,63	17	42 898	0,42	11	28 574
B19	Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	1,02	27	69 709	0,96	26	65 483
B20	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,38	10	25 739	0,31	8	21 431
B21	Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	1,51	40	102 955	0,56	15	38 099
B22	Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)	5,58	148	380 261	5,31	141	361 846
B23	Véhicules commerciaux hybrides (classes 3 à 7)	7,55	201	514 908	7,86	209	535 906
B24	Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)	0,17	5	11 641	0,15	4	10 500
B25	Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)	0,16	4	10 938	0,14	4	9 866
B26	Défecteurs arrière pour remorque (boat tails) pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,78	21	52 979	0,82	22	55 720
B27	Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	1,34	36	91 158	1,40	37	95 248
B28	Matériaux légers pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	1,23	33	83 767	1,26	33	85 763
B29	Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,13	3	8 974	0,14	4	9 409

Tableau A4.1.3 (suite) Potentiel technique – Technique, marchandise

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
B30	Fourgon réfrigéré éco-énergétique véhicules commerciaux (classe 7)	0,04	1	2 499	875	0,04	1	2 684	940
B31	Camion à moteur à GNC pour transport local, véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	0,00	531	340 748	0	0,00	577	370 406	0
B32	Camion à moteur à GNL pour transport régional, véhicules commerciaux (classe 8)	0,00	2 261	1 451 442	0	0,00	2 457	1 577 420	0
B33	Systèmes de gestion de la pression des pneus pour véhicules lourds (classe 8)	1,63	43	111 362	39 007	1,66	44	113 077	39 608
B34	Composantes en fibre de carbone pour avions	5,20	145	366 622	124 162	4,85	135	342 220	115 898
B35	Winglet pour avions	1,46	41	103 113	34 920	1,39	39	97 777	33 114
B36	Turbosoufflante à réducteur pour avions	3,12	87	219 973	74 497	3,12	87	219 999	74 506
B37	Aileron de poupe pour bateaux	2,04	50	150 020	48 654	2,10	51	154 379	50 067
B38	Étrave à bulbe pour bateaux	3,33	81	245 085	79 485	3,50	85	257 746	83 591
B39	Système d'alimentation à quai des navires de croisière	0,04	1	3 185	1 016	0,04	1	3 185	1 016
B40	Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour bateaux (SRECC)	0,71	17	52 554	17 044	0,72	17	52 936	17 168
B41	Groupes électrogènes d'appoint sur des locomotives	0,29	7	19 971	6 928	0,29	8	20 205	7 010
B42	Dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives	0,82	21	56 490	19 598	0,86	22	58 883	20 428
B43	Les réducteurs de frottement roue-rail (FRR) pour locomotives	0,19	5	13 267	4 602	0,21	5	14 163	4 913
B44	Électrification des trains	9,07	235	624 526	216 662	9,74	252	670 570	232 636
TOTAL		119	8 298	12 162 433	2 849 990	124	8 919	12 891 664	2 971 476

Tableau A4.1.4

Potentiel technique – Réglementaire, personne

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
C1	Véhicules légers polycarburants à éthanol E85	0,00	3 426	1 967 666	0	0,00	2 637	1 516 079	0
TOTAL		0	3 426	1 967 666	0	0	2 637	1 516 079	0

Tableau A4.1.5 Potentiel technique – Réglementaire, marchandise

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées (M)	TEP évitées (M litres)	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
D1	Réduction de la vitesse des véhicules lourds (classe 8)	3,29	87	224 247	78 547	3,61	96	246 154	86 221
D2	Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)	8,02	213	546 950	191 581	8,38	223	571 488	200 176
D3	Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)	0,00	373	478 644	0	0,00	381	489 107	0
D4	Biocarburant pour avions	0,00	179	226 848	0	0,00	190	240 777	0
D5	Biodiesel pour le transport par eau	0,00	85	128 649	0	0,00	89	135 250	0
D6	Biodiesel pour l'industrie ferroviaire	0,00	12	16 583	0	0,00	13	17 511	0
TOTAL		11	949	1 621 921	270 128	12	992	1 700 287	286 397

Tableau A4.1.6 Potentiel technique – Économique comportementale, personne

ID	Nom de la mesure	Variantes	2016			2021						
			Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées		
E1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements											
E1.1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Hausse du prix des carburants										
E1.1.1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Hausse du prix de l'essence	2,34	65,80	154 317	55 825	147	346 535	125 481			
E1.1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)	18,62	524,29	1 229 593	444 806	1 355	3 193 159	1 156 249			
E1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Mesures visant à réduire le kilométrage parcouru										
E1.2.1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Assurance auto progressive au kilométrage (Pay-as-you-drive)	15,63	439,99	1 031 895	373 289	404	952 827	345 020			
E1.2.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Frais chargé au kilomètre (VMT fee)	5,09	143,22	335 885	121 507	132	310 148	112 305			
E2	Achat de véhicules neufs à faible consommation											
E2.1	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule	3,80	110,00	251 177	90 674	95	218 831	78 998			
E2.2	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Mesure de type redevances-remises	13,02	376,00	861 314	310 914	326	748 667	270 254			
E3	Restriction de l'accès aux centres urbains											
E3.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péages routiers										
E3.1.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Installation de péages routiers	1,52	42,89	100 579	36 385	39	92 872	33 629			
E3.1.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Taxe sur la congestion	0,08	2,32	5 432	1 965	2	5 016	1 816			
E3.1.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péage par territoire (Cordon Area Tolls)	0,01	0,23	542	196	0	501	181			
E3.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Diminution des subventions de stationnement par l'employeur										
E3.2.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	3,44	96,71	226 812	82 050	89	209 433	75 836			
E3.2.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Hausse du prix du stationnement sur les lieux de travail en milieu urbain	3,44	96,71	226 812	82 050	89	209 433	75 836			
E3.2.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Restriction du nombre de places de stationnement dans les nouveaux lieux de travail en milieu urbain	0,36	10,12	23 731	8 585	9	21 913	7 935			

Tableau A4.1.6 (suite) Potentiel technique – Économique comportementale, personne

ID	Nom de la mesure	Variantes	2016				2021			
			Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T. CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T. CO2 évitées	TEP évitées
E3.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Augmentation du prix de stationnement en ville et dans la rue	0,00	0,08	184	67	0,00	0	170	61
E4	Covoiturage pour les déplacements pour tous les motifs									
E4.1	Covoiturage pour les déplacements pour tous les motifs	Désignation de voies réservées aux véhicules à occupants multiples	0,13	3,73	8 736	3 160	0,03	1	1 723	624
E5	Covoiturage pour les déplacements liés au travail									
E5.1	Covoiturage pour les déplacements liés au travail	Mesure favorisant le covoiturage pour se rendre au travail	0,31	8,71	20 434	7 392	0,27	8	17 771	6 435
E7	Télétravail									
E7.1	Télétravail	Mesures de promotion du télétravail	0,20	5,77	13 522	4 892	0,18	5	11 587	4 196
E8	Horaire de travail flexible									
E8.1	Horaire de travail flexible	Horaires de travail flexible	1,35	25,50	90 707	32 358	1,36	24	91 247	32 523
E9	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement									
E9.1	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Rabais sur tarifs de transport en commun	0,32	7,37	23 280	7 655	0,30	7	22 092	7 115
E9.2	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Augmentation du niveau de service du transport en commun	0,51	24,72	53 196	12 193	0,48	24	51 935	11 461
E11	Eco-conduite pour véhicules légers	Ecoconduite	17,30	498,00	1 143 601	413 123	14,11	406	932 972	336 916
TOTAL			87	2 482	5 801 750	2 089 084	112	3 162	7 438 833	2 682 871

Tableau A4.1.7 Potentiel technique – Économique comportementale, marchandise

ID	Nom de la mesure	Variantes	2016			2021				
			Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	
F3	Restriction de l'accès aux centres urbains									
F3.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péages routiers								
F3.1.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Installation de péages routiers	0,07	0,47	4 715	1 652	0,08	0,52	5 234	1 833
F3.1.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Taxe sur la congestion	0,00	0,01	102	36	0,00	0,01	113	40
F3.1.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péage par territoire (Cordon Area Tolls)	0,00	0,00	30	11	0,00	0,00	34	12
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7		0,93	25	63 101	22 103	0,77	20	52 540	18 403
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8		1,13	30	77 216	27 047	0,84	22	57 149	20 018
TOTAL			2	55	145 164	50 848	2	43	115 070	40 306

PTÉ

Les tableaux A4.1.8 et A4.1.9 présentent les résultats du PTÉ global respectivement pour les années 2016 et 2021.

Les tableaux A4.1.10 et A4.1.11 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures techniques pour le transport des personnes pour 2016 et 2021. Les mesures surlignées en gris pâle ont été considérées dans l'addition du PTÉ¹.

Les tableaux A4.1.12 et A4.1.13 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures techniques pour le transport des marchandises pour 2016 et 2021. Les mesures surlignées en gris pâle ont été considérées dans l'addition du PTÉ².

Les tableaux A4.1.14 et A4.1.15 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures réglementaires pour le transport des personnes pour 2016 et 2021.

Les tableaux A4.1.16 et A4.1.17 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures réglementaires pour le transport des marchandises pour 2016 et 2021.

Les tableaux A4.1.18 et A4.1.19 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures de type économique-comportemental pour le transport des personnes pour 2016 et 2021.

Enfin, les tableaux A4.1.20 et A4.1.21 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures de type économique-comportemental pour le transport des marchandises pour 2016 et 2021.

¹ La mesure d'éco-conduite pour les véhicules légers a été incluse dans ces tableaux puisqu'elle a été calculée selon la même méthodologie que les mesures techniques.

² La mesure d'éco-conduite pour les véhicules lourds a été incluse dans ces tableaux puisqu'elle a été calculée selon la même méthodologie que les mesures techniques.

Tableau A4.1.8 PTÉ global pour l'année 2016

Catégorie	Économie d'énergie (P.J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
A- Technique-Personne	21	600	1 386 463	502 721
B- Technique-Marchandise	43	1 132	2 968 627	1 021 141
C- Règlementaire-Personne	0	3 426	1 967 666	0
D- Règlementaire-Marchandise	11	686	1 266 424	270 128
E- Économique et comportementale - Personne	28	764	1 821 569	657 543
F- Économique et comportementale - Marchandise	0	0	0	0
	103	6 607	9 410 749	2 451 534

Tableau A4.1.9 PTÉ global pour l'année 2021

Catégorie	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
A- Technique-Personne	18	509	1 178 457	427 540
B- Technique-Marchandise	41	1 093	2 872 796	987 396
C- Règlementaire-Personne	0	2 637	1 516 079	0
D- Règlementaire-Marchandise	12	713	1 324 260	286 397
E- Économique et comportementale - Personne	57	1 570	3 734 762	1 350 721
F- Économique et comportementale - Marchandise	0	0	0	0
	128	6 522	10 626 354	3 052 054

Tableau A4.1.10

PTÉ - Mesures techniques, transport des personnes pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées	
E11	Eco-conduite pour véhicules légers	Véhicules légers	485 \$	6 \$	17,30	498	1 143 601	413 123	
A2	Véhicules électriques autobus urbains	Autobus	84 961 \$	6 \$	2,56	70	164 431	61 080	
A6	Autobus urbains à pile à combustible	Autobus	42 913 \$	7 \$	1,82	50	117 253	43 555	
A4	Véhicules hybrides autobus urbains	Autobus	6 457 \$	11 \$	0,74	20	47 375	17 598	
A23	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus	Autobus	6 536 \$	3 \$	0,43	12	28 575	10 342	
A20	Programmation des moteurs pour autobus	Autobus	7 659 \$	1 \$	0,36	10	23 567	8 530	
A12	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains	Autobus	13 114 \$	1 \$	0,21	6	13 768	5 114	
A14	Pneus à faible résistance au roulement pour autobus	Autobus	2 663 \$	4 \$	0,19	5	12 520	4 531	
TOTAL							600	1 386 463	502 721

Tableau A4.1.11 PTÉ - Mesures techniques, transport des personnes pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
E11	Eco-conduite pour véhicules légers	Véhicules légers	485 \$	6 \$	14,11	406	932 972	336 916
A2	Véhicules électriques autobus urbains	Autobus	84 961 \$	6 \$	2,58	71	166 001	61 718
A6	Autobus urbains à pile à combustible	Autobus	42 913 \$	7 \$	1,89	52	121 495	45 171
A4	Véhicules hybrides autobus urbains	Autobus	6 457 \$	11 \$	0,72	20	46 254	17 197
A23	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus	Autobus	6 536 \$	3 \$	0,45	12	29 850	10 804
A20	Programmation des moteurs pour autobus	Autobus	7 659 \$	1 \$	0,35	10	23 320	8 441
A12	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains	Autobus	13 114 \$	1 \$	0,22	6	13 876	5 159
A14	Pneus à faible résistance au roulement pour autobus	Autobus	2 663 \$	4 \$	0,19	5	12 437	4 502
TOTAL					18	509	1 178 457	427 540

Tableau A4.1.12 PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B15	Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	9 479 \$	1 \$	6,87	182,50	468 602,87	164 138,31
B22	Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	1 354 \$	11 \$	5,58	148,10	380 260,88	133 194,62
B34	Composantes en fibre de carbone pour avions	Avions	709 881 \$	8 \$	5,20	145	366 622	124 162
B17	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	Camions lourds	6 536 \$	3 \$	4,44	118	302 887	106 093
B38	Étrave à bulbe pour bateaux	Bateaux	319 874 \$	2 \$	3,33	81	245 085	79 485
B36	Turbosoufflante à réducteur pour avions	Avions	1 283 928 \$	-	3,12	87	219 973	74 497
B6	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	126 \$	10 \$	2,08	55,31	142 027,82	49 748,32
B37	Aileron de poupe pour bateaux	Bateaux	117 421 \$	3 \$	2,04	50	150 020	48 654
B21	Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	31 628 \$	1 \$	1,51	40,10	102 955,30	36 062,33
B27	Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	9 548 \$	3 \$	1,34	36	91 158	31 930
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	30 187 \$	0 \$	1,13	30	77 216	27 047
B19	Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	10 474 \$	-	1,02	27,15	69 709,32	24 417,20
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	3 123 \$	3 \$	0,93	25	63 101	22 103

Tableau A4.1.12 (suite) PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées	
B7	Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	164 \$	8 \$	0,88	23	59 801	20 947	
B42	Dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives	Train	200 508 \$	4 \$	0,82	21	56 490	19 598	
B40	Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour bateaux (SRECC)	Bateaux	69 639 \$	2 \$	0,71	17	52 554	17 044	
B18	Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	3 656 \$	7 \$	0,63	17	42 898	15 026	
B20	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	6 284 \$	- ;	0,38	10	25 739	9 016	
B41	Groupes électrogènes d'appoint sur des locomotives	Train	70 112 \$	5 \$	0,29	8	19 971	6 928	
B24	Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)	Camions lourds	2 511 \$	9 \$	0,17	5	11 641	4 078	
B25	Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)	Camions lourds	8 033 \$	7 \$	0,16	4	10 938	3 831	
B29	Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	8 367 \$	7 \$	0,13	4	8 974	3 143	
TOTAL							1 132	2 968 627	1 021 141

Tableau A4.1.13 PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Économie d'énergie (Pj)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B15	Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	9 479 \$	1 \$	7,08	188,14	483 068,40	169 205,28
B22	Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	1 354 \$	11 \$	5,31	140,92	361 845,54	126 744,32
B34	Composantes en fibre de carbone pour avions	Avions	709 881 \$	8 \$	4,85	135,05	342 220,47	115 897,58
B17	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	Camions lourds	6 536 \$	3 \$	4,78	126,87	325 747,04	114 100,03
B38	Étrave à bulbe pour bateaux	Bateaux	319 874 \$	2 \$	3,50	85,20	257 746,20	83 590,71
B36	Turbosoufflante à réducteur pour avions	Avions	1 283 928 \$	- ;	3,12	86,82	219 998,88	74 505,59
B6	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	126 \$	10 \$	2,26	60,12	154 355,15	54 066,27
B37	Aileron de poupe pour bateaux	Bateaux	117 421 \$	3 \$	2,10	51,03	154 379,24	50 067,35
B27	Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	31 628 \$	1 \$	1,40	37,10	95 247,99	33 362,69
B19	Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	9 548 \$	3 \$	0,96	25,50	65 482,99	22 936,85
B42	Dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives	Train	30 187 \$	0 \$	0,86	22,11	58 882,73	20 427,77
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	10 474 \$	-	0,84	22,26	57 148,80	20 017,62
B7	Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	3 123 \$	3 \$	0,78	20,68	53 111,45	18 603,45
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	164 \$	8 \$	0,77	20,46	52 539,84	18 403,23

Tableau A4.1.13 (suite) PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B40	Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour bateaux (SRECC)	Bateaux	200 508 \$	4 \$	0,72	17,50	52 936,42	17 168,02
B21	Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	69 639 \$	2 \$	0,56	14,84	38 099,20	13 345,08
B18	Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	3 656 \$	7 \$	0,42	11,13	28 574,40	10 008,81
B20	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	6 284 \$	- ;	0,31	8,35	21 430,80	7 506,61
B41	Groupes électrogènes d'appoint sur des locomotives	Train	70 112 \$	5 \$	0,29	7,59	20 204,86	7 009,53
B24	Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)	Camions lourds	2 511 \$	9 \$	0,15	4,09	10 500,45	3 678,01
B29	Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	8 033 \$	7 \$	0,14	3,66	9 409,18	3 295,77
B25	Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)	Camions lourds	8 367 \$	7 \$	0,14	3,84	9 866,05	3 455,80
			TOTAL	41	1 093	2 872 796	987 396	

Tableau A4.1.14 PTÉ - Mesures réglementaires, transport des personnes pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
C1	Véhicules légers polycarburants à éthanol E85	Véhicules légers	1 300 \$	-	0,00	3 426	1 967 666	0
TOTAL				0	0	3 426	1 967 666	0

Tableau A4.1.15 PTÉ - Mesures réglementaires, transport des personnes pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées	
C1	Véhicules légers polycarburants à éthanol E85	Véhicules légers	1 300 \$	-	0,00	2 637	1 516 079	0	
TOTAL							2 637	1 516 079	0

Tableau A4.1.16

PTÉ - Mesures réglementaires, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
D2	Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)	Véhicules lourds	78 041 \$		8,02	213	546 950	191 581
D1	Réduction de la vitesse des véhicules lourds (classe 8)	Véhicules lourds	10 474 \$		3,29	87	224 247	78 547
D3	Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)	Véhicules lourds	7 022 \$	7 \$	0,00	373	478 644	0
D6	Biodiesel pour l'industrie ferroviaire	Trains	2 540 \$	12 \$	0,00	12	16 583	0
TOTAL					11	686	1 266 424	270 128

Tableau A4.1.17 PTÉ - Mesures réglementaires, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
D2	Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)	Véhicules lourds	78 041 \$		8,38	223	571 488	200 176
D1	Réduction de la vitesse des véhicules lourds (classe 8)	Véhicules lourds	10 474 \$		3,61	96	246 154	86 221
D3	Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)	Véhicules lourds	7 022 \$	7 \$	0,00	381	489 107	0
D6	Biodiesel pour l'industrie ferroviaire	Trains	2 540 \$	12 \$	0,00	13	17 511	0
TOTAL					12	713	1 324 260	286 397

Tableau A4.1.18 PTÉ - Mesures de type économique-comportemental, transport des personnes pour 2016

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
E1.1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)	0 \$	18,62	524	1 229 593	444 806
E2.1	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule	987 644 \$	3,80	110	251 177	90 674
E3.2.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	763 \$	3,44	97	226 812	82 050
E3.2.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Hausse du prix du stationnement sur les lieux de travail en milieu urbain	763 \$	3,44	97	226 812	82 050
E8.1	Horaire de travail flexible	Restriction du nombre de places de stationnement dans les nouveaux lieux de travail en milieu urbain	148 \$	1,35	26	90 707	32 358
E3.2.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Rabais sur tarifs de transport en commun	151 \$	0,36	10	23 731	8 585
E9.1	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Rabais sur tarifs de transport en commun	174 \$	0,32	7	23 280	7 655
TOTAL				28	764	1 821 569	657 543

Tableau A4.1.19

PTÉ - Mesures de type économique-comportemental, transport des personnes pour 2021

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
E1.1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)	0 \$	48,41	1 355	3 193 159	1 156 249
E2.1	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule	987 644 \$	3,31	95	218 831	78 998
E3.2.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	763 \$	3,18	89	209 433	75 836
E3.2.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Hausse du prix du stationnement sur les lieux de travail en milieu urbain	763 \$	3,18	89	209 433	75 836
E8.1	Horaire de travail flexible	Restriction du nombre de places de stationnement dans les nouveaux lieux de travail en milieu urbain	148 \$	1,36	24	91 247	32 523
E3.2.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Rabais sur tarifs de transport en commun	151 \$	0,33	9	21 913	7 935
E9.1	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Rabais sur tarifs de transport en commun	174 \$	0,30	7	22 092	7 115
TOTAL				57	1 570	3 734 762	1 350 721

Tableau A4.1.20 PTÉ – Mesures de type économique-comportemental, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	30 187 \$	1,13	30	77 216	27 047
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	3 123 \$	0,93	25	63 101	22 103
TOTAL				2	55	140 318	49 149

Tableau A4.1.21 PTÉ - Mesures de type économique-comportemental, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évités
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	30 187 \$	0,84	22	57 149	20 018
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	3 123 \$	0,77	20	52 540	18 403
TOTAL				2	43	109 689	38 421

Annexe 4-2 Analyse de sensibilité selon le scénario du prix de pétrole élevé

Le scénario présenté dans cette section utilise les intrants suivants :

- Le scénario élevé prévu pour l'évolution du prix du pétrole;
- Le taux d'actualisation réel de 6 %;
- Une durée de vie moyenne des véhicules de 15 ans;
- Le scénario modéré des taux de pénétration naturels prévisibles des mesures;
- La monétarisation des gains énergétiques qui tient compte des externalités environnementales liées aux émissions de GES.

Potentiel technique

Les résultats du potentiel technique global pour les années 2016 et 2021 sont présentés au tableau A4.2.1, alors que le détail des résultats par mesure peut être consulté aux tableaux A4.2.2 à A4.2.7.

Tableau A4.2.1 Résultats du potentiel technique global pour 2016 et 2021

Catégorie	2016				2021			
	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
A- Technique-Personne	310	17 673	26 512 659	7 396 938	265	15 271	22 797 434	6 326 930
B- Technique-Marchandise	107	7 212	10 754 163	2 562 982	106	7 309	10 766 071	2 530 171
C- Règlementaire-Personne	0	2 822	1 621 115	0	0	2 055	1 181 749	0
D- Règlementaire-Marchandise	10	852	1 439 408	229 915	10	849	1 434 282	229 385
E- Économique et comportementale - Personne	66	1 880	4 398 049	1 581 350	70	1 992	4 654 635	1 676 476
F- Économique et comportementale - Marchandise	2	47	123 556	43 277	1	34	92 164	32 282
	495	30 486	44 848 950	11 814 462	452	27 511	40 926 335	10 795 244

Tableau A4.2.2 Potentiel technique – Technique, personne

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
A1	Véhicules électriques légers	141,79	4 080	9 374 755	3 386 596	120,87	3 476	7 994 685	2 886 971
A2	Véhicules électriques autobus urbains	2,60	71	166 702	62 075	2,19	60	140 166	52 267
A3	Véhicules hybrides légers	44,36	1 277	2 932 971	1 059 525	38,00	1 093	2 513 308	907 584
A4	Véhicules hybrides autobus urbains	0,75	21	48 030	17 885	0,61	17	39 055	14 564
A5	Véhicules légers à pile à combustible	83,74	2 410	5 536 731	2 000 124	73,15	2 104	4 838 506	1 747 239
A6	Autobus urbains à pile à combustible	1,85	51	118 873	44 265	1,60	44	102 586	38 254
A7	Véhicules légers à gaz naturel comprimé (GNC)	0,00	4 335	2 490 282	0	0,00	3 787	2 177 328	0
A8	Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)	0,00	76	44 577	0	0,00	66	38 470	0
A9	Véhicules légers alimentés au propane	0,00	4 335	3 486 395	0	0,00	3 787	3 048 259	0
A10	Autobus urbains alimentés au propane	0,00	25	26 206	0	0,00	21	22 496	0
A11	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour véhicules légers	11,95	344	789 774	285 303	10,23	294	676 324	244 228
A12	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains	0,22	6	13 959	5 198	0,18	5	11 717	4 369
A13	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules légers	5,03	145	332 536	120 128	3,52	101	232 714	84 036
A14	Pneus à faible résistance au roulement pour autobus	0,19	5	12 798	4 637	0,16	4	10 651	3 860
A15	Pneus gonflés à l'azote pour véhicules légers	2,34	67	154 629	55 859	1,98	57	130 901	47 270
A16	Pneus gonflés à l'azote pour autobus	0,08	2	5 477	1 984	0,07	2	4 793	1 737
A17	Matériaux légers pour véhicules légers	6,71	193	443 382	160 170	5,50	158	363 615	131 306
A18	Chaudière-moteur pour véhicules légers	4,43	127	292 632	105 712	3,74	107	247 258	89 288
A19	Systèmes de microfiltration pour l'huile de moteur pour autobus	0,15	4	9 858	3 572	0,13	4	8 628	3 126
A20	Programmation des moteurs pour autobus	0,37	10	24 091	8 728	0,30	8	19 971	7 237
A21	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour véhicules légers	2,62	75	172 919	62 466	2,20	63	145 446	52 522
A22	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour autobus	0,09	2	5 872	2 128	0,08	2	4 993	1 809
A23	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus	0,44	12	29 210	10 583	0,39	11	25 564	9 263
TOTAL		310	17 673	26 512 659	7 396 938	265	15 271	22 797 434	6 326 930

Tableau A4.2.3 Potentiel technique – Technique, marchandise

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
B1	Véhicules électriques camions (classes 1 et 2)	21,04	559	1 434 922	502 614	21,43	569	1 461 389	511 883
B2	Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)	6,58	175	448 927	157 247	6,74	179	459 420	160 922
B3	Véhicules à pile à combustible camions (classes 1 et 2)	12,43	330	847 465	296 844	12,97	344	884 455	309 800
B4	Camions à gaz naturel comprimé (GNC)(classes 1 et 2)	0,00	594	381 168	0	0,00	620	398 005	0
B5	Camions alimentés au propane(classes 1 et 2)	0,00	594	533 636	0	0,00	620	557 207	0
B6	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)	1,77	47	120 885	42 343	1,81	48	123 629	43 304
B7	Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)	0,75	20	50 899	17 828	0,62	17	42 539	14 900
B8	Pneus gonflés à l'azote pour camions (classes 1 et 2)	0,35	9	23 668	8 290	0,35	9	23 928	8 381
B9	Matériaux légers pour camions (classes 1 et 2)	1,00	26	67 865	23 771	0,97	26	66 467	23 282
B10	Chauffe-moteur pour camions (classes 1 et 2)	0,66	17	44 791	15 689	0,66	18	45 198	15 831
B11	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour camions (classes 1 et 2)	0,39	10	26 467	9 271	0,39	10	26 587	9 313
B12	Véhicules lourds alimentés au propane (classes 3 à 8)	0,00	807	932 653	0	0,00	835	964 292	0
B13	Pneus gonflés à l'azote pour véhicules lourds (classes 3 à 8)	1,52	40	103 628	36 298	1,57	42	107 144	37 529
B14	Système de microfiltration pour l'huile de moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	2,78	74	189 415	66 347	2,89	77	196 876	68 960
B15	Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	5,85	155	398 844	139 704	5,67	151	386 907	135 523
B16	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	1,46	39	99 711	34 926	1,42	38	96 727	33 881
B17	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	3,78	100	257 797	90 299	3,83	102	260 903	91 387

Tableau A4.2.3 (suite) Potentiel technique – Technique, marchandise

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
B18	Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,54	14	36 512	12 789	0,34	9	22 886	8 016
B19	Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,87	23	59 332	20 782	0,77	20	52 448	18 371
B20	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,32	9	21 907	7 673	0,25	7	17 165	6 012
B21	Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	1,29	34	87 629	30 694	0,45	12	30 515	10 689
B22	Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)	4,75	126	323 653	113 367	4,25	113	289 815	101 514
B23	Véhicules commerciaux hybrides (classes 3 à 7)	6,43	171	438 255	153 509	6,29	167	429 227	150 346
B24	Systèmes de bache pour camions à benne (classe 8)	0,15	4	9 908	3 471	0,12	3	8 410	2 946
B25	Systèmes de bache pour semi-remorques à benne (classe 8)	0,14	4	9 310	3 261	0,12	3	7 902	2 768
B26	Défecteurs arrière pour remorque (boat tails) pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,66	18	45 092	15 795	0,65	17	44 628	15 632
B27	Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	1,14	30	77 588	27 177	1,12	30	76 288	26 721
B28	Matériaux légers pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	1,05	28	71 297	24 973	1,01	27	68 690	24 060
B29	Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,11	3	7 638	2 675	0,11	3	7 536	2 640
B30	Fourgon réfrigéré éco-énergétique véhicules commerciaux (classe 7)	0,03	1	2 127	745	0,03	1	2 149	753
B31	Camion à moteur à GNC pour transport local, véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	0,00	452	290 022	0	0,00	462	296 672	0

Tableau A4.2.3 (suite) Potentiel technique – Technique, marchandise

ID	Nom de la mesure	2016			2021				
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
B32	Camion à moteur à GNL pour transport régional, véhicules commerciaux (classe 8)	0,00	1 925	1 235 371	0	0,00	1 968	1 263 414	0
B33	Systèmes de gestion de la pression des pneus pour véhicules lourds (classe 8)	1,39	37	94 784	33 200	1,33	35	90 567	31 723
B34	Composantes en fibre de carbone pour avions	5,24	146	369 782	125 232	4,82	134	339 851	115 095
B35	Winglet pour avions	1,47	41	104 001	35 221	1,38	38	97 100	32 884
B36	Turbosoufflante à réducteur pour avions	3,15	88	221 869	75 139	3,10	86	218 476	73 990
B37	Aileron de poupe pour bateaux	2,02	49	148 499	48 160	2,00	49	147 212	47 744
B38	Étrave à bulbe pour bateaux	3,29	80	242 600	78 679	3,34	81	245 780	79 711
B39	Système d'alimentation à quai des navires de croisière	0,04	1	3 185	1 016	0,04	1	3 185	1 016
B40	Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour bateaux (SRECC)	0,71	17	52 021	16 871	0,69	17	50 479	16 371
B41	Groupes électrogènes d'appoint sur des locomotives	0,34	9	23 460	8 139	0,33	8	22 590	7 837
B42	Dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives	0,96	25	66 359	23 021	0,96	25	65 835	22 840
B43	Les réducteurs de frottement roue-rail (FRR) pour locomotives	0,23	6	15 584	5 407	0,23	6	15 835	5 493
B44	Électrification des trains	10,66	275	733 637	254 515	10,89	282	749 743	260 103
TOTAL		107	7 212	10 754 163	2 562 982	106	7 309	10 766 071	2 530 171

Tableau A4.2.4 Potentiel technique – Réglementaire, personne

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
C1	Véhicules légers polycarburants à éthanol E85	0,00	2 822	1 621 115	0	0,00	2 055	1 181 749	0
TOTAL		0	2 822	1 621 115	0	0	2 055	1 181 749	0

Tableau A4.2.5 Potentiel technique – Réglementaire, marchandise

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
D1	Réduction de la vitesse des véhicules lourds (classe 8)	2,80	74	190 864	66 854	2,89	77	197 154	69 057
D2	Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)	6,83	181	465 527	163 061	6,71	178	457 726	160 328
D3	Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)	0,00	317	407 390	0	0,00	305	391 744	0
D4	Biocarburant pour avions	0,00	181	228 803	0	0,00	189	239 109	0
D5	Biodiesel pour le transport par eau	0,00	84	127 344	0	0,00	85	128 971	0
D6	Biodiesel pour l'industrie ferroviaire	0,00	15	19 480	0	0,00	15	19 578	0
TOTAL		10	852	1 439 408	229 915	10	849	1 434 282	229 385

Tableau A4.2.6 Potentiel technique – Économique comportementale, personne

ID	Nom de la mesure	Variantes	2016			2021							
			Économie d'énergie (P.J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (P.J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées			
E1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements												
E1.1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Hausse du prix des carburants											
E1.1.1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Hausse du prix de l'essence	1,93	54,21	127 132	45 991	4,09	115	270 001	97 787			
E1.1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)	6,39	179,76	421 593	152 515	16,98	475	1 119 625	405 499			
E1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Mesures visant à réduire le kilométrage parcouru											
E1.2.1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Assurance auto progressive au kilométrage (Pay-as-you-drive)	12,88	362,48	850 131	307 543	11,26	315	742 539	268 928			
E1.2.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Frais chargé au kilomètre (VMT fee)	4,19	117,99	276 721	100 106	3,67	103	241 699	87 537			
E2	Achat de véhicules neufs à faible consommation												
E2.1	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule	3,80	110,00	251 177	90 674	3,31	110	218 831	78 998			
E2.2	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Mesure de type redevances-remises	13,02	376,00	861 314	310 914	11,32	326	748 667	270 254			
E3	Restriction de l'accès aux centres urbains												
E3.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péages routiers											
E3.1.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Installation de péages routiers	1,26	35,33	82 863	29 976	1,10	31	72 376	26 213			
E3.1.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Taxe sur la congestion	0,07	1,91	4 475	1 619	0,06	2	3 909	1 416			
E3.1.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péage par territoire (Cordon Area Tolls)	0,01	0,19	447	162	0,01	0	390	141			
E3.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Diminution des subventions de stationnement par l'employeur											
E3.2.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	2,82	79,25	185 860	67 237	2,50	70	164 736	59 663			
E3.2.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Hausse du prix du stationnement sur les lieux de travail en milieu urbain	2,82	79,25	185 860	67 237	2,50	70	164 736	59 663			
E3.2.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Restriction du nombre de places de stationnement dans les nouveaux lieux de travail en milieu urbain	0,30	8,34	19 551	7 073	0,26	7	17 077	6 185			
E3.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Augmentation du prix de stationnement en ville et dans la rue	0,00	0,06	151	55	0,00	0	132	48			

Tableau A4.2.6 (suite) Potentiel technique – Économique comportementale, personne

ID	Nom de la mesure	Variantes	2016			2021							
			Économie d'énergie (P.J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (P.J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées			
E4	Covoiturage pour les déplacements pour tous les motifs												
E4.1	Covoiturage pour les déplacements pour tous les motifs réservés aux véhicules à occupants multiples		0,13	3,52	8 254	2 986	0,02	1	1 501	544			
E5	Covoiturage pour les déplacements liés au travail												
E5.1	Covoiturage pour les déplacements liés au travail	Mesure favorisant le covoiturage pour se rendre au travail	0,29	8,11	19 015	6 879	0,23	6	15 016	5 438			
E7	Télétravail												
E7.1	Télétravail	Mesures de promotion du télétravail	0,20	5,51	12 929	4 677	0,15	4	9 986	3 617			
E8	Horaire de travail flexible												
E8.1	Horaire de travail flexible	Horaire de travail flexible	1,14	21,15	76 072	27 130	1,08	19	72 165	25 718			
E9	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement												
E9.1	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Rabais sur tarifs de transport en commun	0,30	5,46	22 259	7 273	0,26	4	19 041	6 147			
E9.2	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Augmentation du niveau de service du transport en commun	0,46	21,35	50 068	10 942	0,42	19	44 978	10 069			
E11	Éco-conduite pour véhicules légers	Ecoconduite	14,25	410,00	942 186	340 361	11,00	316	727 230	262 611			
TOTAL			66	1 880	4 398 049	1 581 350	70	1 992	4 654 635	1 676 476			

Tableau A4.2.7 Potentiel technique – Économique comportementale, marchandise

ID	Nom de la mesure	Variantes	2016			2021						
			Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées		
F3	Restriction de l'accès aux centres urbains											
F3.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péages routiers										
F3.1.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Installation de péages routiers	0,06	0,40	4 013	1 406	0,06	0,42	4 192	1 468		
F3.1.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Taxe sur la congestion	0,00	0,01	87	30	0,00	0,01	91	32		
F3.1.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péage par territoire (Cordon Area Tolls)	0,00	0,00	26	9	0,00	0,00	27	9		
F4	Eco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7		0,79	21	53 708	18 812	0,62	16	42 081	14 740		
F5	Eco-conduite pour véhicules lourds de classe 8		0,96	26	65 722	23 020	0,67	18	45 773	16 033		
TOTAL			2	47	123 556	43 277	1	34	92 164	32 282		

PTÉ

Les tableaux A4.2.8 et A4.2.9 présentent les résultats du PTÉ global respectivement pour les années 2016 et 2021.

Les tableaux A4.2.10 et A4.2.11 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures techniques pour le transport des personnes pour 2016 et 2021. Les mesures surlignées en gris pâle ont été considérées dans l'addition du PTÉ³.

Les tableaux A4.2.12 et A4.2.13 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures techniques pour le transport des marchandises pour 2016 et 2021. Les mesures surlignées en gris pâle ont été considérées dans l'addition du PTÉ⁴.

Les tableaux A4.2.14 et A4.2.15 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures réglementaires pour le transport des personnes pour 2016 et 2021.

Les tableaux A4.2.16 et A4.2.17 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures réglementaires pour le transport des marchandises pour 2016 et 2021.

Les tableaux A4.2.18 et A4.2.19 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures de type économique-comportemental pour le transport des personnes pour 2016 et 2021.

Enfin, les tableaux A4.2.20 et A4.2.21 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures de type économique-comportemental pour le transport des marchandises pour 2016 et 2021.

³ La mesure d'éco-conduite pour les véhicules légers a été incluse dans ces tableaux puisqu'elle a été calculée selon la même méthodologie que les mesures techniques.

⁴ La mesure d'éco-conduite pour les véhicules lourds a été incluse dans ces tableaux puisqu'elle a été calculée selon la même méthodologie que les mesures techniques.

Tableau A4.2.8 PTÉ global pour l'année 2016

Catégorie	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
A- Technique-Personne	84	2 413	5 552 590	2 007 950
B- Technique-Marchandise	75	2 590	5 722 095	1 797 344
C- Réglementaire-Personne	0	2 822	1 621 115	0
D- Réglementaire-Marchandise	10	852	1 439 409	229 916
E- Économique et comportementale - Personne	14	395	956 961	344 829
F- Économique et comportementale - Marchandise	0	0	0	0
	183	9 073	15 292 170	4 380 038

Tableau A4.2.9 PTÉ global pour l'année 2021

Catégorie	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
A- Technique-Personne	70	2 005	4 618 524	1 669 679
B- Technique-Marchandise	73	2 550	5 575 302	1 738 131
C- Règlementaire-Personne	0	2 055	1 181 749	0
D- Règlementaire-Marchandise	10	849	1 434 282	229 386
E- Économique et comportementale - Personne	24	678	1 594 398	576 025
F- Economique et comportementale - Marchandise	0	0	0	0
	176	8 137	14 404 254	4 213 220

Tableau A4.2.10 PTÉ - Mesures techniques, transport des personnes pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
A3	Véhicules hybrides légers	Véhicules lége	1 030 \$	21 \$	44,36	1 277	2 932 971	1 059 525
E11	Eco-conduite pour véhicules légers	Véhicules lége	1 719 \$	6 \$	14,25	410	942 186	340 361
A11	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour véhicules légers	Véhicules lége	675 \$	15 \$	11,95	344	789 774	285 303
A13	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules légers	Véhicules lége	457 \$	12 \$	5,03	145	332 536	120 128
A18	Chauffe-moteur pour véhicules légers	Véhicules lége	119 \$	21 \$	4,43	127	292 632	105 712
A2	Véhicules électriques autobus urbains	Autobus	250 100 \$	6 \$	2,60	71	166 702	62 075
A6	Autobus urbains à pile à combustible	Autobus	159 483 \$	7 \$	1,85	51	118 873	44 265
A4	Véhicules hybrides autobus urbains	Autobus	64 741 \$	11 \$	0,75	21	48 030	17 885
A23	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus	Autobus	15 188 \$	3 \$	0,44	12	29 210	10 583
A20	Programmation des moteurs pour autobus	Autobus	16 082 \$	1 \$	0,37	10	24 091	8 728
A12	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains	Autobus	27 685 \$	1 \$	0,22	6	13 959	5 198
A14	Pneus à faible résistance au roulement pour autobus	Autobus	6 874 \$	4 \$	0,19	5	12 798	4 637
A19	Systèmes de microfiltration pour l'huile de moteur pour autobus	Autobus	748 \$	21 \$	0,15	4	9 858	3 572
A22	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour autobus	Autobus	1 057 \$	18 \$	0,09	2	5 872	2 128
A8	Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)	Autobus	33 845 \$	12 \$	0,00	76	44 577	0
A10	Autobus urbains alimentés au propane	Autobus	6 948 \$	17 \$	0,00	25	26 206	0
				TOTAL	84	2 413	5 552 590	2 007 950

Tableau A4.2.11 PTÉ - Mesures techniques, transport des personnes pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
A3	Véhicules hybrides légers	Véhicules légers	1 030 \$	21 \$	38,00	1 093	2 513 308	907 584
E11	Éco-conduite pour véhicules légers	Véhicules légers	1 719 \$	6 \$	11,00	316	727 230	262 611
A11	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour véhicules légers	Véhicules légers	675 \$	15 \$	10,23	294	676 324	244 228
A18	Chauffe-moteur pour véhicules légers	Véhicules légers	119 \$	21 \$	3,74	108	247 258	89 288
A13	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules légers	Véhicules légers	457 \$	12 \$	3,52	101	232 714	84 036
A2	Véhicules électriques autobus urbains	Autobus	250 100 \$	6 \$	2,19	60	140 166	52 267
A6	Autobus urbains à pile à combustible	Autobus	159 483 \$	7 \$	1,60	44	102 586	38 254
A4	Véhicules hybrides autobus urbains	Autobus	64 741 \$	11 \$	0,61	17	39 055	14 564
A23	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus	Autobus	15 188 \$	3 \$	0,39	11	25 564	9 263
A20	Programmation des moteurs pour autobus	Autobus	16 082 \$	1 \$	0,30	8	19 971	7 237
A12	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains	Autobus	27 685 \$	1 \$	0,18	5	11 717	4 369
A14	Pneus à faible résistance au roulement pour autobus	Autobus	6 874 \$	4 \$	0,16	4	10 651	3 860
A19	Systèmes de microfiltration pour l'huile de moteur pour autobus	Autobus	748 \$	21 \$	0,13	4	8 628	3 126
A22	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour autobus	Autobus	1 057 \$	18 \$	0,08	2	4 993	1 809
A8	Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)	Autobus	33 845 \$	12 \$	0,00	66	38 470	0
A10	Autobus urbains alimentés au propane	Autobus	6 948 \$	17 \$	0,00	21	22 496	0
TOTAL				70	2 005	4 618 524	1 669 679	

Tableau A4.2.12 PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B1	Véhicules électriques camions (classes 1 et 2)	Camions léger:	6 490 \$	19 \$	21,04	558,85	1 434 921,57	502 613,51
B2	Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)	Camions léger:	4 050 \$	14 \$	6,58	174,84	448 927,28	157 246,86
B15	Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourd:	19 781 \$	1 \$	5,85	155,33	398 843,53	139 703,90
B34	Composantes en fibre de carbone pour avions	Avions	3 348 956 \$	8 \$	5,24	145,93	369 782,04	125 231,68
B22	Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourd:	22 984 \$	11 \$	4,75	126,05	323 652,71	113 366,63
B17	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	Camions lourd:	15 188 \$	3 \$	3,78	100,40	257 797,08	90 299,22
B38	Étrave à bulbe pour bateaux	Bateaux	1 101 109 \$	2 \$	3,29	80,20	242 600,09	78 678,70
B36	Turbosoufflante à réducteur pour avions	Avions	2 867 374 \$	-	3,15	87,56	221 869,23	75 139,01
B14	Système de microfiltration pour l'huile de moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourd:	2 992 \$	14 \$	2,78	73,77	189 415,06	66 346,88
B37	Aileron de poupe pour bateaux	Bateaux	605 693 \$	3 \$	2,02	49,09	148 498,77	48 160,29
B6	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)	Camions léger:	1 514 \$	10 \$	1,77	47,08	120 884,61	42 342,55
B35	Winglet pour avions	Avions	444 739 \$	16 \$	1,47	41,04	104 001,20	35 221,41
B16	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourd:	1 982 \$	15 \$	1,46	38,83	99 710,88	34 925,98
B33	Systèmes de gestion de la pression des pneus pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourd:	5 069 \$	13 \$	1,39	36,91	94 784,01	33 200,23
B21	Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourd:	66 230 \$	1 \$	1,29	34,13	87 628,69	30 693,92

Tableau A4.2.12 (suite) PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Économie d'énergie (P.J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B27	Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourd:	22 976 \$	3 \$	1,14	30,22	77 587,90	27 176,90
B42	Dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives	Train	510 745 \$	4 \$	0,96	24,92	66 359,10	23 021,50
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourd:	62 414 \$	0 \$	0,96	25,60	65 721,52	23 020,44
B19	Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourd:	21 287 \$	- :	0,87	23,11	59 331,92	20 782,34
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourd:	7 409 \$	3 \$	0,79	20,92	53 707,72	18 812,34
B7	Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)	Camions léger:	905 \$	8 \$	0,75	19,82	50 898,78	17 828,44
B40	Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour bateaux (SRECC)	Bateaux	238 907 \$	2 \$	0,71	17,20	52 021,46	16 871,31
B26	Défecteurs arrière pour remorque (boat tails) pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourd:	5 619 \$	12 \$	0,66	17,56	45 092,26	15 794,58
B10	Chauffe-moteur pour camions (classes 1 et 2)	Camions léger:	454 \$	14 \$	0,66	17,44	44 790,93	15 689,03
B18	Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	12 306 \$	7 \$	0,54	14,22	36 511,95	12 789,13
B41	Groupes électrogènes d'appoint sur des locomotives	Train	190 760 \$	5 \$	0,34	8,81	23 460,29	8 138,91
B20	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourd:	12 772 \$	- :	0,32	8,53	21 907,17	7 673,48

Tableau A4.2.12 (suite) PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B43	Les réducteurs de frottement roue-rail (FRR) pour locomotives	Train	55 721 \$	14 \$	0,23	5,85	15 584,33	5 406,56
B24	Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)	Camions lourd:	13 534 \$	9 \$	0,15	3,86	9 908,18	3 470,56
B25	Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)	Camions lourd:	26 863 \$	7 \$	0,14	3,63	9 309,56	3 260,88
B29	Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourd:	28 509 \$	7 \$	0,11	2,97	7 638,09	2 675,41
B39	Système d'alimentation à quai des navires de croisière	Bateaux	814 890 \$	14 \$	0,04	1,02	3 184,98	1 016,16
B30	Fourgon réfrigéré éco-énergétique véhicules commerciaux (classe 7)	Camions lourd:	101 \$	24 \$	0,03	0,83	2 126,87	744,98
B5	Camions alimentés au propane(classes 1 et 2)	Camions léger:	1 033 \$	21 \$	0,00	593,80	533 635,58	0,00
TOTAL				75	2 590	5 722 095	1 797 344	

Tableau A4.2.13 PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B1	Véhicules électriques camions (classes 1 et 2)	Camions légers	6 490 \$	19 \$	21,43	569,15	1 461 389,16	511 883,38
B2	Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)	Camions légers	4 050 \$	14 \$	6,74	178,93	459 420,34	160 921,98
B15	Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	19 781 \$	1 \$	5,67	150,68	386 907,30	135 522,71
B34	Composantes en fibre de carbone pour avions	Avions	3 348 956 \$	8 \$	4,82	134,12	339 850,80	115 095,06
B22	Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	22 984 \$	11 \$	4,25	112,87	289 815,44	101 514,17
B17	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	Camions lourds	15 188 \$	3 \$	3,83	101,61	260 902,82	91 386,89
B38	Étrave à bulbe pour bateaux	Bateaux	1 101 109 \$	2 \$	3,34	81,25	245 780,21	79 711,09
B36	Turbosoufflante à réducteur pour avions	Avions	2 867 374 \$	- \$	3,10	86,22	218 475,51	73 989,68
B14	Système de microfiltration pour l'huile de moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	2 992 \$	14 \$	2,89	76,68	196 876,29	68 960,21
B37	Aileron de poupe pour bateaux	Bateaux	605 693 \$	3 \$	2,00	48,67	147 212,11	47 743,62
B6	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	1 514 \$	10 \$	1,81	48,15	123 628,74	43 303,66
B16	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	1 982 \$	15 \$	1,42	37,67	96 726,83	33 880,68
B35	Winglet pour avions	Avions	444 739 \$	16 \$	1,38	38,32	97 100,23	32 884,30
B33	Systèmes de gestion de la pression des pneus pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	5 069 \$	13 \$	1,33	35,27	90 567,33	31 723,18
B27	Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	22 976 \$	3 \$	1,12	29,71	76 287,63	26 721,40

Tableau A4.2.13 (suite) PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B42	Dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives	Train	510 745 \$	4 \$	0,96	24,72	65 834,90	22 839,64
B19	Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	21 287 \$	- \$	0,77	20,43	52 447,75	18 370,97
B40	Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour bateaux (SRECC)	Bateaux	238 907 \$	2 \$	0,69	16,69	50 478,82	16 371,22
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	62 414 \$	0 \$	0,67	17,83	45 772,58	16 032,84
B10	Chauffe-moteur pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	454 \$	14 \$	0,66	17,60	45 197,60	15 831,44
B26	Défecteurs arrière pour remorque (boat tails) pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	5 619 \$	12 \$	0,65	17,38	44 628,26	15 632,02
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	7 409 \$	3 \$	0,62	16,39	42 081,10	14 739,82
B7	Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	905 \$	8 \$	0,62	16,57	42 538,92	14 900,18
B21	Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	66 230 \$	1 \$	0,45	11,88	30 515,05	10 688,56
B18	Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	12 306 \$	7 \$	0,34	8,91	22 886,29	8 016,42
B41	Groupes électrogènes d'appoint sur des locomotives	Train	190 760 \$	5 \$	0,33	8,48	22 590,41	7 837,13
B20	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	12 772 \$	- \$	0,25	6,68	17 164,72	6 012,32
B43	Les réducteurs de frottement roue-rail (FRR) pour locomotives	Train	55 721 \$	14 \$	0,23	5,95	15 834,80	5 493,46

Tableau A4.2.13 (suite) PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Économie d'énergie (P,J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B25	Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)	Camions lourds	26 863 \$	7 \$	0,12	3,08	7 902,09	2 767,88
B24	Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)	Camions lourds	13 534 \$	9 \$	0,12	3,28	8 410,20	2 945,86
B29	Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	28 509 \$	7 \$	0,11	2,94	7 536,16	2 639,70
B39	Système d'alimentation à quai des navires de croisière	Bateaux	814 890 \$	14 \$	0,04	1,02	3 184,98	1 016,16
B30	Fourgon réfrigéré éco-énergétique véhicules commerciaux (classe 7)	Camions lourds	101 \$	24 \$	0,03	0,84	2 149,47	752,90
B5	Camions alimentés au propane(classes 1 et 2)	Camions légers	1 033 \$	21 \$	0,00	620,03	557 206,68	0,00
TOTAL				73	2 550	5 575 302	1 738 131	

Tableau A4.2.14 PTÉ - Mesures réglementaires, transport des personnes pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
C-1	Véhicules légers polycarburants à éthanol E85	Véhicules légers	2 904 \$	-	0,00	2 822	1 621 115	0
				TOTAL	0	2 822	1 621 115	0

Tableau A4.2.15 PTÉ - Mesures réglementaires, transport des personnes pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées	
C1	Véhicules légers polycarburants à éthanol E85	Véhicules légers	2 904 \$	-	0,00	2 055	1 181 749	0	
TOTAL							2 055	1 181 749	0

Tableau A4.2.16 PTÉ - Mesures réglementaires, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
D2	Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)	Véhicules lourds	158 609 \$		6,83	181	465 527	163 061
D1	Réduction de la vitesse des véhicule lourds (classe 8)	Véhicules lourds	21 287 \$		2,80	74	190 864	66 854
D4	Biocarburant pour avions	Avions	1 010 757 \$	20 \$	0,00	181	228 803	0
D5	Biodiesel pour le transport par eau	Bateaux	791 523 \$	7 \$	0,00	84	127 344	0
D6	Biodiesel pour l'industrie ferroviaire	Trains	174 894 \$	12 \$	0,00	15	19 480	0
D3	Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)	Véhicules lourds	23 764 \$	7 \$	0,00	317	407 390	0
TOTAL							1 439 409	229 916

Tableau A4.2.17 PTÉ - Mesures réglementaires, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
D2	Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)	Véhicules lourd	158 609 \$		6,71	178	457 726	160 328
D1	Réduction de la vitesse des véhicule lourds (classe 8)	Véhicules lourd	21 287 \$		2,89	77	197 154	69 057
D4	Biocarburant pour avions	Avions	1 010 757 \$	20 \$	0,00	189	239 109	0
D5	Biodiesel pour le transport par eau	Bateaux	791 523 \$	7 \$	0,00	85	128 971	0
D6	Biodiesel pour l'industrie ferroviaire	Trains	174 894 \$	12 \$	0,00	15	19 578	0
D3	Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)	Véhicules lourd	23 764 \$	7 \$	0,00	305	391 744	0
TOTAL				10	849	1 434 282	229 386	

Tableau A4.2.18 PTÉ - Mesures de type économique-comportemental, transport des personnes pour 2016

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
E1.1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump) Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule	0 \$	6,39	180	421 593	152 515
E2.1	Achat de véhicules neufs à faible consommation		987 644 \$	3,80	110	251 177	90 674
E3.2.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	754 \$	2,82	79	185 860	67 237
E3.2.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Hausse du prix du stationnement sur les lieux de travail en milieu urbain	754 \$	2,82	79	185 860	67 237
E8.1	Horaires de travail flexibles	Horaires de travail flexibles	300 \$	1,14	21	76 072	27 130
E9.1	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Rabais sur tarifs de transport en commun Restriction du nombre de places de stationnement dans les nouveaux lieux de travail en milieu urbain	174 \$	0,30	5	22 259	7 273
E3.2.3	Restriction de l'accès aux centres urbains		149 \$	0,30	8	19 551	7 073
TOTAL				14	395	956 961	344 829

Tableau A4.2.19 PTÉ - Mesures de type économique-comportemental, transport des personnes pour 2021

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
E1.1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump) Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule	0 \$	16,98	475	1 119 625	405 499
E2.1	Achat de véhicules neufs à faible consommation		987 644 \$	3,31	110	218 831	78 998
E3.2.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	754 \$	2,50	70	164 736	59 663
E3.2.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Hausse du prix du stationnement sur les lieux de travail en milieu urbain	754 \$	2,50	70	164 736	59 663
E8.1	Horaire de travail flexible	Horaire de travail flexible	300 \$	1,08	19	72 165	25 718
E9.1	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Rabais sur tarifs de transport en commun Restriction du nombre de places de stationnement dans les nouveaux lieux de travail en milieu urbain	174 \$	0,26	4	19 041	6 147
E3.2.3	Restriction de l'accès aux centres urbains		149 \$	0,26	7	17 077	6 185
TOTAL				24	678	1 594 398	576 025

Tableau A4.2.20 PTÉ – Mesures de type économique-comportemental, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
F5	Eco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	62 414 \$	0,96	26	65 722	23 020
F4	Eco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	7 409 \$	0,79	21	53 708	18 812
TOTAL				2	47	119 429	41 833

Tableau A4.2.21 PTÉ - Mesures de type économique-comportemental, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	62 414 \$	0,67	18	45 773	16 033
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	7 409 \$	0,62	16	42 081	14 740
TOTAL				1	34	87 854	30 773

Annexe 4-3 Analyse de sensibilité selon le scénario des taux de pénétration naturels faible

Le scénario présenté dans cette section utilise les intrants suivants :

- Le scénario faible des taux de pénétration naturels prévisibles des mesures;
- Le scénario de référence prévu pour l'évolution du prix du pétrole;
- Le taux d'actualisation réel de 6 %;
- Une durée de vie moyenne des véhicules de 15 ans;
- La monétarisation des gains énergétiques qui tient compte des externalités environnementales liées aux émissions de GES.

Potentiel technique

Les résultats du potentiel technique global pour les années 2016 et 2021 sont présentés au tableau A4.3.1, alors que le détail des résultats par mesure peut être consulté aux tableaux A4.3.2 à A4.3.7.

Tableau A4.3.1 Résultats du potentiel technique global pour 2016 et 2021

Catégorie	2016				2021			
	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
A- Technique-Personne	345	19 607	34 971 167	8 233 190	308	17 627	26 434 822	7 364 641
B- Technique-Marchandise	118	7 919	11 747 602	2 806 642	120	8 240	12 139 388	2 858 256
C- Réglementaire-Personne	0	3 296	2 358 101	0	0	2 509	1 442 629	0
D- Réglementaire-Marchandise	11	951	1 615 734	260 787	11	964	1 638 305	267 265
E- Économique et comportementale - Personne	55	1 571	3 917 469	1 321 803	76	2 234	5 238 190	1 817 551
F- Économique et comportementale - Marchandise	3	65	348 774	59 883	2	54	141 552	49 582
	531	33 409	54 958 847	12 682 305	517	31 629	47 034 887	12 357 295

Tableau A4.3.2 Potentiel technique – Technique, personne

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T. CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T. CO2 évitées	TEP évitées
A1	Véhicules électriques légers	157,34	4 528	12 333 446	3 758 065	141,19	4 060	9 338 247	3 372 190
A2	Véhicules électriques autobus urbains	2,60	71	170 737	62 106	2,50	69	159 962	59 669
A3	Véhicules hybrides légers	49,58	1 427	3 898 484	1 184 169	44,39	1 277	2 936 304	1 060 347
A4	Véhicules hybrides autobus urbains	0,77	21	60 200	18 377	0,73	20	46 563	17 369
A5	Véhicules légers à pile à combustible	92,69	2 667	7 255 694	2 213 949	83,81	2 410	5 543 024	2 001 675
A6	Autobus urbains à pile à combustible	1,84	51	120 883	44 061	1,80	49	115 242	42 988
A7	Véhicules légers à gaz naturel comprimé (GNC)	0,00	4 799	3 264 736	0	0,00	4 336	2 493 112	0
A8	Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)	0,00	76	45 286	0	0,00	74	43 216	0
A9	Véhicules légers alimentés au propane	0,00	4 799	4 570 630	0	0,00	4 336	3 490 357	0
A10	Autobus urbains alimentés au propane	0,00	25	27 199	0	0,00	24	25 406	0
A11	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour véhicules légers	13,49	388	1 088 245	322 291	11,95	344	790 672	285 524
A12	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains	0,22	6	15 109	5 258	0,21	6	13 532	5 048
A13	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules légers	6,31	181	522 410	150 624	4,36	125	288 526	104 191
A14	Pneus à faible résistance au roulement pour autobus	0,20	6	14 331	4 867	0,19	5	12 590	4 564
A15	Pneus gonflés à l'azote pour véhicules légers	2,64	76	211 141	63 129	2,34	67	154 805	55 903
A16	Pneus gonflés à l'azote pour autobus	0,08	2	5 721	1 987	0,08	2	5 388	1 953
A17	Matériaux légers pour véhicules légers	7,88	227	653 012	188 280	6,71	193	443 886	160 294

Tableau A4.3.2 (suite) Potentiel technique – Technique, personne

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T. CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T. CO2 évitées	TEP évitées
A18	Chauffe-moteur pour véhicules légers	5,01	144	391 807	119 613	4,43	127	292 965	105 794
A19	Systèmes de microfiltration pour l'huile de moteur pour autobus	0,15	4	10 298	3 577	0,15	4	9 698	3 516
A20	Programmation des moteurs pour autobus	0,38	10	27 738	9 193	0,36	10	23 699	8 591
A21	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour véhicules légers	2,97	85	246 694	70 882	2,62	75	173 115	62 515
A22	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour autobus	0,09	2	6 549	2 163	0,09	2	5 777	2 094
A23	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus	0,44	12	30 817	10 599	0,44	12	28 736	10 416
TOTAL		345	19 607	34 971 167	8 233 190	308	17 627	26 434 822	7 364 641

Tableau A4.3.3

Potentiel technique – Technique, marchandise

ID	Nom de la mesure	2016					2021				
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	T.CO2 évitées	TEP évitées
B1	Véhicules électriques camions (classes 1 et 2)	22,91	608	1 517 434	547 202	24,26	644	1 654 240	579 434		
B2	Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)	7,22	192	479 646	172 424	7,63	203	520 157	182 196		
B3	Véhicules à pile à combustible camions (classes 1 et 2)	13,50	358	892 698	322 367	14,40	382	981 928	343 942		
B4	Camions à gaz naturel comprimé (GNC)(classes 1 et 2)	0,00	645	401 674	0	0,00	688	441 647	0		
B5	Camions alimentés au propane(classes 1 et 2)	0,00	645	562 343	0	0,00	688	618 305	0		
B6	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)	1,96	52	133 891	46 928	2,05	55	140 065	49 061		
B7	Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)	0,92	24	64 274	21 932	0,75	20	51 111	17 903		
B8	Pneus gonflés à l'azote pour camions (classes 1 et 2)	0,38	10	25 977	9 192	0,40	11	27 423	9 606		
B9	Matériaux légers pour camions (classes 1 et 2)	1,15	30	80 343	27 415	1,15	31	78 633	27 543		
B10	Chauffe-moteur pour camions (classes 1 et 2)	0,73	19	48 206	17 417	0,76	20	51 898	18 178		
B11	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour camions (classes 1 et 2)	0,43	11	30 352	10 321	0,45	12	30 667	10 742		
B12	Véhicules lourds alimentés au propane (classes 3 à 8)	0,00	885	1 011 804	0	0,00	935	1 080 633	0		
B13	Pneus gonflés à l'azote pour véhicules lourds (classes 3 à 8)	1,67	44	111 298	39 806	1,76	47	120 070	42 057		
B14	Système de microfiltration pour l'huile de moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	3,03	80	201 349	72 381	3,22	85	219 469	76 874		
B15	Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	6,80	181	479 670	162 472	6,78	180	462 126	161 870		
B16	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	1,70	45	119 918	40 618	1,69	45	115 532	40 467		

Tableau A4.3.3 (suite)

Potentiel technique – Technique, marchandise

ID	Nom de la mesure	2016					2021				
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	T.CO2 évitées	TEP évitées
B17	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	4,19	111	282 561	100 056	4,33	115	295 589	103 537		
B18	Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,70	19	61 476	16 658	0,50	13	33 844	11 855		
B19	Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	1,09	29	81 647	26 028	1,01	27	68 746	24 080		
B20	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,44	12	37 462	10 411	0,37	10	25 383	8 891		
B21	Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	1,86	49	153 689	44 422	0,99	26	67 688	23 709		
B22	Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)	5,52	147	413 569	131 842	5,50	146	375 005	131 354		
B23	Véhicules commerciaux hybrides (classes 3 à 7)	7,12	189	475 597	170 096	7,14	190	486 633	170 454		
B24	Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)	0,17	4	11 730	4 003	0,16	4	10 763	3 770		
B25	Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)	0,16	4	11 021	3 761	0,15	4	10 113	3 542		
B26	Défecteurs arrière pour remorque (boat tails) pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,73	19	49 944	17 505	0,75	20	51 147	17 915		
B27	Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	1,31	35	93 174	31 234	1,32	35	89 898	31 489		
B28	Matériaux légers pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	1,20	32	80 863	28 613	1,21	32	82 609	28 936		

Tableau A4.3.3 (suite)

Potentiel technique – Technique, marchandise

ID	Nom de la mesure	2016					2021				
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	T.CO2 évitées	TEP évitées
B29	Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,13	3	8 752	3 001	0,13	3	8 850	3 100		
B30	Fourgon réfrigéré éco-énergétique véhicules commerciaux (classe 7)	0,03	1	2 360	835	0,04	1	2 464	863		
B31	Camion à moteur à GNC pour transport local, véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	0,00	501	317 594	0	0,00	529	339 539	0		
B32	Camion à moteur à GNL pour transport régional, véhicules commerciaux (classe 8)	0,00	2 133	1 354 744	0	0,00	2 230	1 431 382	0		
B33	Systèmes de gestion de la pression des pneus pour véhicules lourds (classe 8)	1,56	42	109 474	37 355	1,57	42	107 144	37 530		
B34	Composantes en fibre de carbone pour avions	6,03	168	452 819	144 062	5,61	156	395 439	133 921		
B35	Winglet pour avions	1,65	46	119 494	39 405	1,59	44	112 041	37 944		
B36	Turbosoufflante à réducteur pour avions	3,62	101	286 786	86 437	3,59	100	253 081	85 709		
B37	Aileron de poupe pour bateaux	2,07	50	155 716	49 452	2,12	52	155 895	50 560		
B38	Étrave à bulbe pour bateaux	3,35	81	249 145	79 939	3,46	84	254 684	82 599		
B39	Système d'alimentation à quai des navires de croisière	0,04	1	3 185	1 016	0,04	1	3 185	1 016		
B40	Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour bateaux (SRECC)	0,73	18	54 527	17 320	0,72	17	52 906	17 158		
B41	Groupes électrogènes d'appoint sur des locomotives	0,34	9	23 510	8 037	0,34	9	23 248	8 065		
B42	Dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives	0,92	24	59 817	21 881	0,96	25	65 759	22 813		
B43	Les réducteurs de frottement roue-rail (FRR) pour locomotives	0,21	5	13 858	5 079	0,22	6	15 443	5 358		
B44	Électrification des trains	9,95	257	622 211	237 719	10,56	273	727 006	252 215		
TOTAL		118	7 919	11 747 602	2 806 642	120	8 240	12 139 388	2 858 256		

Tableau A4.3.4 Potentiel technique – Réglementaire, personne

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
C1	Véhicules légers polycarburants à éthanol E85	0,00	3 296	2 358 101	0	0,00	2 509	1 442 629	0
TOTAL		0	3 296	2 358 101	0	0	2 509	1 442 629	0

Tableau A4.3.5 Potentiel technique – Réglementaire, marchandise

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
D1	Réduction de la vitesse des véhicule lourds (classe 8)	3,07	82	203 107	73 382	3,28	87	223 632	78 332
D2	Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)	7,85	208	547 518	187 405	7,91	210	539 391	188 933
D3	Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)	0,00	364	462 807	0	0,00	359	461 301	0
D4	Biocarburant pour avions	0,00	197	251 566	0	0,00	206	260 990	0
D5	Biodiesel pour le transport par eau	0,00	86	133 590	0	0,00	88	133 687	0
D6	Biodiesel pour l'industrie ferroviaire	0,00	14	17 146	0	0,00	14	19 304	0
TOTAL		11	951	1 615 734	260 787	11	964	1 638 305	267 265

Tableau A4.3.6 Potentiel technique – Économique comportementale, personne

ID	Nom de la mesure	Variantes	2016			2021						
			Économie d'énergie (Pj)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (Pj)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées		
E1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements											
E1.1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Hausse du prix des carburants										
E1.1.1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Hausse du prix de l'essence	1,37	38,59	90 509	32 742	6,08	170	400 679	145 103		
E1.1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)	6,41	180,35	422 982	153 016	32,28	903	2 129 162	771 059		
E1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Mesures visant à réduire le kilométrage parcouru										
E1.2.1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Assurance auto progressive au kilométrage (Pay-as-you-drive)	11,87	334,20	783 797	283 542	10,74	301	708 243	256 485		
E1.2.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Frais chargé au kilomètre (VMT fee)	1,85	52,22	122 462	44 301	1,68	47	110 657	40 074		
E2	Achat de véhicules neufs à faible consommation											
E2.1	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule	2,65	76,00	175 005	63 177	2,31	67	152 535	55 066		
E2.2	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Mesure de type redevances-remises	6,39	184,00	422 614	152 559	2,31	160	367 878	55 066		
E3	Restriction de l'accès aux centres urbains											
E3.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péages routiers										
E3.1.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Installation de péages routiers	0,93	26,06	61 118	22 110	0,84	23	55 226	20 000		
E3.1.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Taxe sur la congestion	0,04	1,06	2 476	896	0,03	1	2 237	810		
E3.1.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péage par territoire (Cordon Area Tolls)	0,00	0,14	329	119	0,00	0	298	108		
E3.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Diminution des subventions de stationnement par l'employeur										
E3.2.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	2,68	75,42	176 892	63 991	2,42	68	159 840	57 885		
E3.2.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Hausse du prix du stationnement sur les lieux de travail en milieu urbain	2,68	75,42	176 892	63 991	2,42	68	159 840	57 885		

Tableau A4.3.6 (suite) Potentiel technique – Économique comportementale, personne

ID	Nom de la mesure	Variantes	2016			2021				
			Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
E3.2.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Restriction du nombre de places de stationnement dans les nouveaux lieux de travail en milieu urbain	0,33	9,22	21 631	7 825	0,30	8	19 546	7 078
E3.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Augmentation du prix de stationnement en ville et dans la rue	0,00	0,03	67	24	0,00	0	61	22
E4	Covoiturage pour les déplacements pour tous les motifs									
E4.1	Covoiturage pour les déplacements pour tous les motifs	Désignation de voies réservées aux véhicules à occupants multiples	-0,10	-2,87	-6 722	-2 432	-0,19	-5	-12 398	-4 490
E5	Covoiturage pour les déplacements liés au travail									
E5.1	Covoiturage pour les déplacements liés au travail	Mesure favorisant le covoiturage pour se rendre au travail	0,15	4,31	10 105	3 656	0,13	4	8 526	3 088
E7	Télétravail									
E7.1	Télétravail	Mesures de promotion du télétravail	0,12	3,35	7 862	2 844	0,10	3	6 529	2 364
E8	Horaire de travail flexible									
E8.1	Horaire de travail flexible	Horaire de travail flexible	0,75	13,99	49 983	17 828	0,73	13	48 797	17 394
E9	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement									
E9.1	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Rabais sur tarifs de transport en commun	0,35	9,73	22 810	8 251	0,32	9	20 978	7 597
E9.2	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Augmentation du niveau de service du transport en commun	0,19	9,64	12 589	4 651	0,18	9	11 785	4 368
E11	Eco-conduite pour véhicules légers									
		Ecoconduite	16,69	480,00	1 364 070	398 710	13,42	386	887 772	320 589
TOTAL			55	1 571	3 917 469	1 321 803	76	2 234	5 238 190	1 817 551

Tableau A4.3.7 Potentiel technique – Économique comportementale, marchandise

ID	Nom de la mesure	Variantes	2016			2021						
			Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées		
F3	Restriction de l'accès aux centres urbains											
F3.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péages routiers										
F3.1.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Installation de péages routiers	0,04	0,29	2 904	1 017	0,05	0,31	3 100	1 086		
F3.1.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Taxe sur la congestion	0,00	0,00	47	16	0,00	0,00	50	18		
F3.1.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péage par territoire (Cordon Area Tolls)	0,00	0,00	23	8	0,00	0,00	24	8		
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7		1,07	28	131 404	25 525	0,91	24	62 229	21 797		
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8		1,39	37	214 396	33 316	1,12	30	76 149	26 673		
TOTAL			3	65	348 774	59 883	2	54	141 552	49 582		

PTÉ

Les tableaux A4.3.8 et A4.3.9 présentent les résultats du PTÉ global respectivement pour les années 2016 et 2021.

Les tableaux A4.3.10 et A4.3.11 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures techniques pour le transport des personnes pour 2016 et 2021. Les mesures surlignées en gris pâle ont été considérées dans l'addition du PTÉ⁵.

Les tableaux A4.3.12 et A4.3.13 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures techniques pour le transport des marchandises pour 2016 et 2021. Les mesures surlignées en gris pâle ont été considérées dans l'addition du PTÉ⁶.

Les tableaux A4.3.14 et A4.3.15 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures réglementaires pour le transport des personnes pour 2016 et 2021.

Les tableaux A4.3.16 et A4.3.17 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures réglementaires pour le transport des marchandises pour 2016 et 2021.

Les tableaux A4.3.18 et A4.3.19 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures de type économique-comportemental pour le transport des personnes pour 2016 et 2021.

Enfin, les tableaux A4.3.20 et A4.3.21 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures de type économique-comportemental pour le transport des marchandises pour 2016 et 2021.

⁵ La mesure d'éco-conduite pour les véhicules légers a été incluse dans ces tableaux puisqu'elle a été calculée selon la même méthodologie que les mesures techniques.

⁶ La mesure d'éco-conduite pour les véhicules lourds a été incluse dans ces tableaux puisqu'elle a été calculée selon la même méthodologie que les mesures techniques.

Tableau A4.3.8 PTÉ global pour l'année 2016

Catégorie	Économie d'énergie (P.J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
A- Technique-Personne	40	1 155	3 233 459	963 647
B- Technique-Marchandise	62	1 635	4 602 925	1 470 901
C- Règlementaire-Personne	0	3 296	2 358 101	0
D- Règlementaire-Marchandise	11	753	1 364 168	260 787
E- Économique et comportementale - Personne	13	356	847 670	306 264
F- Économique et comportementale - Marchandise	0	0	0	0
	126	7 196	12 406 322	3 001 599

Tableau A4.3.9 PTÉ global pour l'année 2021

Catégorie	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
A- Technique-Personne	33	956	2 205 489	798 592
B- Technique-Marchandise	60	1 600	4 171 404	1 439 918
C- Réglementaire-Personne	0	2 509	1 442 629	0
D- Réglementaire-Marchandise	11	759	1 377 315	267 265
E- Économique et comportementale - Personne	38	1 060	2 511 312	909 001
F- Économique et comportementale - Marchandise	0	0	0	0
	143	6 884	11 708 149	3 414 777

Tableau A4.3.10 PTÉ - Mesures techniques, transport des personnes pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
E11	Éco-conduite pour véhicules légers	Véhicules légers	1 081 \$	6 \$	16,69	480	1 364 070	398 710
A11	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour véhicules légers	Véhicules légers	197 \$	15 \$	13,49	388	1 088 245	322 291
A13	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules légers	Véhicules légers	202 \$	12 \$	6,31	181	522 410	150 624
A2	Véhicules électriques autobus urbains	Autobus	164 657 \$	6 \$	2,60	71	170 737	62 106
A6	Autobus urbains à pile à combustible	Autobus	99 170 \$	7 \$	1,84	51	120 883	44 061
A4	Véhicules hybrides autobus urbains	Autobus	34 585 \$	11 \$	0,77	21	60 200	18 377
A23	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus	Autobus	10 712 \$	3 \$	0,44	12	30 817	10 599
A20	Programmation des moteurs pour autobus	Autobus	11 724 \$	1 \$	0,38	10	27 738	9 193
A12	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains	Autobus	20 146 \$	1 \$	0,22	6	15 109	5 258
A14	Pneus à faible résistance au roulement pour autobus	Autobus	4 695 \$	4 \$	0,20	6	14 331	4 867
A8	Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)	Autobus	15 751 \$	12 \$	0,00	76	45 286	0
A10	Autobus urbains alimentés au propane	Autobus	917 \$	17 \$	0,00	25	27 199	0
TOTAL					40	1 155	3 233 459	963 647

Tableau A4.3.11 P TÉ - Mesures techniques, transport des personnes pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Économie d'énergie (Pj)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées	
E11	Éco-conduite pour véhicules légers	Véhicules légers	1 081 \$	6 \$	13,42	386	887 772	320 589	
A11	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour véhicules légers	Véhicules légers	197 \$	15 \$	11,95	344	790 672	285 524	
A13	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules légers	Véhicules légers	202 \$	12 \$	4,36	125	288 526	104 191	
A2	Véhicules électriques autobus urbains	Autobus	164 657 \$	6 \$	2,50	69	159 962	59 669	
A6	Autobus urbains à pile à combustible	Autobus	99 170 \$	7 \$	1,80	49	115 242	42 988	
A4	Véhicules hybrides autobus urbains	Autobus	34 585 \$	11 \$	0,73	20	46 563	17 369	
A23	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus	Autobus	10 712 \$	3 \$	0,44	12	28 736	10 416	
A20	Programmation des moteurs pour autobus	Autobus	11 724 \$	1 \$	0,36	10	23 699	8 591	
A12	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains	Autobus	20 146 \$	1 \$	0,21	6	13 532	5 048	
A14	Pneus à faible résistance au roulement pour autobus	Autobus	4 695 \$	4 \$	0,19	5	12 590	4 564	
A8	Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)	Autobus	15 751 \$	12 \$	0,00	74	43 216	0	
A10	Autobus urbains alimentés au propane	Autobus	917 \$	17 \$	0,00	24	25 406	0	
TOTAL						33	956	2 205 489	798 592

Tableau A4.3.12 PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B2	Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)	Camions légers	1 464 \$	14 \$	7,22	191,71	479 646,39	172 423,74
B15	Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	14 451 \$	1 \$	6,80	180,65	479 670,13	162 471,70
B34	Composantes en fibre de carbone pour avions	Avions	1 983 494 \$	8 \$	6,03	167,87	452 819,38	144 062,29
B22	Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	11 793 \$	11 \$	5,52	146,59	413 569,32	131 842,20
B17	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	Camions lourds	10 712 \$	3 \$	4,19	111,25	282 560,54	100 056,38
B36	Turbosoufflante à réducteur pour avions	Avions	2 048 097 \$	- \$	3,62	100,72	286 785,61	86 437,37
B38	Étrave à bulbe pour bateaux	Bateaux	696 897 \$	2 \$	3,35	81,48	249 145,06	79 939,24
B14	Système de microfiltration pour l'huile de moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	1 193 \$	14 \$	3,03	80,48	201 349,03	72 381,14
B37	Aileron de poupe pour bateaux	Bateaux	353 060 \$	3 \$	2,07	50,41	155 715,66	49 452,21
B6	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	796 \$	10 \$	1,96	52,18	133 891,24	46 927,90
B21	Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	48 327 \$	1 \$	1,86	49,39	153 689,16	44 421,89
B16	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	649 \$	15 \$	1,70	45,16	119 917,53	40 617,92
B35	Winglet pour avions	Avions	103 374 \$	16 \$	1,65	45,92	119 494,00	39 405,27
B33	Systèmes de gestion de la pression des pneus pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	2 290 \$	13 \$	1,56	41,53	109 474,23	37 355,29
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	45 740 \$	0 \$	1,39	37,04	214 396,38	33 316,42

Tableau A4.3.12 (suite) PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B27	Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	16 029 \$	3 \$	1,31	34,73	93 174,05	31 234,14
B19	Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	15 692 \$	- \$	1,09	28,94	81 647,37	26 028,45
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	5 191 \$	3 \$	1,07	28,38	131 403,79	25 524,59
B42	Dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives	Train	350 228 \$	4 \$	0,92	23,68	59 817,12	21 880,91
B7	Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	522 \$	8 \$	0,92	24,39	64 274,22	21 931,94
B40	Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour bateaux (SRECC)	Bateaux	151 328 \$	2 \$	0,73	17,65	54 526,70	17 320,17
B26	Déflecteurs arrière pour remorque (boat tails) pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	2 710 \$	12 \$	0,73	19,46	49 943,98	17 505,00
B10	Chauffe-moteur pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	167 \$	14 \$	0,73	19,37	48 205,67	17 416,54
B18	Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	7 830 \$	7 \$	0,70	18,52	61 475,66	16 658,21
B20	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	9 415 \$	- \$	0,44	11,58	37 461,73	10 411,38
B41	Groupes électrogènes d'appoint sur des locomotives	Train	128 337 \$	5 \$	0,34	8,70	23 509,68	8 036,51
B43	Les réducteurs de frottement roue-rail (FRR) pour locomotives	Train	20 051 \$	14 \$	0,21	5,50	13 858,34	5 078,53

Tableau A4.3.12 (suite) PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B24	Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)	Camions lourds	7 831 \$	9 \$	0,17	4,45	11 729,91	4 002,53
B25	Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)	Camions lourds	17 120 \$	7 \$	0,16	4,18	11 021,23	3 760,71
B29	Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	18 087 \$	7 \$	0,13	3,34	8 752,18	3 000,80
TOTAL					62	1 635	4 602 925	1 470 901

Tableau A4.3.13 PTE - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B2	Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)	Camions légers	1 464 \$	14 \$	7,63	202,58	520 156,61	182 196,26
B15	Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	14 451 \$	1 \$	6,78	179,98	462 126,28	161 869,87
B34	Composantes en fibre de carbone pour avions	Avions	1 983 494 \$	8 \$	5,61	156,05	395 439,41	133 920,89
B22	Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	11 793 \$	11 \$	5,50	146,05	375 005,27	131 353,82
B17	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	Camions lourds	10 712 \$	3 \$	4,33	115,12	295 589,15	103 536,58
B36	Turbosoufflante à réducteur pour avions	Avions	2 048 097 \$	- \$	3,59	99,87	253 081,22	85 709,37
B38	Étrave à bulbe pour bateaux	Bateaux	696 897 \$	2 \$	3,46	84,19	254 683,73	82 598,74
B14	Système de microfiltration pour l'huile de moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	1 193 \$	14 \$	3,22	85,47	219 468,72	76 873,73
B37	Aileron de poupe pour bateaux	Bateaux	353 060 \$	3 \$	2,12	51,54	155 895,32	50 559,80
B6	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	796 \$	10 \$	2,05	54,55	140 064,85	49 060,78
B16	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	649 \$	15 \$	1,69	44,99	115 531,57	40 467,47
B35	Winglet pour avions	Avions	103 374 \$	16 \$	1,59	44,22	112 041,17	37 944,25
B33	Systèmes de gestion de la pression des pneus pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	2 290 \$	13 \$	1,57	41,73	107 144,36	37 529,66
B27	Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	16 029 \$	3 \$	1,32	35,01	89 898,43	31 488,90
F5	Eco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	45 740 \$	0 \$	1,12	29,66	76 149,26	26 672,95
B19	Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	15 692 \$	- \$	1,01	26,77	68 745,86	24 079,75
B21	Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	48 327 \$	1 \$	0,99	26,36	67 688,23	23 709,29

Tableau A4.3.13 (suite) PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B42	Dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives	Train	350 228 \$	4 \$	0,96	24,69	65 759,30	22 813,41
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	5 191 \$	3 \$	0,91	24,24	62 229,29	21 797,18
B10	Chauffe-moteur pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	167 \$	14 \$	0,76	20,21	51 897,71	18 178,31
B26	Déflecteurs arrière pour remorque (boat tails) pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	2 710 \$	12 \$	0,75	19,92	51 146,92	17 915,33
B7	Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	522 \$	8 \$	0,75	19,91	51 111,38	17 902,88
B40	Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour bateaux (SRECC)	Bateaux	151 328 \$	2 \$	0,72	17,49	52 905,95	17 158,40
B18	Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	7 830 \$	7 \$	0,50	13,18	33 844,12	11 854,64
B20	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	9 415 \$	- \$	0,37	9,89	25 383,09	8 890,98
B41	Groupes électrogènes d'appoint sur des locomotives	Train	128 337 \$	5 \$	0,34	8,73	23 248,24	8 065,35
B43	Les réducteurs de frottement roue-rail (FRR) pour locomotives	Train	20 051 \$	14 \$	0,22	5,80	15 443,47	5 357,70
B24	Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)	Camions lourds	7 831 \$	9 \$	0,16	4,19	10 762,75	3 769,89
B25	Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)	Camions lourds	17 120 \$	7 \$	0,15	3,94	10 112,50	3 542,13
B29	Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	18 087 \$	7 \$	0,13	3,45	8 849,99	3 099,90
TOTAL						60	4 171 404	1 439 918

Tableau A4.3.14 PTÉ - Mesures réglementaires, transport des personnes pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
C1	Véhicules légers polycarburants à éthanol E85	Véhicules légers	2 074 \$	-	0,00	3 296	2 358 101	0
TOTAL					0	3 296	2 358 101	0

Tableau A4.3.15

PTÉ - Mesures réglementaires, transport des personnes pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
C1	Véhicules légers polycarburants à éthanol E85	Véhicules légers	2 074 \$	-	0,00	2 509	1 442 629	0
TOTAL					0	2 509	1 442 629	0

Tableau A4.3.16 PTE - Mesures réglementaires, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (P.J)	Economie de carburant (M litres)	T. CO2 évités	TEP évitées
D2	Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)	Véhicules lourds	116 923 \$		7,85	208	547 518	187 405
D1	Réduction de la vitesse des véhicule lourds (classe 8)	Véhicules lourds	15 692 \$		3,07	82	203 107	73 382
D5	Biodiesel pour le transport par eau	Bateaux	353 626 \$	7 \$	0,00	86	133 590	0
D6	Biodiesel pour l'industrie ferroviaire	Trains	85 718 \$	12 \$	0,00	14	17 146	0
D3	Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)	Véhicules lourds	15 102 \$	7 \$	0,00	364	462 807	0
TOTAL							1 364 168	260 787

Tableau A4.3.17

PTÉ - Mesures réglementaires, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (P-J)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
D2	Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)	Véhicules lourds	116 923 \$		7,91	210	539 391	188 933
D1	Réduction de la vitesse des véhicule lourds (classe 8)	Véhicules lourds	15 692 \$		3,28	87	223 632	78 332
D5	Biodiesel pour le transport par eau	Bateaux	353 626 \$	7 \$	0,00	88	133 687	0
D6	Biodiesel pour l'industrie ferroviaire	Trains	85 718 \$	12 \$	0,00	15	19 304	0
D3	Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)	Véhicules lourds	15 102 \$	7 \$	0,00	359	461 301	0
TOTAL							1 377 315	267 265

Tableau A4.3.18

PTÉ - Mesures de type économique-comportemental, transport des personnes pour 2016

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (P,J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évités	
E1.1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)	0 \$	6,41	180	422 982	153 016	
E3.2.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	649 \$	2,68	75	176 892	63 991	
E3.2.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Hausse du prix du stationnement sur les lieux de travail en milieu urbain	649 \$	2,68	75	176 892	63 991	
E2.1	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule	1 228 348 \$	2,65	76	175 005	63 177	
E8.1	Horaire de travail flexible	Horaire de travail flexible	136 \$	0,75	14	49 983	17 828	
E9.1	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Rabais sur tarifs de transport en commun	395 \$	0,35	10	22 810	8 251	
E3.2.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Restriction du nombre de places de stationnement dans les nouveaux lieux de travail en milieu urbain	149 \$	0,33	9	21 631	7 825	
TOTAL					13	356	847 670	306 264

Tableau A4.3.19

PTÉ - Mesures de type économique-comportemental, transport des personnes pour 2021

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Economie d'énergie (P,J)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
E1.1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)	0 \$	32,28	903	2 129 162	771 059
E3.2.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	649 \$	2,42	68	159 840	57 885
E3.2.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Hausse du prix du stationnement sur les lieux de travail en milieu urbain	649 \$	2,42	68	159 840	57 885
E2.1	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule	1 228 348 \$	2,31	67	152 535	55 066
E8.1	Horaire de travail flexible	Horaire de travail flexible	136 \$	0,73	13	48 797	17 394
E9.1	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Rabais sur tarifs de transport en commun	395 \$	0,32	9	20 978	7 597
E3.2.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Restriction du nombre de places de stationnement dans les nouveaux lieux de travail en milieu urbain	149 \$	0,30	8	19 546	7 078
TOTAL			38	1 060	2 511 312	909 001	

Tableau A4.3.20 PTÉ – Mesures de type économique-comportemental, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T. CO2 évités	TEP évitées
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	45 740 \$	1,39	37	214 396	33 316
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	5 191 \$	1,07	28	131 404	25 525
TOTAL				2	65	345 800	58 841

Tableau A4.3.21

PTÉ - Mesures de type économique-comportemental, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T. CO2 évités	TEP évitées
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	45 740 \$	1,12	30	76 149	26 673
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	5 191 \$	0,91	24	62 229	21 797
TOTAL				2	54	138 379	48 470

Annexe 4-4 Analyse de sensibilité selon le scénario élevé des taux de pénétration naturels

Le scénario présenté dans cette section utilise les intrants suivants :

- Le scénario élevé des taux de pénétration naturels prévisibles des mesures;
- Le scénario de référence prévu pour l'évolution du prix du pétrole;
- Le taux d'actualisation réel de 6 %;
- Une durée de vie moyenne des véhicules de 15 ans;
- La monétarisation des gains énergétiques qui tient compte des externalités environnementales liées aux émissions de GES.

Potentiel technique

Les résultats du potentiel technique global pour les années 2016 et 2021 sont présentés au tableau A4.4.1, alors que le détail des résultats par mesure peut être consulté aux tableaux A4.4.2 à A4.4.7.

Tableau A4.4.1 Résultats du potentiel technique global pour 2016 et 2021

Catégorie	2016				2021			
	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
A- Technique-Personne	339	19 443	29 106 537	8 105 972	297	17 298	25 692 762	7 098 981
B- Technique-Marchandise	111	7 609	11 222 359	2 642 255	110	7 815	11 356 930	2 626 559
C- Règlementaire-Personne	0	2 949	1 693 881	0	0	2 195	1 262 300	0
D- Règlementaire-Marchandise	10	878	1 483 357	238 333	10	887	1 502 287	242 427
E- Économique et comportementale - Personne	118	3 332	7 832 976	2 814 328	160	4 509	10 645 170	3 830 215
F- Économique et comportementale - Marchandise	1	37	97 597	34 186	1	23	63 241	22 152
	579	34 248	51 436 707	13 835 074	579	32 726	50 522 690	13 820 334

Tableau A4.4.2 Potentiel technique – Technique, personne

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
A1	Véhicules électriques légers	156,55	4 505	10 350 918	3 739 237	135,48	3 896	8 960 944	3 235 940
A2	Véhicules électriques autobus urbains	2,55	70	163 322	60 851	2,37	65	151 716	56 594
A3	Véhicules hybrides légers	48,58	1 398	3 211 783	1 160 247	42,58	1 225	2 816 455	1 017 067
A4	Véhicules hybrides autobus urbains	0,70	19	44 569	16 606	0,64	17	40 742	15 198
A5	Véhicules légers à pile à combustible	92,60	2 665	6 122 499	2 211 734	83,64	2 405	5 531 926	1 997 667
A6	Autobus urbains à pile à combustible	1,83	50	117 069	43 618	1,78	49	114 078	42 554
A7	Véhicules légers à gaz naturel comprimé (GNC)	0,00	4 794	2 753 745	0	0,00	4 331	2 490 615	0
A8	Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)	0,00	75	43 901	0	0,00	73	42 779	0
A9	Véhicules légers alimentés au propane	0,00	4 794	3 855 243	0	0,00	4 331	3 486 861	0
A10	Autobus urbains alimentés au propane	0,00	24	25 672	0	0,00	24	24 882	0
A11	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour véhicules légers	12,94	372	855 372	309 000	11,33	326	749 057	270 497
A12	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains	0,21	6	13 371	4 982	0,19	5	12 368	4 614
A13	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules légers	5,19	149	343 375	124 043	3,36	96	221 943	80 147
A14	Pneus à faible résistance au roulement pour autobus	0,18	5	11 936	4 326	0,17	5	11 109	4 027
A15	Pneus gonflés à l'azote pour véhicules légers	2,50	72	165 556	59 807	2,14	62	141 489	51 094
A16	Pneus gonflés à l'azote pour autobus	0,08	2	5 371	1 947	0,08	2	5 277	1 913
A17	Matériaux légers pour véhicules légers	6,96	200	459 877	166 129	5,87	169	388 400	140 257

Tableau A4.4.2 (suite) Potentiel technique – Technique, personne

ID	Nom de la mesure	2016			2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie carburant (M litres)	T.CO2 évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
A18	Chauffe-moteur pour véhicules légers	4,73	136	312 717	4,18	120	276 319	99 783
A19	Systèmes de microfiltration pour l'huile de moteur pour autobus	0,15	4	9 668	0,14	4	9 498	3 443
A20	Programmation des moteurs pour autobus	0,34	9	22 380	0,31	9	20 737	7 517
A21	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour véhicules légers	2,78	80	183 951	2,45	70	162 018	58 507
A22	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour autobus	0,08	2	5 595	0,08	2	5 406	1 960
A23	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus	0,43	12	28 647	0,43	12	28 143	10 202
	TOTAL	339	19 443	29 106 537	297	17 298	25 692 762	7 098 981

Tableau A4.4.3 Potentiel technique – Technique, marchandise

ID	Nom de la mesure	2016					2021					
		Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
B1	Véhicules électriques camions (classes 1 et 2)	22,80	605	1 554 392	544 460	23,28	618	1 587 402	556 022			
B2	Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)	7,07	188	482 312	168 940	7,32	194	498 926	174 760			
B3	Véhicules à pile à combustible camions (classes 1 et 2)	13,48	358	919 413	322 045	14,37	382	979 962	343 253			
B4	Camions à gaz naturel comprimé (GNC)(classes 1 et 2)	0,00	644	413 529	0	0,00	687	441 204	0			
B5	Camions alimentés au propane(classes 1 et 2)	0,00	644	578 940	0	0,00	687	617 686	0			
B6	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)	1,88	50	128 451	44 993	1,95	52	132 693	46 479			
B7	Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)	0,76	20	51 564	18 062	0,58	15	39 316	13 771			
B8	Pneus gonflés à l'azote pour camions (classes 1 et 2)	0,36	10	24 861	8 708	0,37	10	25 064	8 779			
B9	Matériaux légers pour camions (classes 1 et 2)	1,01	27	69 060	24 190	1,01	27	68 804	24 100			
B10	Chauffe-moteur pour camions (classes 1 et 2)	0,69	18	46 960	16 449	0,72	19	48 949	17 145			
B11	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour camions (classes 1 et 2)	0,41	11	27 624	9 676	0,42	11	28 701	10 053			
B12	Véhicules lourds alimentés au propane (classes 3 à 8)	0,00	867	1 001 903	0	0,00	916	1 058 352	0			
B13	Pneus gonflés à l'azote pour véhicules lourds (classes 3 à 8)	1,63	43	111 323	38 993	1,72	46	117 595	41 190			
B14	Système de microfiltration pour l'huile de moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	3,00	80	204 555	71 650	3,19	85	217 241	76 093			
B15	Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	5,90	157	401 998	140 809	5,81	154	396 108	138 746			
B16	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	1,47	39	100 500	35 202	1,45	39	99 027	34 686			

Tableau A4.4.3 (suite)

Potentiel technique – Technique, marchandise

		2016				2021			
ID	Nom de la mesure	Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
B17	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	4,02	107	273 994	95 972	4,11	109	280 032	98 087
B18	Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,46	12	31 705	11 105	0,12	3	8 461	2 964
B19	Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,80	21	54 493	19 088	0,70	19	47 593	16 671
B20	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,26	7	17 834	6 247	0,19	5	12 692	4 445
B21	Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,93	25	63 411	22 211	0,00	0	0	0
B22	Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)	4,78	127	326 213	114 263	3,93	104	267 861	93 824
B23	Véhicules commerciaux hybrides (classes 3 à 7)	6,83	181	465 790	163 153	6,83	181	465 475	163 043
B24	Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)	0,14	4	9 410	3 296	0,13	3	8 610	3 016
B25	Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)	0,13	3	8 842	3 097	0,12	3	8 090	2 834
B26	Déflecteurs arrière pour remorque (boat tails) pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,70	19	47 915	16 783	0,69	18	46 747	16 374
B27	Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	1,16	31	79 263	27 764	1,16	31	79 322	27 784
B28	Matériaux légers pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	1,07	28	73 089	25 601	1,01	27	68 841	24 113
B29	Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,11	3	7 830	2 743	0,12	3	7 867	2 755

Tableau A4.4.3 (suite)

Potentiel technique – Technique, marchandise

ID	Nom de la mesure	2016					2021				
		Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées
B30	Fourgon réfrigéré éco-énergétique véhicules commerciaux (classe 7)	0,03	1	2 233	782	0,03	1	2 277	798		
B31	Camion à moteur à GNC pour transport local, véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	0,00	480	308 243	0	0,00	502	322 037	0		
B32	Camion à moteur à GNL pour transport régional, véhicules commerciaux (classe 8)	0,00	2 045	1 312 693	0	0,00	2 112	1 356 046	0		
B33	Systèmes de gestion de la pression des pneus pour véhicules lourds (classe 8)	1,47	39	100 373	35 158	1,37	37	93 751	32 838		
B34	Composantes en fibre de carbone pour avions	5,32	148	375 339	127 114	4,86	135	342 714	116 065		
B35	Winglet pour avions	1,51	42	106 346	36 016	1,40	39	98 860	33 480		
B36	Turbosoufflante à réducteur pour avions	3,19	89	225 204	76 268	3,14	87	221 446	74 996		
B37	Aileron de poupe pour bateaux	1,99	48	146 191	47 413	1,96	48	144 408	46 834		
B38	Étrave à bulbe pour bateaux	3,28	80	241 451	78 308	3,39	82	249 433	80 896		
B39	Système d'alimentation à quai des navires de croisière	0,04	1	3 185	1 016	0,04	1	3 185	1 016		
B40	Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour bateaux (SRECC)	0,70	17	51 225	16 613	0,69	17	50 630	16 420		
B41	Groupes électrogènes d'appoint sur des locomotives	0,30	8	20 440	7 091	0,30	8	20 342	7 057		
B42	Dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives	0,87	22	59 567	20 665	0,90	23	62 023	21 517		
B43	Les réducteurs de frottement roue-rail (FRR) pour locomotives	0,21	5	14 327	4 970	0,22	6	15 111	5 242		
B44	Électrification des trains	9,85	255	678 368	235 341	10,40	269	716 046	248 413		
TOTAL		111	7 609	11 222 359	2 642 255	110	7 815	11 356 930	2 626 559		

Tableau A4.4.4 Potentiel technique – Réglementaire, personne

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
C1	Véhicules légers polycarburants à éthanol E85	0,00	2 949	1 693 881	0	0,00	2 195	1 262 300	0
TOTAL		0	2 949	1 693 881	0	0	2 195	1 262 300	0

Tableau A4.4.5 Potentiel technique – Réglementaire, marchandise

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
D1	Réduction de la vitesse des véhicules lourds (classe 8)	3,00	80	204 844	71 751	3,17	84	216 178	75 721
D2	Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)	6,97	185	475 579	166 582	6,98	185	475 933	166 706
D3	Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)	0,00	321	412 048	0	0,00	313	402 297	0
D4	Biocarburant pour avions	0,00	195	246 473	0	0,00	204	258 354	0
D5	Biodiesel pour le transport par eau	0,00	84	126 699	0	0,00	87	130 843	0
D6	Biodiesel pour l'industrie ferroviaire	0,00	13	17 714	0	0,00	14	18 682	0
TOTAL		10	878	1 483 357	238 333	10	887	1 502 287	242 427

Tableau A4.4.6

Potentiel technique – Économique comportementale, personne

ID	Nom de la mesure	Variantes	2016				2021						
			Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées			
E1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements												
E1.1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Hausse du prix des carburants											
E1.1.1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Hausse du prix de l'essence	6,30	177,31	415 854	150 437	14,06	393	927 192	335 775			
E1.1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)	29,44	828,65	1 943 429	703 045	74,70	2 090	4 926 986	1 784 269			
E1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Mesures visant à réduire le kilométrage parcouru											
E1.2.1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Assurance auto progressive au kilométrage (Pay-as-you-drive)	16,15	454,51	1 065 964	385 618	14,60	409	963 210	348 819			
E1.2.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Frais chargé au kilomètre (VMT fee)	11,13	313,29	734 771	265 807	10,07	282	663 942	240 441			
E2	Achat de véhicules neufs à faible consommation												
E2.1	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule	5,74	165,00	379 495	136 994	4,99	144	330 409	119 276			
E2.2	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Mesure de type redevances-remises	19,78	571,00	1 309 059	472 534	17,18	496	1 136 994	410 427			
E3	Restriction de l'accès aux centres urbains												
E3.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péages routiers											
E3.1.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Installation de péages routiers	1,85	52,12	122 235	44 219	1,67	47	110 452	39 999			
E3.1.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Taxe sur la congestion	0,37	10,56	24 756	8 956	0,34	9	22 370	8 101			
E3.1.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péage par territoire (Cordon Area Tolls)	0,01	0,21	501	181	0,01	0	452	164			
E3.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Diminution des subventions de stationnement par l'employeur											
E3.2.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	3,46	97,39	228 408	82 628	3,17	89	209 169	75 749			
E3.2.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Hausse du prix du stationnement sur les lieux de travail en milieu urbain	3,46	97,39	228 408	82 628	3,17	89	209 169	75 749			
E3.2.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Restriction du nombre de places de stationnement dans les nouveaux lieux de travail en milieu urbain	0,33	9,22	21 631	7 825	0,30	8	19 546	7 078			

Tableau A4.4.6 (suite)

Potentiel technique – Économique comportementale, personne

ID	Nom de la mesure	Variantes	2016				2021			
			Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
E3.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Augmentation du prix de stationnement en ville et dans la rue	0,01	0,29	670	242	0,01	0	606	219
E4	Covoiturage pour les déplacements pour tous les motifs									
E4.1	Covoiturage pour les déplacements pour tous les motifs	Désignation de voies réservées aux véhicules à occupants multiples	0,36	10,04	23 544	8 517	0,25	7	16 221	5 874
E5	Covoiturage pour les déplacements liés au travail									
E5.1	Covoiturage pour les déplacements liés au travail	Mesure favorisant le covoiturage pour se rendre au travail	0,70	19,58	45 932	16 616	0,59	16	38 755	14 035
E7	Télétravail									
E7.1	Télétravail	Mesures de promotion du télétravail	0,41	11,46	26 885	9 726	0,34	9	22 326	8 085
E8	Horaire de travail flexible									
E8.1	Horaire de travail flexible	Horaire de travail flexible	2,49	46,62	166 608	59 428	2,43	43	162 658	57 980
E9	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement									
E9.1	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Rabais sur tarifs de transport en commun	0,25	1,90	22 810	5 913	0,21	1	20 978	5 058
E9.2	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Augmentation du niveau de service du transport en commun	0,78	38,57	90 946	18 606	0,53	37	86 934	12 602
E11	Éco-conduite pour véhicules légers	Ecoconduite	14,84	427,00	981 072	354 409	11,74	338	776 800	280 515
TOTAL			118	3 332	7 832 976	2 814 328	160	4 509	10 645 170	3 830 215

Tableau A4.4.7 Potentiel technique – Économique comportementale, marchandise

ID	Nom de la mesure	Variantes	2016				2021						
			Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées			
F3	Restriction de l'accès aux centres urbains												
F3.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péages routiers											
F3.1.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Installation de péages routiers	0,09	0,58	5 808	2 034	0,09	0,62	6 200	2 172			
F3.1.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Taxe sur la congestion	0,01	0,05	471	165	0,01	0,05	502	176			
F3.1.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péage par territoire (Cordon Area Tolls)	0,00	0,00	38	13	0,00	0,00	41	14			
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7		0,64	17	43 722	15 315	0,46	12	31 115	10 899			
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8		0,70	19	47 558	16 658	0,37	10	25 383	8 891			
TOTAL			1	37	97 597	34 186	1	23	63 241	22 152			

PTÉ

Les tableaux A4.4.8 et A4.4.9 présentent les résultats du PTÉ global respectivement pour les années 2016 et 2021.

Les tableaux A4.4.10 et A4.4.11 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures techniques pour le transport des personnes pour 2016 et 2021. Les mesures surlignées en gris pâle ont été considérées dans l'addition du PTÉ⁷.

Les tableaux A4.4.12 et A4.4.13 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures techniques pour le transport des marchandises pour 2016 et 2021. Les mesures surlignées en gris pâle ont été considérées dans l'addition du PTÉ⁸.

Les tableaux A4.4.14 et A4.4.15 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures réglementaires pour le transport des personnes pour 2016 et 2021.

Les tableaux A4.4.16 et A4.4.17 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures réglementaires pour le transport des marchandises pour 2016 et 2021.

Les tableaux A4.4.18 et A4.4.19 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures de type économique-comportemental pour le transport des personnes pour 2016 et 2021.

Enfin, les tableaux A4.4.20 et A4.4.21 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures de type économique-comportemental pour le transport des marchandises pour 2016 et 2021.

⁷ La mesure d'éco-conduite pour les véhicules légers a été incluse dans ces tableaux puisqu'elle a été calculée selon la même méthodologie que les mesures techniques.

⁸ La mesure d'éco-conduite pour les véhicules lourds a été incluse dans ces tableaux puisqu'elle a été calculée selon la même méthodologie que les mesures techniques.

Tableau A4.4.8 PTÉ global pour l'année 2016

Catégorie	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
A- Technique-Personne	37	1 050	2 419 473	876 105
B- Technique-Marchandise	54	1 444	3 768 995	1 300 263
C- Réglementaire-Personne	0	2 949	1 693 881	0
D- Réglementaire-Marchandise	10	683	1 236 884	238 333
E- Économique et comportementale - Personne	35	973	2 338 445	845 100
F- Économique et comportementale - Marchandise	0	0	0	0
	136	7 099	11 457 680	3 259 802

Tableau A4.4.9 PTÉ global pour l'année 2021

Catégorie	Économie d'énergie (P.J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
A- Technique-Personne	30	855	1 971 874	714 111
B- Technique-Marchandise	51	1 360	3 554 752	1 225 571
C- Règlementaire-Personne	0	2 195	1 262 300	0
D- Règlementaire-Marchandise	10	683	1 243 932	242 427
E- Économique et comportementale - Personne	80	2 222	5 298 813	1 917 998
F- Économique et comportementale - Marchandise	0	0	0	0
	172	7 316	13 331 671	4 100 108

Tableau A4.4.10

PTÉ - Mesures techniques, transport des personnes pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
E11	Eco-conduite pour véhicules légers	Véhicules légers	1 081 \$	6 \$	14,84	427	981 072	354 409
A11	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour véhicules légers	Véhicules légers	197 \$	15 \$	12,94	372	855 372	309 000
A13	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules légers	Véhicules légers	202 \$	12 \$	5,19	149	343 375	124 043
A2	Véhicules électriques autobus urbains	Autobus	164 657 \$	6 \$	2,55	70	163 322	60 851
A6	Autobus urbains à pile à combustible	Autobus	99 170 \$	7 \$	1,83	50	117 069	43 618
A4	Véhicules hybrides autobus urbains	Autobus	34 585 \$	11 \$	0,70	19	44 569	16 606
A23	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus	Autobus	10 712 \$	3 \$	0,43	12	28 647	10 382
A20	Programmation des moteurs pour autobus	Autobus	11 724 \$	1 \$	0,34	9	22 380	8 111
A12	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains	Autobus	20 146 \$	1 \$	0,21	6	13 371	4 982
A14	Pneus à faible résistance au roulement pour autobus	Autobus	4 695 \$	4 \$	0,18	5	11 936	4 326
A8	Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)	Autobus	15 751 \$	12 \$	0,00	75	43 901	0
A10	Autobus urbains alimentés au propane	Autobus	917 \$	17 \$	0,00	24	25 672	0
TOTAL					37	1 050	2 419 473	876 105

Tableau A4.4.11 PTÉ - Mesures techniques, transport des personnes pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées	
E11	Éco-conduite pour véhicules légers	Véhicules légers	1 081 \$	6 \$	11,74	338	776 800	280 515	
A11	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour véhicules légers	Véhicules légers	197 \$	15 \$	11,33	326	749 057	270 497	
A13	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules légers	Véhicules légers	202 \$	12 \$	3,36	97	221 943	80 147	
A2	Véhicules électriques autobus urbains	Autobus	164 657 \$	6 \$	2,37	65	151 716	56 594	
A6	Autobus urbains à pile à combustible	Autobus	99 170 \$	7 \$	1,78	49	114 078	42 554	
A4	Véhicules hybrides autobus urbains	Autobus	34 585 \$	11 \$	0,64	17	40 742	15 198	
A23	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus	Autobus	10 712 \$	3 \$	0,43	12	28 143	10 202	
A20	Programmation des moteurs pour autobus	Autobus	11 724 \$	1 \$	0,31	9	20 737	7 517	
A12	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains	Autobus	20 146 \$	1 \$	0,19	5	12 368	4 614	
A14	Pneus à faible résistance au roulement pour autobus	Autobus	4 695 \$	4 \$	0,17	5	11 109	4 027	
A8	Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)	Autobus	15 751 \$	12 \$	0,00	73	42 779	0	
A10	Autobus urbains alimentés au propane	Autobus	917 \$	17 \$	0,00	24	24 882	0	
TOTAL							855	1 971 874	714 111

Tableau A4.4.12

PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (P-J)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B2	Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)	Camions légers	1 464 \$	14 \$	7,07	187,84	482 311,94	168 940,44
B15	Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	14 451 \$	1 \$	5,90	156,56	401 998,30	140 808,81
B34	Composantes en fibre de carbone pour avions	Avions	1 983 494 \$	8 \$	5,32	148,12	375 339,49	127 113,79
B22	Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	11 793 \$	11 \$	4,78	127,05	326 212,74	114 263,24
B17	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	Camions lourds	10 712 \$	3 \$	4,02	106,71	273 993,95	95 972,45
B38	Étrave à bulbe pour bateaux	Bateaux	696 897 \$	2 \$	3,28	79,82	241 451,20	78 307,82
B36	Turbosoufflante à réducteur pour avions	Avions	2 048 097 \$	- \$	3,19	88,87	225 203,70	76 268,27
B14	Système de microfiltration pour l'huile de moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	1 193 \$	14 \$	3,00	79,67	204 555,29	71 650,02
B37	Aileron de poupe pour bateaux	Bateaux	353 060 \$	3 \$	1,99	48,33	146 191,16	47 412,94
B6	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	796 \$	10 \$	1,88	50,03	128 450,77	44 992,73
B35	Winglet pour avions	Avions	103 374 \$	16 \$	1,51	41,97	106 346,19	36 015,57
B33	Systèmes de gestion de la pression des pneus pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	2 290 \$	13 \$	1,47	39,09	100 373,15	35 157,92
B16	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	649 \$	15 \$	1,47	39,14	100 499,58	35 202,20
B27	Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	16 029 \$	3 \$	1,16	30,87	79 263,17	27 763,68

Tableau A4.4.12 (suite)

PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B21	Ensemble aérodynamique pour véhicules lourds de type tracteur-remorque (classe 8)	Camions lourds	48 327 \$	1 \$	0,93	24,70	63 410,53	22 210,94
B42	Dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives	Train	350 228 \$	4 \$	0,87	22,37	59 567,41	20 665,31
B19	Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-remorque (classe 8)	Camions lourds	15 692 \$	- \$	0,80	21,22	54 493,43	19 087,53
B7	Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	522 \$	8 \$	0,76	20,08	51 564,47	18 061,60
B40	Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour bateaux (SRECC)	Bateaux	151 328 \$	2 \$	0,70	16,93	51 224,54	16 613,22
F5	Eco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	45 740 \$	0 \$	0,70	18,52	47 557,90	16 658,21
B26	Défecteurs arrière pour remorque (boat tails) pour véhicules lourds de type tracteur-remorque (classe 8)	Camions lourds	2 710 \$	12 \$	0,70	18,66	47 914,58	16 783,14
B10	Chauffe-moteur pour camions (c Camions légers	Camions légers	167 \$	14 \$	0,69	18,29	46 960,50	16 448,95
F4	Eco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	5 191 \$	3 \$	0,64	17,03	43 722,44	15 314,75
B18	Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-remorque (classe 8)	Camions lourds	7 830 \$	7 \$	0,46	12,35	31 705,27	11 105,47
B41	Groupes électrogènes d'appoint sur des locomotives	Train	128 337 \$	5 \$	0,30	7,68	20 439,80	7 091,04

Tableau A4.4.12 (suite)

PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T. CO2 évités	TEP évitées
B20	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	9 415 \$	- \$	0,26	6,95	17 834,21	6 246,83
B43	Les réducteurs de frottement roue-rail (FRR) pour locomotives	Train	20 051 \$	14 \$	0,21	5,38	14 327,33	4 970,48
B24	Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)	Camions lourds	7 831 \$	9 \$	0,14	3,66	9 410,41	3 296,20
B25	Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)	Camions lourds	17 120 \$	7 \$	0,13	3,44	8 841,86	3 097,06
B29	Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	18 087 \$	7 \$	0,11	3,05	7 830,10	2 742,67
TOTAL					54	1 444	3 768 995	1 300 263

Tableau A4.4.13 PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B2	Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)	Camions légers	1 464 \$	14 \$	7,32	194,31	498 925,72	174 759,68
B15	Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	14 451 \$	1 \$	5,81	154,27	396 108,24	138 745,60
B34	Composantes en fibre de carbone pour avions	Avions	1 983 494 \$	8 \$	4,86	135,25	342 714,16	116 064,78
B17	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	Camions lourds	10 712 \$	3 \$	4,11	109,06	280 031,82	98 087,29
B22	Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	11 793 \$	11 \$	3,93	104,32	267 860,91	93 824,16
B38	Etrave à bulbe pour bateaux	Bateaux	696 897 \$	2 \$	3,39	82,46	249 432,52	80 895,67
B14	Système de microfiltration pour l'huile de moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	1 193 \$	14 \$	3,19	84,61	217 240,61	76 093,29
B36	Turboalimentaire à réducteur pour avions	Avions	2 048 097 \$	- \$	3,14	87,39	221 446,07	74 995,70
B37	Aileron de poupe pour bateaux	Bateaux	353 060 \$	3 \$	1,96	47,74	144 408,30	46 834,34
B6	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	796 \$	10 \$	1,95	51,68	132 693,01	46 478,64
B16	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	649 \$	15 \$	1,45	38,57	99 027,06	34 686,40
B35	Winglet pour avions	Avions	103 374 \$	16 \$	1,40	39,01	98 859,85	33 480,22
B33	Systèmes de gestion de la pression des pneus pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	2 290 \$	13 \$	1,37	36,51	93 751,32	32 838,46
B27	Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	16 029 \$	3 \$	1,16	30,89	79 322,15	27 784,32
B42	Dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives	Train	350 228 \$	4 \$	0,90	23,29	62 022,98	21 517,20
B10	Chauffe-moteur pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	167 \$	14 \$	0,72	19,06	48 948,98	17 145,45
B19	Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	15 692 \$	- \$	0,70	18,54	47 593,29	16 670,59

Tableau A4.4.13 (suite) PTE - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B40	Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour bateaux (SRECC)	Bateaux	151 328 \$	2 \$	0,69	16,74	50 630,42	16 420,40
B26	Déflecteurs arrière pour remorque (boat tails) pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	2 710 \$	12 \$	0,69	18,21	46 747,19	16 374,23
B7	Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	522 \$	8 \$	0,58	15,31	39 316,45	13 771,45
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	5 191 \$	3 \$	0,46	12,12	31 114,65	10 898,59
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	45 740 \$	0 \$	0,37	9,89	25 383,09	8 890,98
B41	Groupes électrogènes d'appoint sur des locomotives	Train	128 337 \$	5 \$	0,30	7,64	20 342,21	7 057,18
B43	Les réducteurs de frottement roue-rail (FRR) pour locomotives	Train	20 051 \$	14 \$	0,22	5,67	15 111,35	5 242,48
B20	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	9 415 \$	- \$	0,19	4,94	12 691,54	4 445,49
B24	Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)	Camions lourds	7 831 \$	9 \$	0,13	3,35	8 610,20	3 015,91
B29	Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	18 087 \$	7 \$	0,12	3,06	7 866,66	2 755,47
B25	Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)	Camions lourds	17 120 \$	7 \$	0,12	3,15	8 090,00	2 833,70
B18	Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	7 830 \$	7 \$	0,12	3,30	8 461,03	2 963,66
B21	Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	48 327 \$	1 \$	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL					51	1 360	3 554 752	1 225 571

Tableau A4.4.14 PTÉ - Mesures réglementaires, transport des personnes pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (P.J)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées	
C1	Véhicules légers polycarburants à éthanol E85	Véhicules légers	2 074 \$	-	0,00	2 949	1 693 881	0	
TOTAL							2 949	1 693 881	0

Tableau A4.4.15 PTÉ - Mesures réglementaires, transport des personnes pour 2021

ID	Norm de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
C1	Véhicules légers polycarburants à éthanol E85	Véhicules légers	2 074 \$	-	0,00	2 195	1 262 300	0
TOTAL				0	2 195	1 262 300	0	0

Tableau A4.4.16

PTÉ - Mesures réglementaires, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées	
D2	Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)	Véhicules lourds	116 923 \$		6,97	185	475 579	166 582	
D1	Réduction de la vitesse des véhicule lourds (classe 8)	Véhicules lourds	15 692 \$		3,00	80	204 844	71 751	
D5	Biodiesel pour le transport par eau	Bateaux	353 626 \$	7 \$	0,00	84	126 699	0	
D6	Biodiesel pour l'industrie ferroviaire	Trains	85 718 \$	12 \$	0,00	13	17 714	0	
D3	Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)	Véhicules lourds	15 102 \$	7 \$	0,00	321	412 048	0	
TOTAL						10	683	1 236 884	238 333

Tableau A4.4.17 PTÉ - Mesures réglementaires, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
D2	Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)	Véhicules lourds	116 923 \$		6,98	185	475 933	166 706
D1	Réduction de la vitesse des véhicule lourds (classe 8)	Véhicules lourds	15 692 \$		3,17	84	216 178	75 721
D5	Biodiesel pour le transport par eau	Bateaux	353 626 \$	7 \$	0,00	87	130 843	0
D6	Biodiesel pour l'industrie ferroviaire	Trains	85 718 \$	12 \$	0,00	14	18 682	0
D3	Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)	Véhicules lourds	15 102 \$	7 \$	0,00	313	402 297	0
TOTAL					10	683	1 243 932	242 427

Tableau A4.4.18

PTÉ - Mesures de type économique-comportemental, transport des personnes pour 2016

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
E1.1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)	0 \$	29,44	829	1 943 429	703 045
E3.2.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	841 \$	3,46	97	228 408	82 628
E3.2.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Hausse du prix du stationnement sur les lieux de travail en milieu urbain	841 \$	3,46	97	228 408	82 628
E8.1	Horaire de travail flexible	Horaire de travail flexible	454 \$	2,49	47	166 608	59 428
E3.2.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Restriction du nombre de places de stationnement dans les nouveaux lieux de travail en milieu urbain	151 \$	0,33	9	21 631	7 825
TOTAL				35	973	2 338 445	845 100

Tableau A4.4.19

PTÉ - Mesures de type économique-comportemental, transport des personnes pour 2021

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Economie d'énergie (P,J)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
E1.1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)	0 \$	74,70	2 090	4 926 986	1 784 269
E3.2.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	841 \$	3,17	89	209 169	75 749
E3.2.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Hausse du prix du stationnement sur les lieux de travail en milieu urbain	841 \$	3,17	89	209 169	75 749
E8.1	Horaire de travail flexible	Horaire de travail flexible	454 \$	2,43	43	162 658	57 980
E3.2.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Restriction du nombre de places de stationnement dans les nouveaux lieux de travail en milieu urbain	151 \$	0,30	8	19 546	7 078
TOTAL				80	2 222	5 298 813	1 917 998

Tableau A4.4.20 PTÉ – Mesures de type économique-comportemental, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	5 191 \$	0,64	17	43 722	15 315
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	45 740 \$	0,70	19	47 558	16 658
TOTAL				1	36	91 280	31 973

Tableau A4.4.21 PTÉ - Mesures de type économique-comportemental, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (P.J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	5 191 \$	0,46	12	31 115	10 899
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	45 740 \$	0,37	10	25 383	8 891
TOTAL				1	22	56 498	19 790

Annexe 4-5 Analyse de sensibilité selon le scénario des coûts évités qui exclue les externalités liées aux GES

Le scénario présenté dans cette section utilise les intrants suivants :

- La monétarisation des gains énergétiques qui ne tient pas compte des externalités environnementales liées aux émissions de GES.
- Le scénario référence prévu pour l'évolution du prix du pétrole;
- Le taux d'actualisation réel de 6 %;
- Une durée de vie moyenne des véhicules de 15 ans;
- Le scénario modéré des taux de pénétration naturels prévisibles des mesures;

Potentiel technique

Les résultats du potentiel technique global pour les années 2016 et 2021 sont présentés au tableau A4.5.1, alors que le détail des résultats par mesure peut être consulté aux tableaux A4.5.2 à A4.5.7.

Tableau A4.5.1

Résultats du potentiel technique global pour 2016 et 2021

Catégorie	2016				2021			
	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
A- Technique-Personne	342	19 519	29 273 468	8 164 971	303	17 472	26 078 875	7 237 267
B- Technique-Marchandise	114	7 765	11 504 486	2 724 328	115	8 041	11 764 832	2 746 200
C- Règlementaire-Personne	0	3 122	1 793 521	0	0	2 352	1 352 464	0
D- Règlementaire-Marchandise	10	917	1 548 561	249 559	11	927	1 571 632	254 411
E- Économique et comportementale - Personne	74	2 112	4 933 155	1 774 911	84	2 359	5 545 004	1 997 848
F- Économique et comportementale - Marchandise	2	51	134 112	46 976	1	38	102 218	35 804
	543	33 486	49 187 303	12 960 745	514	31 189	46 415 025	12 271 530

Tableau A4.5.2

Potentiel technique – Technique, personne

ID	Nom de la mesure	2016					2021				
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie de carburant (M litres)	TEP évitées
A1	Véhicules électriques légers	156,87	4 514	10 371 765	3 746 769	138,33	3 978	9 149 596	3 304 065		
A2	Véhicules électriques autobus urbains	2,57	71	165 005	61 478	2,45	67	156 664	58 439		
A3	Véhicules hybrides légers	49,08	1 412	3 244 894	1 172 208	43,49	1 251	2 876 380	1 038 707		
A4	Véhicules hybrides autobus urbains	0,74	20	47 541	17 713	0,68	19	43 652	16 283		
A5	Véhicules légers à pile à combustible	92,65	2 666	6 125 565	2 212 842	83,72	2 408	5 537 475	1 999 671		
A6	Autobus urbains à pile à combustible	1,84	50	117 663	43 839	1,79	49	114 660	42 771		
A7	Véhicules légers à gaz naturel comprimé (GNC)	0,00	4 797	2 755 125	0	0,00	4 334	2 491 864	0		
A8	Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)	0,00	75	44 124	0	0,00	74	42 998	0		
A9	Véhicules légers alimentés au propane	0,00	4 797	3 857 175	0	0,00	4 334	3 488 609	0		
A10	Autobus urbains alimentés au propane	0,00	25	25 939	0	0,00	24	25 144	0		
A11	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour véhicules légers	13,22	380	873 767	315 646	11,70	337	774 026	279 513		
A12	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains	0,22	6	13 816	5 148	0,20	6	13 096	4 885		
A13	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules légers	5,56	160	367 902	132 903	4,03	116	266 331	96 177		
A14	Pneus à faible résistance au roulement pour autobus	0,19	5	12 682	4 596	0,18	5	11 850	4 295		
A15	Pneus gonflés à l'azote pour véhicules légers	2,59	74	171 074	61 800	2,27	65	149 811	54 099		
A16	Pneus gonflés à l'azote pour autobus	0,08	2	5 427	1 967	0,08	2	5 332	1 933		
A17	Matériaux légers pour véhicules légers	7,42	213	490 536	177 205	6,29	181	416 143	150 276		
A18	Chauffe-moteur pour véhicules légers	4,90	141	323 754	116 955	4,28	123	282 977	102 188		

Tableau A4.5.2 (suite)

Potentiel technique – Technique, personne

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
A19	Systèmes de microfiltration pour l'huile de moteur pour autobus	0,15	4	9 769	3 541	0,15	4	9 598	3 479
A20	Programmation des moteurs pour autobus	0,36	10	23 872	8 652	0,34	9	22 218	8 054
A21	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour véhicules légers	2,89	83	191 309	69 110	2,52	72	166 457	60 110
A22	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour autobus	0,09	2	5 819	2 109	0,08	2	5 555	2 013
A23	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus	0,44	12	28 945	10 490	0,43	12	28 439	10 309
TOTAL		342	19 519	29 273 468	8 164 971	303	17 472	26 078 875	7 237 267

Tableau A4.5.3

Potentiel technique – Technique, marchandise

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (P.J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (P.J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
B1	Véhicules électriques camions (classes 1 et 2)	22,84	607	1 557 523	545 557	23,77	631	1 620 821	567 728
B2	Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)	7,15	190	487 284	170 682	7,47	198	509 541	178 478
B3	Véhicules à pile à combustible camions (classes 1 et 2)	13,49	358	919 873	322 206	14,39	382	980 945	343 598
B4	Camions à gaz naturel comprimé (GNC)(classes 1 et 2)	0,00	645	413 736	0	0,00	688	441 425	0
B5	Camions alimentés au propane(classes 1 et 2)	0,00	645	579 230	0	0,00	688	617 996	0
B6	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)	1,92	51	131 213	45 960	2,01	53	137 116	48 028
B7	Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)	0,81	22	55 248	19 352	0,69	18	47 180	16 526
B8	Pneus gonflés à l'azote pour camions (classes 1 et 2)	0,38	10	25 690	8 999	0,39	10	26 539	9 296
B9	Matériaux légers pour camions (classes 1 et 2)	1,08	29	73 664	25 802	1,08	29	73 718	25 821
B10	Chauffe-moteur pour camions (classes 1 et 2)	0,71	19	48 618	17 030	0,74	20	50 128	17 559
B11	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour camions (classes 1 et 2)	0,42	11	28 729	10 063	0,43	11	29 487	10 329
B12	Véhicules lourds alimentés au propane (classes 3 à 8)	0,00	876	1 012 340	0	0,00	926	1 069 492	0
B13	Pneus gonflés à l'azote pour véhicules lourds (classes 3 à 8)	1,65	44	112 482	39 399	1,74	46	118 832	41 624
B14	Système de microfiltration pour l'huile de moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	3,02	80	205 599	72 016	3,20	85	218 355	76 484
B15	Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	6,35	169	432 921	151 640	6,29	167	429 117	150 308
B16	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	1,59	42	108 230	37 910	1,57	42	107 279	37 577
B17	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	4,10	109	279 824	98 014	4,24	113	289 366	101 357

Tableau A4.5.3 (suite)

Potentiel technique – Technique, marchandise

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (P.J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (P.J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
B18	Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,58	15	39 632	13 882	0,37	10	25 383	8 891
B19	Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,94	25	64 401	22 558	0,85	23	58 170	20 375
B20	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,35	9	23 779	8 329	0,28	7	19 037	6 668
B21	Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	1,39	37	95 116	33 316	0,50	13	33 844	11 855
B22	Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)	5,15	137	351 306	123 053	4,71	125	321 433	112 589
B23	Véhicules commerciaux hybrides (classes 3 à 7)	6,98	185	475 700	166 625	6,98	185	476 054	166 748
B24	Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)	0,16	4	10 755	3 767	0,14	4	9 328	3 267
B25	Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)	0,15	4	10 105	3 539	0,13	3	8 764	3 070
B26	Défecteurs arrière pour remorque (boat tails) pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,72	19	48 945	17 144	0,73	19	49 497	17 337
B27	Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	1,24	33	84 217	29 499	1,24	33	84 610	29 637
B28	Matériaux légers pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	1,13	30	77 389	27 107	1,12	30	76 184	26 685
B29	Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	0,12	3	8 291	2 904	0,12	3	8 358	2 928
B30	Fourgon réfrigéré éco-énergétique pour véhicules commerciaux (classe 7)	0,03	1	2 309	809	0,03	1	2 384	835

Tableau A4.5.3 (suite)

Potentiel technique – Technique, marchandise

ID	Nom de la mesure	2016					2021						
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
B31	Camion à moteur à GNC pour transport local, véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	0,00	490	314 802	0	0,00	513	329 037	0	0,00	513	329 037	0
B32	Camion à moteur à GNL pour transport régional, véhicules commerciaux (classe 8)	0,00	2 089	1 340 923	0	0,00	2 183	1 401 247	0	0,00	2 183	1 401 247	0
B33	Systèmes de gestion de la pression des pneus pour véhicules lourds (classe 8)	1,51	40	102 882	36 037	1,47	39	100 448	35 184	1,47	39	100 448	35 184
B34	Composantes en fibre de carbone pour avions	5,68	158	400 362	135 588	5,23	146	369 077	124 993	5,23	146	369 077	124 993
B35	Winglet pour avions	1,60	44	112 602	38 134	1,50	42	105 451	35 712	1,50	42	105 451	35 712
B36	Turbosoufflante à réducteur pour avions	3,41	95	240 217	81 353	3,36	94	237 264	80 353	3,36	94	237 264	80 353
B37	Aileron de poupe pour bateaux	2,03	49	149 335	48 433	2,05	50	150 972	48 963	2,05	50	150 972	48 963
B38	Étrave à bulbe pour bateaux	3,31	81	243 966	79 124	3,42	83	252 058	81 747	3,42	83	252 058	81 747
B39	Système d'alimentation à quai des navires de croisière	0,04	1	3 185	1 016	0,04	1	3 185	1 016	0,04	1	3 185	1 016
B40	Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour bateaux (SRECC)	0,71	17	52 314	16 967	0,70	17	51 768	16 789	0,70	17	51 768	16 789
B41	Groupes électrogènes d'appoint sur des locomotives	0,32	8	21 802	7 564	0,32	8	21 795	7 561	0,32	8	21 795	7 561
B42	Dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives	0,90	23	61 670	21 395	0,92	24	63 518	22 036	0,92	24	63 518	22 036
B43	Les réducteurs de frottement roue-rail (FRR) pour locomotives	0,21	5	14 483	5 025	0,22	6	15 277	5 300	0,22	6	15 277	5 300
B44	Électrification des trains	9,90	256	681 794	236 530	10,51	272	723 352	250 948	10,51	272	723 352	250 948
TOTAL		114	7 765	11 504 486	2 724 328	115	8 041	11 764 832	2 746 200	115	8 041	11 764 832	2 746 200

Tableau A4.5.4

Potentiel technique – Réglementaire, personne

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
C1	Véhicules légers polycarburants à éthanol E85	0,00	3 122	1 793 521	0	0,00	2 352	1 352 464	0
	TOTAL	0	3 122	1 793 521	0	0	2 352	1 352 464	0

Tableau A4.5.5

Potentiel technique – Réglementaire, marchandise

ID	Nom de la mesure	2016				2021			
		Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
D1	Réduction de la vitesse des véhicule lourds (classe 8)	3,04	81	207 171	72 566	3,21	85	218 663	76 591
D2	Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)	7,41	197	505 303	176 993	7,44	198	507 662	177 820
D3	Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)	0,00	344	442 198	0	0,00	338	434 481	0
D4	Biocarburant pour avions	0,00	196	247 724	0	0,00	205	259 672	0
D5	Biodiesel pour le transport par eau	0,00	85	128 061	0	0,00	87	132 265	0
D6	Biodiesel pour l'industrie ferroviaire	0,00	14	18 104	0	0,00	14	18 889	0
TOTAL		10	917	1 548 561	249 559	11	927	1 571 632	254 411

Tableau A4.5.6 Potentiel technique – Économique comportementale, personne

ID	Nom de la mesure	Variantes	2016			2021						
			Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées		
E1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements											
E1.1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Hausse du prix des carburants										
E1.1.1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Hausse du prix de l'essence	2,13	59,97	140 656	50 883	4,69	131	309 064	111 925		
E1.1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)	9,96	280,28	657 336	237 795	24,90	697	1 642 329	594 756		
E1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Mesures visant à réduire le kilométrage parcouru										
E1.2.1	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Assurance auto progressive au kilométrage (Pay-as-you-drive)	14,25	401,04	940 556	340 251	12,89	361	849 891	307 781		
E1.2.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Frais chargé au kilomètre (VMT fee)	4,64	130,54	306 154	110 753	4,19	117	276 643	100 184		
E2	Achat de véhicules neufs à faible consommation											
E2.1	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule	3,80	110,00	251 177	90 674	3,31	95	218 831	78 998		
E2.2	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Mesure de type redevances-remises	13,02	376,00	861 314	310 914	11,32	326	748 667	270 254		
E3	Restriction de l'accès aux centres urbains											
E3.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péages routiers										
E3.1.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Installation de péages routiers	1,39	39,09	91 676	33 164	1,26	35	82 839	30 000		
E3.1.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Taxe sur la congestion	0,07	2,11	4 951	1 791	0,07	2	4 474	1 620		
E3.1.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péage par territoire (Cordon Area Tolls)	0,01	0,21	494	179	0,01	0	447	162		
E3.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Diminution des subventions de stationnement par l'employeur										
E3.2.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	3,14	88,52	207 610	75 104	2,87	80	189 406	68 592		
E3.2.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Hausse du prix du stationnement sur les lieux de travail en milieu urbain	3,14	88,52	207 610	75 104	2,87	80	189 406	68 592		

ID	Nom de la mesure	Variantes	2016			2021				
			Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées
E3.2.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Restriction du nombre de places de stationnement dans les nouveaux lieux de travail en milieu urbain	0,33	9,22	21 631	7 825	0,30	8	19 546	7 078
E3.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Augmentation du prix de stationnement en ville et dans la rue	0,00	0,07	168	61	0,00	0	151	55
E4	Covoiturage pour les déplacements pour tous les motifs									
E4.1	Covoiturage pour les déplacements pour tous les motifs	Désignation de voies réservées aux véhicules à occupants multiples	0,13	3,65	8 552	3 094	0,03	1	1 691	612
E5	Covoiturage pour les déplacements liés au travail									
E5.1	Covoiturage pour les déplacements liés au travail	Mesure favorisant le covoiturage pour se rendre au travail	0,30	8,42	19 751	7 145	0,25	7	16 665	6 035
E7	Télétravail									
E7.1	Télétravail	Mesures de promotion du télétravail	0,20	5,65	13 249	4 793	0,17	5	11 002	3 984
E8	Horaire de travail flexible									
E8.1	Horaire de travail flexible	Horaire de travail flexible	1,24	23,31	83 304	29 714	1,21	22	81 329	28 990
E9	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement									
E9.1	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Rabais sur tarifs de transport en commun	0,31	7,14	22 810	7 480	0,28	6	20 978	6 759
E9.2	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Augmentation du niveau de service du transport en commun	0,49	24,11	51 767	11 629	0,46	23	49 360	10 919
E11	Eco-conduite pour véhicules légers	Ecoconduite	15,77	454,00	1 042 388	376 560	12,58	362	832 286	300 552
TOTAL			74	2 112	4 933 155	1 774 911	84	2 359	5 545 004	1 997 848

Tableau A4.5.7

Potentiel technique – Économique comportementale, marchandise

ID	Nom de la mesure	Variantes	2016				2021						
			Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évitées	TEP évitées			
F3	Restriction de l'accès aux centres urbains												
F3.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péages routiers											
F3.1.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Installation de péages routiers	0,06	0,43	4 356	1 526	0,07	0,46	4 650	1 629			
F3.1.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Taxe sur la congestion	0,00	0,01	94	33	0,00	0,01	100	35			
F3.1.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Péage par territoire (Cordon Area Tolls)	0,00	0,00	28	10	0,00	0,00	30	10			
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7		0,85	23	58 297	20 420	0,68	18	46 672	16 348			
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8		1,05	28	71 337	24 987	0,74	20	50 766	17 782			
TOTAL			2	51	134 112	46 976	1	38	102 218	35 804			

PTÉ

Les tableaux A4.5.8 et A4.5.9 présentent les résultats du PTÉ global respectivement pour les années 2016 et 2021.

Les tableaux A4.5.10 et A4.5.11 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures techniques pour le transport des personnes pour 2016 et 2021. Les mesures surlignées en gris pâle ont été considérées dans l'addition du PTÉ⁹.

Les tableaux A4.5.12 et A4.5.13 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures techniques pour le transport des marchandises pour 2016 et 2021. Les mesures surlignées en gris pâle ont été considérées dans l'addition du PTÉ¹⁰.

Les tableaux A4.5.14 et A4.5.15 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures réglementaires pour le transport des personnes pour 2016 et 2021.

Les tableaux A4.5.16 et A4.5.17 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures réglementaires pour le transport des marchandises pour 2016 et 2021.

Les tableaux A4.5.18 et A4.5.19 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures de type économique-comportemental pour le transport des personnes pour 2016 et 2021.

Enfin, les tableaux A4.5.20 et A4.5.21 présentent les résultats détaillés du PTÉ des mesures de type économique-comportemental pour le transport des marchandises pour 2016 et 2021.

⁹ La mesure d'éco-conduite pour les véhicules légers a été incluse dans ces tableaux puisqu'elle a été calculée selon la même méthodologie que les mesures techniques.

¹⁰ La mesure d'éco-conduite pour les véhicules lourds a été incluse dans ces tableaux puisqu'elle a été calculée selon la même méthodologie que les mesures techniques.

Tableau A4.5.8 PTÉ global pour l'année 2016

Catégorie	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
A- Technique-Personne	38	1 098	2 528 378	915 473
B- Technique-Marchandise	58	1 540	4 014 752	1 385 620
C- Règlementaire-Personne	0	3 122	1 793 521	0
D- Règlementaire-Marchandise	10	720	1 300 837	249 560
E- Économique et comportementale - Personne	18	509	1 222 237	440 766
F- Économique et comportementale - Marchandise	0	0	0	0
	125	6 989	10 859 726	2 991 420

Tableau A4.5.9

PTÉ global pour l'année 2021

Catégorie	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
A- Technique-Personne	32	913	2 104 910	762 224
B- Technique-Marchandise	56	1 483	3 871 573	1 335 700
C- Règlementaire-Personne	0	2 352	1 352 464	0
D- Règlementaire-Marchandise	10	720	1 300 837	249 560
E- Économique et comportementale - Personne	33	901	2 152 872	778 096
F- Économique et comportementale - Marchandise	0	0	0	0
	131	6 369	10 782 657	3 125 580

Tableau A4.5.10 PTÉ - Mesures techniques, transport des personnes pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (P.J)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées	
E11	Éco-conduite pour véhicules légers	Véhicules légers	1 072 \$	6 \$	15,77	454	1 042 388	376 560	
A11	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour véhicules légers	Véhicules légers	190 \$	15 \$	13,22	380	873 767	315 646	
A13	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules légers	Véhicules légers	199 \$	12 \$	5,56	160	367 902	132 903	
A2	Véhicules électriques autobus urbains	Autobus	163 301 \$	6 \$	2,57	71	165 005	61 478	
A6	Autobus urbains à pile à combustible	Autobus	98 213 \$	7 \$	1,84	50	117 663	43 839	
A4	Véhicules hybrides autobus urbains	Autobus	34 106 \$	11 \$	0,74	20	47 541	17 713	
A23	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus	Autobus	10 641 \$	3 \$	0,44	12	28 945	10 490	
A20	Programmation des moteurs pour autobus	Autobus	11 655 \$	1 \$	0,36	10	23 872	8 652	
A12	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains	Autobus	20 027 \$	1 \$	0,22	6	13 816	5 148	
A14	Pneus à faible résistance au roulement pour autobus	Autobus	4 660 \$	4 \$	0,19	5	12 682	4 596	
A8	Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)	Autobus	15 464 \$	12 \$	0,00	75	44 124	0	
A10	Autobus urbains alimentés au propane	Autobus	821 \$	17 \$	0,00	25	25 939	0	
TOTAL							1 098	2 528 378	915 473

Tableau A4.5.11 PTÉ - Mesures techniques, transport des personnes pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (P,J)	Economie de carburant (M litres)	T. CO2 évités	TEP évitées
E11	Éco-conduite pour véhicules légers	Véhicules légers	1 072 \$	6 \$	12,58	362	832 286	300 552
A11	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour véhicules légers	Véhicules légers	190 \$	15 \$	11,70	337	774 026	279 513
A13	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules légers	Véhicules légers	199 \$	12 \$	4,03	116	266 331	96 177
A2	Véhicules électriques autobus urbains	Autobus	163 301 \$	6 \$	2,45	67	156 664	58 439
A6	Autobus urbains à pile à combustible	Autobus	98 213 \$	7 \$	1,79	49	114 660	42 771
A4	Véhicules hybrides autobus urbains	Autobus	34 106 \$	11 \$	0,68	19	43 652	16 283
A23	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour autobus	Autobus	10 641 \$	3 \$	0,43	12	28 439	10 309
A20	Programmation des moteurs pour autobus	Autobus	11 655 \$	1 \$	0,34	9	22 218	8 054
A12	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour autobus urbains	Autobus	20 027 \$	1 \$	0,20	6	13 096	4 885
A14	Pneus à faible résistance au roulement pour autobus	Autobus	4 660 \$	4 \$	0,18	5	11 850	4 295
A8	Autobus urbains à gaz naturel comprimé (GNC)	Autobus	15 464 \$	12 \$	0,00	74	42 998	0
A10	Autobus urbains alimentés au propane	Autobus	821 \$	17 \$	0,00	24	25 144	0
TOTAL					32	913	2 104 910	762 224

Tableau A4.5.12 PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/G-J cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B2	Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)	Camions légers	1 429 \$	14 \$	7,15	189,78	487 284,23	170 682,09
B15	Programmation moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	14 366 \$	1 \$	6,35	168,61	432 921,25	151 640,25
B34	Composantes en fibre de carbone pour avions	Avions	1 964 840 \$	8 \$	5,68	158,00	400 362,13	135 588,04
B22	Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	11 615 \$	11 \$	5,15	136,82	351 306,03	123 052,72
B17	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	Camions lourds	10 641 \$	3 \$	4,10	108,98	279 823,61	98 014,41
B36	Turbosoufflante à réducteur pour avions	Avions	2 036 904 \$	- \$	3,41	94,80	240 217,28	81 352,82
B38	Étrave à bulbe pour bateaux	Bateaux	688 273 \$	2 \$	3,31	80,65	243 966,32	79 123,53
B14	Système de microfiltration pour l'huile de moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	1 164 \$	14 \$	3,02	80,07	205 598,94	72 015,58
B37	Alleron de poupe pour bateaux	Bateaux	347 671 \$	3 \$	2,03	49,37	149 335,05	48 432,57
B6	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	786 \$	10 \$	1,92	51,10	131 213,16	45 960,31
B35	Winglet pour avions	Avions	98 710 \$	16 \$	1,60	44,44	112 601,85	38 134,14
B16	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	628 \$	15 \$	1,59	42,15	108 230,31	37 910,06
B33	Systèmes de gestion de la pression des pneus pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	2 246 \$	13 \$	1,51	40,07	102 882,48	36 036,87
B21	Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	48 043 \$	1 \$	1,39	37,04	95 115,80	33 316,42
B27	Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	15 918 \$	3 \$	1,24	32,80	84 217,11	29 498,91

Tableau A4.5.12 (suite) PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/G-J cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	45 475 \$	0 \$	1,05	27,78	71 336,85	24 987,31
B19	Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	15 603 \$	- \$	0,94	25,08	64 401,32	22 557,99
B42	Dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives	Train	347 681 \$	4 \$	0,90	23,16	61 669,79	21 394,67
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds	Camions lourds	5 156 \$	3 \$	0,85	22,7	58 296,58	20 419,67
B7	Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	516 \$	8 \$	0,81	21,52	55 247,64	19 351,71
B26	Défecteurs arrière pour remorque (boat tails) pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	2 664 \$	12 \$	0,72	19,06	48 945,01	17 144,07
B40	Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour bateaux (SRECC)	Bateaux	149 459 \$	2 \$	0,71	17,29	52 314,43	16 966,70
B10	Chauffe-moteur pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	163 \$	14 \$	0,71	18,93	48 617,93	17 029,51
B18	Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	7 759 \$	7 \$	0,58	15,43	39 631,58	13 881,84
B20	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	9 362 \$	- \$	0,35	9,26	23 778,95	8 329,10
B41	Groupes électrogènes d'appoint sur des locomotives	Train	127 346 \$	5 \$	0,32	8,19	21 802,45	7 563,77
B43	Les réducteurs de frottement roue-rail (FRF) pour locomotives	Train	19 485 \$	14 \$	0,21	5,44	14 483,06	5 024,51
B24	Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)	Camions lourds	7 740 \$	9 \$	0,16	4,19	10 754,75	3 767,09
B25	Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)	Camions lourds	16 966 \$	7 \$	0,15	3,94	10 104,98	3 539,49

Tableau A4.5.12 (suite) PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B29	Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	17 922 \$	7 \$	0,12	3,23	8 290,70	2 904,00
TOTAL					58	1 540	4 014 752	1 385 620

Tableau A4.5.13 PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B2	Véhicules hybrides camions (classes 1 et 2)	Camions légers	1 429 \$	14 \$	7,47	198,45	509 541,16	178 477,97
B15	Programmation moteur pour le carbone	Camions lourds	14 366 \$	1 \$	6,29	167,12	429 117,26	150 307,73
B34	Composantes en fibre de carbone pour avions	Avions	1 964 840 \$	8 \$	5,23	145,65	369 076,78	124 992,83
B22	Groupes auxiliaires de puissance (APU) pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	11 615 \$	11 \$	4,71	125,19	321 433,09	112 588,99
B17	Dispositif de récupération de l'énergie du liquide de refroidissement pour véhicules commerciaux (classes 3 à 7)	Camions lourds	10 641 \$	3 \$	4,24	112,70	289 366,22	101 356,87
B38	Étrave à bulbe pour bateaux	Bateaux	688 273 \$	2 \$	3,42	83,33	252 058,12	81 747,21
B36	Turbosoufflante à réducteur pour avions	Avions	2 036 904 \$	- \$	3,36	93,63	237 263,65	80 352,54
B14	Système de microfiltration pour l'huile de moteur pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	1 164 \$	14 \$	3,20	85,04	218 354,67	76 483,51
B37	Aileron de poupe pour bateaux	Bateaux	347 671 \$	3 \$	2,05	49,91	150 972,31	48 963,17
B6	Système d'arrêt au ralenti avec un démarreur-générateur avancé pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	786 \$	10 \$	2,01	53,40	137 116,11	48 027,93
B16	Lubrifiants synthétiques pour les moteurs pour les véhicules lourds (classes 3 à 8)	Camions lourds	628 \$	15 \$	1,57	41,78	107 279,31	37 576,93
B35	Winglet pour avions	Avions	98 710 \$	16 \$	1,50	41,61	105 450,51	35 712,24
B33	Systèmes de gestion de la pression des pneus pour véhicules lourds (classe 8)	Camions lourds	2 246 \$	13 \$	1,47	39,12	100 447,84	35 184,06
B27	Régulateur de puissance du moteur pour véhicules lourds de type tracteur-remorque (classe 8)	Camions lourds	15 918 \$	3 \$	1,24	32,95	84 610,29	29 636,61
B42	Dispositifs électroniques de démarrage et d'arrêt automatiques pour locomotives	Train	347 681 \$	4 \$	0,92	23,85	63 517,51	22 035,68

Tableau A4.5.13 (suite) PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
B19	Pneus à semelle large pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	15 603 \$	- \$	0,85	22,65	58 169,57	20 375,17
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	45 475 \$	0 \$	0,74	19,77	50 766,17	17 781,97
B10	Chauffe-moteur pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	163 \$	14 \$	0,74	19,52	50 128,47	17 558,60
B26	Défecteurs arrière pour remorque (boat tails) pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	2 664 \$	12 \$	0,73	19,28	49 497,02	17 337,42
B40	Système de réduction des émissions et de la consommation de carburant pour bateaux (SRECC)	Bateaux	149 459 \$	2 \$	0,70	17,11	51 768,19	16 789,40
B7	Pneus à faible résistance au roulement pour camions (classes 1 et 2)	Camions légers	516 \$	8 \$	0,69	18,37	47 179,74	16 525,74
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	5 156 \$	3 \$	0,68	18,18	46 671,97	16 347,88
B21	Ensemble aérodynamique pour véhicule lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	48 043 \$	1 \$	0,50	13,18	33 844,12	11 854,64
B18	Jupes latérales de remorque pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	7 759 \$	7 \$	0,37	9,89	25 383,09	8 890,98
B41	Groupes électrogènes d'appoint sur des locomotives	Train	127 346 \$	5 \$	0,32	8,18	21 795,22	7 561,26
B20	Pneus à faible résistance au roulement pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	9 362 \$	- \$	0,28	7,41	19 037,32	6 668,24
B43	Les réducteurs de frottement roue-rail (FRR) pour locomotives	Train	19 485 \$	14 \$	0,22	5,74	15 277,41	5 300,09

Tableau A4.5.13 (suite) PTÉ - Mesures techniques, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées	
B24	Systèmes de bâche pour camions à benne (classe 8)	Camions lourds	7 740 \$	9 \$	0,14	3,63	9 327,72	3 267,24	
B25	Systèmes de bâche pour semi-remorques à benne (classe 8)	Camions lourds	16 966 \$	7 \$	0,13	3,41	8 764,17	3 069,84	
B29	Semi-remorque plate-forme de 53 pi en aluminium pour véhicules lourds de type tracteur-semi-remorque (classe 8)	Camions lourds	17 922 \$	7 \$	0,12	3,26	8 358,33	2 927,69	
TOTAL							1 483	3 871 573	1 335 700

Tableau A4.5.14 PTE - Mesures réglementaires, transport des personnes pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
C1	Véhicules légers polycarburants à éthanol E85	Véhicules légers	2 063 \$	-	0,00	3 122	1 793 521	0
TOTAL				0	0	3 122	1 793 521	0

Tableau A4.5.15

PTÉ - Mesures réglementaires, transport des personnes pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$/GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
C1	Véhicules légers polycarburants à éthanol E85	Véhicules légers	2 063 \$	-	0,00	2 352	1 352 464	0
TOTAL			0	0	2 352	1 352 464	0	

Tableau A4.5.16 PTÉ - Mesures réglementaires, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Economie d'énergie (PJ)	Economie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
D2	Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)	Véhicules lourds	116 262 \$		7,41	197	505 303	176 993
D1	Réduction de la vitesse des véhicule lourds (classe 8)	Véhicules lourds	15 603 \$		3,04	81	207 171	72 566
D5	Biodiesel pour le transport par eau	Bateaux	344 283 \$	7 \$	0,00	85	128 061	0
D6	Biodiesel pour l'industrie ferroviaire	Trains	84 303 \$	12 \$	0,00	14	18 104	0
D3	Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)	Véhicules lourds	14 964 \$	7 \$	0,00	344	442 198	0
TOTAL							1 300 837	249 560

Tableau A4.5.17 PTÉ - Mesures réglementaires, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Mode	VAN (rentabilité)	\$ /GJ cum	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
D2	Ensemble routier long pour véhicules lourds (classe 8)	Véhicules lourds	116 262 \$		7,41	197	505 303	176 993
D1	Réduction de la vitesse des véhicules lourds (classe 8)	Véhicules lourds	15 603 \$		3,04	81	207 171	72 566
D5	Biodiesel pour le transport par eau	Bateaux	344 283 \$	7 \$	0,00	85	128 061	0
D6	Biodiesel pour l'industrie ferroviaire	Trains	84 303 \$	12 \$	0,00	14	18 104	0
D3	Véhicules lourds à biodiesel B20 (classes 3 à 8)	Véhicules lourds	14 964 \$	7 \$	0,00	344	442 198	0
TOTAL					10	720	1 300 837	249 560

Tableau A4.5.18 PTÉ - Mesures de type économique-comportemental, transport des personnes pour 2016

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (P-J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
E1.1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)	0 \$	9,96	280	657 336	237 795
E2.1	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule	974 575 \$	3,80	110	251 177	90 674
E3.2.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	764 \$	3,14	89	207 610	75 104
E3.2.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Hausse du prix du stationnement sur les lieux de travail en milieu urbain	764 \$	3,14	89	207 610	75 104
E8.1	Horaire de travail flexible	Horaires de travail flexible	227 \$	1,24	23	83 304	29 714
E3.2.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Restriction du nombre de places de stationnement dans les nouveaux lieux de travail en milieu urbain	150 \$	0,33	9	21 631	7 825
E9.1	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Rabais sur tarifs de transport en commun	174 \$	0,31	7	22 810	7 480
TOTAL			1 222 237	18	509	1 222 237	440 766

Tableau A4.5.19 PTÉ - Mesures de type économique-comportemental, transport des personnes pour 2021

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (P,J)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
E1.1.2	Internalisation des coûts externes liés aux déplacements	Prime d'assurance payée à la consommation (Pay-at-the-pump)	0 \$	24,90	697	1 642 329	594 756
E2.1	Achat de véhicules neufs à faible consommation	Droits d'immatriculation modulés en fonction de l'efficacité énergétique du véhicule	974 575 \$	3,31	95	218 831	78 998
E3.2.1	Restriction de l'accès aux centres urbains	Remboursement du coût du stationnement (Parking cash-out) en milieu urbain	764 \$	2,87	80	189 406	68 592
E3.2.2	Restriction de l'accès aux centres urbains	Hausse du prix du stationnement sur les lieux de travail en milieu urbain	764 \$	2,87	80	189 406	68 592
E8.1	Horaire de travail flexible	Horaire de travail flexible	227 \$	1,21	22	81 329	28 990
E3.2.3	Restriction de l'accès aux centres urbains	Restriction du nombre de places de stationnement dans les nouveaux lieux de travail en milieu urbain	150 \$	0,30	8	19 546	7 078
E9.1	Utilisation du transport en commun pour tout type de déplacement	Rabais sur tarifs de transport en commun	174 \$	0,28	6	20 978	6 759
TOTAL				33	901	2 152 872	778 096

Tableau A4.5.20 PTÉ – Mesures de type économique-comportemental, transport des marchandises pour 2016

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	45 475 \$	1,05	28	71 337	24 987
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	5 156 \$	0,85	23	58 297	20 420
TOTAL				2	50	129 633	45 407

Tableau A4.5.21

PTÉ - Mesures de type économique-comportemental, transport des marchandises pour 2021

ID	Nom de la mesure	Variante	VAN	Économie d'énergie (PJ)	Économie de carburant (M litres)	T.CO2 évités	TEP évitées
F5	Éco-conduite pour véhicules lourds de classe 8	Camions lourds	45 475 \$	0,74	20	50 766	17 782
F4	Éco-conduite pour véhicules lourds de classes 3 à 7	Camions lourds	5 156 \$	0,68	18	46 672	16 348
TOTAL				1	38	97 438	34 130

