

Évaluation de l'utilisation du propane  
comme carburant de remplacement  
pour les  
flottes de véhicules légers  
au Québec

---

**Préparé sous la direction de  
Louis Hébert, PhD  
Professeur titulaire de stratégie  
HEC Montréal**

**Octobre 2008**

## **Auteur**

Ce rapport a été préparé par Louis Hébert, professeur titulaire de stratégie à HEC Montréal, avec la collaboration de Stéphane Deschamps, Mounia Kjiri et Jaafar Sebti.

## **À propos de l'auteur**

Louis Hébert (PhD, UWO) est professeur titulaire de stratégie et gestion internationale à HEC Montréal et codirecteur du MBA exécutif McGill- HEC Montréal. Il s'intéresse particulièrement aux stratégies de croissance et de développement international des entreprises et, notamment, au recours aux fusions, acquisitions et alliances stratégiques. Il a publié et présenté plusieurs ouvrages sur ces sujets dans diverses revues internationales. Ses publications lui ont d'ailleurs valu de nombreux prix nationaux et internationaux. Il possède une vaste expérience de l'enseignement de la stratégie et de la gestion internationale dans des programmes exécutifs, d'EMBA et MBA en Amérique du Nord, en Europe et en Asie. Enfin, il agit à titre de conseiller auprès de plusieurs entreprises du secteur public et privé.

## Préambule

Le présent rapport a été établi sur la base d'informations issues du domaine public ou fournies par des intervenants proches du milieu de l'auteur. Par conséquent, la responsabilité de l'auteur ne pourra pas être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis et les recommandations ou encore tout autre équivalent qui seraient apportés par l'auteur dans ce présent rapport peuvent aider à la prise de décision. Étant donné la portée qui incombe à l'auteur, celui-ci n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'auteur ne peut donc pas se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport de manière intégrale et objective.

L'utilisation partielle du contenu de ce rapport, que ce soit sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute autre modification qui y serait apportée.

L'auteur dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

## Table des matières

<b>Auteur</b>	<b>2</b>
<b>À propos de l'auteur</b>	<b>2</b>
<b>Préambule</b>	<b>3</b>
<b>Table des matières</b>	<b>4</b>
<b>Liste des figures</b>	<b>6</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>6</b>
<b>1. Sommaire exécutif</b>	<b>7</b>
<b>2. Introduction</b>	<b>9</b>
<b>Qu'est-ce que le propane?</b>	<b>10</b>
<b>À qui s'adresse le gaz « propane » comme carburant de remplacement?</b>	<b>10</b>
<b>Les apports pour les secteurs public et privé</b>	<b>11</b>
<b>3. Motorisations et carburants de remplacement</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Motorisation alternative</b>	<b>13</b>
3.1.1 Véhicule électrique	13
3.1.2 Véhicule hybride	14
<b>3.2 Carburants de remplacement</b>	<b>14</b>
3.2.1 Biodiesel	14
3.2.2 Éthanol	14
3.2.3 Gaz naturel	15
3.2.4 Hydrogène	15
<b>3.3 Le contexte québécois</b>	<b>15</b>
<b>4. Analyse et comparaison</b>	<b>18</b>
<b>4.1 Aspects économiques</b>	<b>18</b>
4.1.1 La montée des prix des carburants traditionnels	18
4.1.2 Le propane: Des prix inférieurs	21
4.1.3 Le propane : Une volatilité inférieure des prix	22
4.1.4 Les coûts de conversion et du moteur diesel	23
4.1.5 Les coûts indirects et d'opportunité des carburants de remplacement	23
4.1.6 Scénarios	24
<b>4.2 Impacts environnementaux</b>	<b>30</b>
4.2.1 Les Gaz à Effet de Serre (GES)	30
4.2.2 Les Principaux Contaminants Atmosphériques (PCA)	31
4.2.3 Les impacts sur la santé	32
4.2.4 Gaz naturel, éthanol et biodiesel	32
4.2.5 Les émissions du propane comparativement à l'essence et au diesel	32
4.2.6 Scénarios	34

<b>4.3</b>	<b>Le propane : fiable et sécuritaire</b>	<b>36</b>
4.3.1	Normes et réglementations	36
4.3.2	Inflammabilité	36
4.3.3	Technologie	36
<b>4.4</b>	<b>Approvisionnement et disponibilité</b>	<b>40</b>
4.4.1	Le raffinage du pétrole	41
4.4.2	Les infrastructures requises pour le propane	43
<b>5.</b>	<b><i>Le propane: La réponse aux enjeux et politiques environnementaux</i></b>	<b>46</b>
5.1.1	Le gouvernement fédéral	46
5.1.2	Le gouvernement et les municipalités du Québec	47
5.1.3	Entreprises privées	47
<b>5.2</b>	<b>Les avantages de l'utilisation du gaz propane</b>	<b>48</b>
<b>6.</b>	<b>Conclusion</b>	<b>51</b>
<b>7.</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>53</b>

## Liste des figures

Figure 1: Fenêtre d'opportunité .....	16
Figure 2: Prix moyen du pétrole brut livré au Québec.....	18
Figure 3: Comparaison du prix à la rampe de l'essence ordinaire à Montréal et à New York.....	19
Figure 4: Scénarios de l'évolution effective du prix du pétrole .....	20
Figure 5: Influence à court terme sur le prix du pétrole .....	20
Figure 6: Prix moyen des carburants vendus au détail à Montréal de 1998 à 2008.....	21
Figure 7: Volatilité des prix des carburants vendus au détail à Montréal de 1998 à 2008.....	22
Figure 8: Courbes de consommation des véhicules automobiles à passagers légers .....	27
Figure 9: Courbes de consommation des camions à passagers légers (minivans, SUV, camions légers) ...	28
Figure 10: Courbes de consommation des véhicules utilitaires légers.....	29
Figure 11: Évolution des émissions des GES au Canada de 1990 à 2006.....	31
Figure 12: Équipement de conversion au propane.....	37
Figure 13: Utilisation intérieure et exportation canadienne de propane.....	40
Figure 14: Provenance du propane (usine à gaz versus raffinerie).....	41
Figure 15: Production de produits pétroliers énergétiques de 1980 à 2005.....	42
Figure 16: Capacité de production des raffineries .....	43

## Liste des tableaux

Tableau 1: Prix d'un fournisseur de propane en date du 21 octobre 2008 à Montréal.....	22
Tableau 2: Prix des carburants.....	24
Tableau 3: Comparaison des coûts des carburants .....	26
Tableau 4: Émission des substances pour les carburants ordinaires et le propane .....	33
Tableau 5: Émissions de CO <sub>2</sub> pour les classes de véhicules légers par 100 km .....	35
Tableau 6: Exemples de flottes de véhicules convertis au propane .....	39
Tableau 7: Raffineries au Canada .....	41
Tableau 8: Tendances du parc de véhicules au Canada, 1990-2005 .....	46
Tableau 9: Synthèse des réductions des coûts d'exploitation et des émissions par rapport à l'essence ....	49
Tableau 10: Approches multicritères .....	49

## 1. Sommaire exécutif

Cette étude a pour objectif d'évaluer le potentiel d'utilisation du gaz propane comme carburant de remplacement pour les flottes de véhicules légers au Québec. Nous y évaluons donc la possibilité d'utiliser ce carburant pour des flottes de véhicules dont la masse est inférieure à 5 500 kilogrammes selon Transport Canada). Cette catégorie cible notamment les véhicules de police, les camions légers de transport, les véhicules d'entretiens publics et privés. Sur la base de nos analyses, nous concluons que :

le propane est une solution optimale pour les gestionnaires de flottes qui recherchent des réductions substantielles à la fois de coûts d'opération et d'émissions de gaz à effet de serre (GES), et ce, par le biais d'une technologie facile à mettre en place, éprouvée, fiable et disponible dès maintenant.

Cette conclusion s'appuie sur une analyse comparative du gaz propane par rapport à :

- deux carburants fossiles traditionnels: l'essence et le carburant diesel,
- quatre carburants de remplacement: le biodiesel, le gaz naturel, le mélange essence-éthanol (E10) et l'hydrogène,
- et deux types de motorisation alternative: le véhicule électrique et le véhicule hybride.

Notre comparaison a été faite sur la base:

- 1) de facteurs économiques comme les coûts d'opération et de conversion,
- 2) des niveaux d'émissions de gaz à effet de serre et autres contaminants atmosphériques,
- 3) de la disponibilité des technologies requises pour ces carburants et motorisations,
- 4) de la fiabilité et sécurité de ces technologies,
- 5) et de la disponibilité et des installations requises pour l'approvisionnement des carburants retenus.

Notre analyse nous a permis de constater que de nombreux avantages étaient liés à l'utilisation du propane :

- Le propane permet des réductions des coûts d'opération allant jusqu'à 35% comparativement à l'essence, et ce, tant pour des véhicules automobiles à passager légers, des camions à passagers légers ou des utilitaires légers.
- Le propane est le carburant de remplacement le plus économique de tous lorsque l'on prend en compte les coûts de conversion, d'installation et d'infrastructure.
- Le propane réduit les émissions de GES de 25% comparativement à l'essence, de 20% par rapport au diesel, de 18% par rapport au mélange essence-éthanol (E10) et de 5% par rapport au gaz naturel.
- Le propane est disponible maintenant et ce, à grande échelle, contrairement aux motorisations alternatives et à l'hydrogène que nous devons attendre plusieurs années, et à la majorité des carburants de remplacement qui ne sont pas disponibles à grande échelle ou qui n'auront pas de chaîne de distribution même dans le moyen terme.

- Le gaz propane est un produit largement distribué au Canada et au Québec. Au Québec, sa distribution est assurée par plus de 80 détaillants à travers l'ensemble de la province.
- Le propane est une technologie fiable et sécuritaire, facile à installer et qui est en usage depuis de nombreuses années dans des flottes de véhicules commerciaux et institutionnels en Ontario et aux États-Unis. Parmi tous les carburants de remplacement, c'est le seul qui montre une fiabilité et sécurité équivalente à l'essence et au diesel.

Enfin, nous avons constaté le peu d'informations disponibles sur les bénéfices associés au propane. En fait, des préjugés superficiels ne s'appuyant pas sur des sources fiables ou véridiques subsistent. Ces préjugés ne font que souligner le manque d'information sur le sujet et l'absence jusqu'à maintenant d'efforts pour mieux informer à la fois la population, les autorités et les entreprises concernées par la réduction des GES et des économies dans les coûts d'opération d'une flotte de véhicules.

## 2. Introduction

Ce rapport a été préparé en octobre 2008 par le professeur Louis Hébert, directeur pédagogique du programme MBA exécutif à l'école des Hautes Études Commerciales de Montréal. L'analyse concerne l'utilisation du propane comme carburant de remplacement à l'essence dans les flottes de véhicules légers au Québec. Cette étude traite principalement de l'introduction de ce carburant au sein des flottes commerciales légères (véhicules dont le poids est inférieur à 5500 kg). Cette catégorie cible notamment les véhicules de police, les camions légers de transport, les véhicules d'entretiens publics et privés ainsi que les autres applications similaires. Cette étude comprend l'évaluation des carburants de remplacement destinés à des flottes d'au moins six véhicules. L'utilisation du propane pour les particuliers n'a donc pas été abordée.

La première section de cette étude consiste à décrire l'ensemble des solutions alternatives présentes sur le marché en plus des carburants ordinaires tels que l'essence ou le diesel. L'étude des options disponibles sur le marché québécois a permis de faire la distinction entre deux types de motorisation alternative que sont les véhicules hybrides et électriques et quatre carburants de remplacement autres que le propane. Les solutions retenues ont été les suivantes :

- Les véhicules électriques
- Les véhicules hybrides
- Le biodiesel
- L'éthanol
- Le gaz naturel
- L'hydrogène

En se basant sur (1) les spécificités du marché québécois, (2) ses tendances, (3) la disponibilité et les infrastructures de certaines solutions et (4) le ciblage initial, seuls trois des sept carburants de remplacement évalués au départ ont été retenus pour la deuxième section de cette étude, à savoir l'analyse comparative des carburants traditionnels et de remplacement. Ainsi, en plus du propane, de l'essence et du diesel, cette section portera également sur l'étude du biodiesel, du gaz naturel et de l'éthanol.

L'analyse et la comparaison de ces solutions alternatives porteront essentiellement sur 4 éléments, (1) les aspects économiques (prix et coûts de conversion), (2) les niveaux d'émissions de gaz à effet de serre (GES) et autres contaminants atmosphériques, (3) la fiabilité de la technologie de conversion et enfin (4) la disponibilité du carburant et des infrastructures de ravitaillement.

L'étude conclura sur le positionnement du propane qui répond aux besoins des flottes commerciales, publiques ou privées de véhicules légers qui ont pour objectif de diminuer à la fois les coûts de carburant et la réduction de gaz à effet de serre.

En tant que leader en matière de politiques environnementales au Canada, le gouvernement du Québec a pris l'engagement de réduire ses émissions de GES de 10 millions de tonnes afin d'atteindre les objectifs fixés par Kyoto d'ici 2012<sup>1</sup>. En conséquence, le gouvernement du Québec a instauré un plan incluant 24 actions qui vise à réduire les émissions de GES et à s'adapter au changement climatique<sup>2</sup>.

Dans ce plan d'action, une section entière est consacrée au secteur des transports qui est l'un des plus grands responsables des émissions de GES au Québec avec presque 40 % des émissions totales. De cette quantité, 80 % proviennent directement du secteur des transports routiers<sup>3</sup>. Pour répondre à cette problématique, le gouvernement encourage toute initiative pour réduire les émissions dans le secteur du transport routier et propose l'adoption de solutions alternatives telles que l'utilisation d'autres motorisations ou de carburants de remplacement.

Parmi les carburants remplacements existants, le propane est une alternative méconnue, simple et très facile d'utilisation qui s'intègre à la plupart des véhicules à essence et qui réduit à la fois les coûts d'exploitation et les émissions du véhicule.

### ***Qu'est-ce que le propane?***

Le propane est un hydrocarbure au même titre que l'essence et s'utilise comme carburant pour les véhicules légers. On le trouve sous forme gazeuse et il a une faible teneur en carbone ( $C_3H_8$ )<sup>4</sup>. Ses propriétés lui confèrent l'avantage d'être facilement stockable et transportable à l'état liquide ce qui permet une grande diversité d'utilisations. Ce gaz dérivé de produits pétroliers (pétrole ou gaz) sert de combustible ou carburant dans les secteurs industriels, agricoles ou encore domestiques. Au Canada, l'industrie utilise le propane HD-5 qui est une formulation plus propre et plus efficace. Il est utilisé dans les moteurs à combustion interne, les chaudières ou encore dans les barbecues.

Le propane est inodore et non toxique. Cependant, une trop grande concentration dans l'air peut causer de l'asphyxie par manque d'oxygène. C'est pourquoi on lui rajoute généralement un additif permettant de lui donner une odeur pour le repérer en cas de fuite.

### ***À qui s'adresse le gaz « propane » comme carburant de remplacement?***

L'utilisation du propane comme carburant de remplacement s'adresse à l'ensemble des gestionnaires de flottes de véhicules légers roulant à l'essence qui veulent réduire leurs coûts d'opération tout en diminuant les émissions de GES. Ces gestionnaires ont la possibilité de convertir leurs véhicules fonctionnant à l'essence pour rouler en majeure partie du temps au gaz propane. Le principe de conversion est fiable et simple à installer sur la plupart des

---

<sup>1</sup> Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (2008).

[[http://www.mddep.gouv.qc.ca/changements/kyoto/msg\\_ministre.htm](http://www.mddep.gouv.qc.ca/changements/kyoto/msg_ministre.htm)] En ligne le 24 juillet 2008

<sup>2</sup> Gouvernement du Québec (2006).

[<http://communiqués.gouv.qc.ca/gouvqc/communiqués/GPQF/Juin2006/15/c9630.html>] En ligne le 14 juillet 2008

<sup>3</sup> Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (2008).

[<http://www.mddep.gouv.qc.ca/changements/ges/2005/inventaire2005.pdf>] p.11. En ligne le 14 juillet 2008

<sup>4</sup> <http://www.propanequebec.com/propane.htm> Accès le 16 septembre 2008

véhicules. L'existence sur le marché d'équipement de conversion rend ce carburant de plus en plus attractif pour les gestionnaires opérant des flottes de véhicules légers telles que des automobiles, des fourgonnettes ou des véhicules utilitaires légers.

### ***Les apports pour les secteurs public et privé***

Le propane comme carburant de remplacement est une option attrayante à la fois pour les entreprises et les organisations et les institutions du secteur public. D'après nos analyses et la bibliographie, il est clair que le propane permet une réduction des émissions de GES et une diminution des coûts d'exploitation dus à la consommation de carburant.

**Le secteur public** adopte des politiques environnementales de plus en plus strictes pour pouvoir rencontrer les engagements pris par le gouvernement du Québec pour réduire les émissions de GES. Les gestionnaires de flottes publiques de véhicules légers doivent se tourner vers les carburants de remplacement pour atteindre leurs objectifs.

Par exemple, le propane répond aux besoins des municipalités et permet de réduire leurs coûts d'exploitation, réduire les émissions et projeter une image verte. Le gouvernement du Québec reconnaît le rôle important des municipalités dans la réduction des GES et la diminution des coûts d'opération des flottes publiques. Les municipalités avec leur population et leurs activités industrielles sont de grands utilisateurs de carburant. Le propane s'adresse à des villes de taille variant de petite à moyenne, éloignées des grandes municipalités et autonomes au niveau de leur approvisionnement en carburant.

Le propane diminue les coûts associés à la consommation des flottes publiques ce qui est profitable pour le gouvernement du Québec qui ne profite pas toujours de la hausse du prix des hydrocarbures<sup>5</sup>. En effet, une étude du ministère des Finances du Québec démontre que les recettes provenant essentiellement de la taxe TVQ sur l'essence sont plus que compensées par l'augmentation des dépenses en matière de carburant et de chauffage et par la réduction des revenus de la taxe sur les carburants. En 2007, les pertes seraient évaluées à près de 6 millions de dollars par année pour toute hausse de 5 ¢ du prix des hydrocarbures<sup>6</sup>. Le gouvernement doit par conséquent réduire ses dépenses et inciter à l'utilisation des carburants de remplacement. Le propane se positionne comme la solution optimale, facile et simple à mettre en place et offrant de réduire à la fois significativement les GES et les coûts d'opération des flottes de véhicules légers à très court terme.

**Les entreprises**, tout comme le secteur public, ont fortement été affectées par la montée du prix de l'essence en 2008 et les gestionnaires de flottes privées cherchent des solutions pour limiter leurs coûts d'exploitation. Le secteur privé cherche à réduire ses dépenses en carburant pour rester compétitif et le choix d'un type de carburant de remplacement fait maintenant partie de la stratégie globale des entreprises. Le propane, souvent méconnu des gestionnaires,

---

<sup>5</sup> Finances Québec, le secteur de la politique budgétaire et de l'économie. Hausse du prix des hydrocarbures *Impact sur les équilibres financiers du Québec, Avril 2008*

<sup>6</sup> Finances Québec, le secteur de la politique budgétaire et de l'économie. Hausse du prix des hydrocarbures *Impact sur les équilibres financiers du Québec, Avril 2008*

est une solution optimale qui est disponible immédiatement. Le propane est une solution alternative fiable, flexible pour les flottes de véhicules roulant à l'essence et qui répond aux besoins des gestionnaires qui recherchent un carburant de remplacement pour réduire significativement leurs coûts d'opération et leurs émissions des GES, ce qui permet de donner un positionnement plus vert aux entreprises.

### 3. Motorisations et carburants de remplacement

Afin de nous assurer de la validité de notre étude, nous avons retenu les solutions alternatives de motorisation et de carburant de remplacement jugées les plus pertinentes dans le contexte québécois. Les carburants fossiles traditionnels, essence et diesel sont disponibles partout au Québec et le moteur diesel est un moteur à combustion interne au même titre que le moteur à essence, mais dont l'allumage se fait automatiquement. Nous avons ainsi considéré en plus des carburants fossiles traditionnels, deux types de motorisation: le véhicule électrique et le véhicule hybride. Quant aux carburants de remplacement, en plus du propane, nous avons tenu compte du biodiesel, de l'éthanol, du gaz naturel et de l'hydrogène. Le propane et l'hydrogène s'adaptent aux moteurs à essence seulement, le gaz naturel aux moteurs à essence et diesel. Le biodiesel et l'éthanol s'utilisent directement dans leur motorisation respective à savoir le moteur diesel et le moteur à essence.

#### 3.1 Motorisation alternative

La motorisation peut être plus ou moins complexe suivant la source d'énergie utilisée pour alimenter le moteur ce qui par conséquent, entraîne un coût d'achat initial plus important que pour un véhicule essence.

##### 3.1.1 Véhicule électrique

Le moteur électrique est alimenté intégralement par une batterie qui est rechargée sur le secteur. L'avantage de ce mode de motricité est le coût en énergie électrique par kilomètre qui est relativement peu coûteux au Québec.

La voiture électrique laisse rêver, surtout au Québec où l'hydroélectricité est perçue comme abondante. L'utilisation de cette sorte de véhicule ne produit pas d'émissions de polluant et le prix de l'hydroélectricité demeure encore pour l'instant avantageux. Malheureusement, les véhicules électriques qui sont disponibles sur le marché sont des voitures à faible autonomie et performance, fonctionnant à une vitesse maximale de 50 km/h ou bien des voitures de luxe (*BMW* ou *Lightning*<sup>7</sup>). Les grands constructeurs annoncent toutefois des véhicules de tourisme pour 2010.

Récemment, Québec a autorisé deux véhicules électriques de basse vitesse (50 km/h) à circuler sur certaines routes de la province pour un projet expérimental de trois ans<sup>8</sup>. Les deux véhicules, *Nemo* et *Zenn*, sont fabriqués au nord de Montréal et leur performance ne permet pas d'envisager leur utilisation autre que pour des besoins très spécifiques.

Bien qu'aucune émission de GES ne soit produite en utilisant des voitures électriques, des problèmes potentiels liés au recyclage des batteries sont encore sans réponse.

---

<sup>7</sup> <http://www.lightningcarcompany.co.uk/> Accès le 18 septembre 2008.

<sup>8</sup> <http://www2.canoe.com/infos/environnement/archives/2008/07/20080716-220015.html>, Accès le 17 septembre 2008.

Les véhicules électriques expérimentés jusqu'à maintenant sont généralement considérés comme des échecs<sup>9</sup>. L'industrie automobile mondiale s'est plutôt concentrée sur le développement de véhicules hybrides.

### 3.1.2 Véhicule hybride

Par définition, les hybrides, aussi appelés HEV pour « Véhicule Électrique Hybride », sont des véhicules utilisant deux sources d'énergie pour se propulser. En général, l'hybride a deux types de motorisation : un moteur à combustion interne conventionnel et un moteur électrique<sup>10</sup>. Le moteur électrique est alimenté par la batterie qui est continuellement rechargée par un alternateur durant l'utilisation du moteur à combustion interne.

Les automobiles à motorisation hybride font maintenant partie des alternatives du marché québécois au même titre que leurs équivalents en motorisation standard. La configuration de ces véhicules est généralement essence/électrique et selon l'*International Energy Agency* (IEA), un véhicule hybride coûte approximativement 5 000 \$ US de plus qu'un modèle conventionnel équivalent<sup>11</sup>.

Les hybrides ne présentent un intérêt d'utilisation qu'en ville où ils fonctionnent sur le moteur électrique et seulement pour une conduite qui ne requiert que de faibles accélérations. L'économie sur les coûts de consommations d'essence amortit rarement la différence de coût investie au départ et les réductions des émissions de GES sont difficilement quantifiables, car elles dépendent du type de conduite et de l'utilisation du véhicule. L'hybride ne sera donc pas considéré dans le comparatif des solutions alternatives pour la suite de l'analyse.

## 3.2 Carburants de remplacement

Les carburants de remplacement disponibles au Québec autres que le propane sont le biodiesel, l'éthanol, le gaz naturel et l'hydrogène.

### 3.2.1 Biodiesel

Le biodiesel est fait de plusieurs ressources renouvelables incluant l'huile végétale et des graisses animales. Il est obtenu en mélangeant de l'huile d'origine végétale ou animale avec du méthanol ou de l'éthanol. Le biodiesel a une combustion biodégradable, non toxique et propre. Il fonctionne dans n'importe quel type de moteur diesel sans aucune modification nécessaire.

Le biodiesel est encore au stade de tests avec quelques flottes de véhicules au Québec. Par exemple, le B5 avec 5 % de concentration de biodiesel mélangé au diesel ordinaire est actuellement évalué par la *Société de transport de Montréal* (STM) pour les autobus de ville afin de déterminer sa fiabilité durant les périodes de froid.

### 3.2.2 Éthanol

L'éthanol est un liquide volatil, inflammable et incolore fait d'oxygène, d'hydrogène et de

---

<sup>9</sup> Politique verte du matériel roulant 2007-2011. Ville de Montréal

<sup>10</sup> <http://www.nrel.gov/vehiclesandfuels/hev/hevs.html>, en ligne le 14 juillet 2008

<sup>11</sup> <http://www.ieahev.org/hybrid.html>, accès le 22 octobre 2008

carbone. Il peut être produit par l'hydratation d'éthylène ou biologiquement, en faisant fermenter des sucres ou l'amidon converti contenu dans des grains. Au Canada, l'éthanol est fait principalement à partir de maïs et de blé<sup>12</sup>.

### 3.2.3 Gaz naturel

Le gaz naturel est essentiellement formé de méthane et peut être transporté à l'état comprimé (Compressed Natural Gas - CNG) ou à l'état liquide (Liquified Natural Gas - LNG). Il peut être utilisé comme carburant de remplacement pour les véhicules de moyenne catégorie et les poids lourds (taxis, autobus, camions, etc.). L'utilisation du gaz naturel sous forme comprimée a des coûts de stockage plus bas comparativement au stockage sous forme liquide compte tenu de la nécessité de refroidir le réservoir en permanence (réservoir cryogénique). Cependant, le CNG exige un plus grand volume pour stocker la même masse que le LNG. Les technologies utilisant le gaz naturel comprimé ont par conséquent beaucoup moins d'autonomie pour le même volume de réservoir. La plupart des véhicules au Canada utilisent le CNG. Au Québec, le réseau de distribution du LNG est très limité.

### 3.2.4 Hydrogène

Le prix croissant de l'essence a progressivement présenté l'hydrogène comme un carburant alternatif intéressant pour le transport. L'hydrogène peut être stocké sous basse température à l'état liquide ou sous haute pression à l'état gazeux. La distribution de l'hydrogène doit être soutenue par une infrastructure importante<sup>13</sup>. Des fabricants automobiles, comme *Ford*, *GM* et *BMW*, ont déjà développé des prototypes de véhicules à l'hydrogène, et la technologie est reconnue pour être fiable et sécuritaire. L'hydrogène comme carburant de remplacement demeure au stade d'expérimentation au Québec et même si l'utilisation de ce véhicule produit en théorie zéro émission de CO<sub>2</sub>, il ne faut pas négliger la source d'énergie utilisée pour produire l'hydrogène<sup>14</sup>. De plus, le réseau de distribution reste le point faible de ce carburant et son développement n'est clairement pas envisagé dans les prochaines années au Québec. Les nombreuses contraintes techniques et économiques laissent présager que cette technologie ne percera pas le marché avant plusieurs années. Pour cette raison, l'hydrogène ne sera pas retenu dans la comparaison des solutions alternatives.

## 3.3 Le contexte québécois

Si des solutions alternatives à l'essence sont possibles pour les flottes de véhicules légers, elles ne sont pas toutes envisageables pour des applications commerciales dans le court terme. Par exemple, l'hydrogène comme carburant ne pourra être disponible commercialement au Québec avant plusieurs années.

Par ailleurs, le Québec entend favoriser des solutions « vertes » pour le transport. Les biocarburants (biodiesel et éthanol) offrent plusieurs avantages environnementaux. Les politiques récemment adoptées en cette matière par le gouvernement devraient encourager l'utilisation de ces biocarburants dans les prochaines années.

---

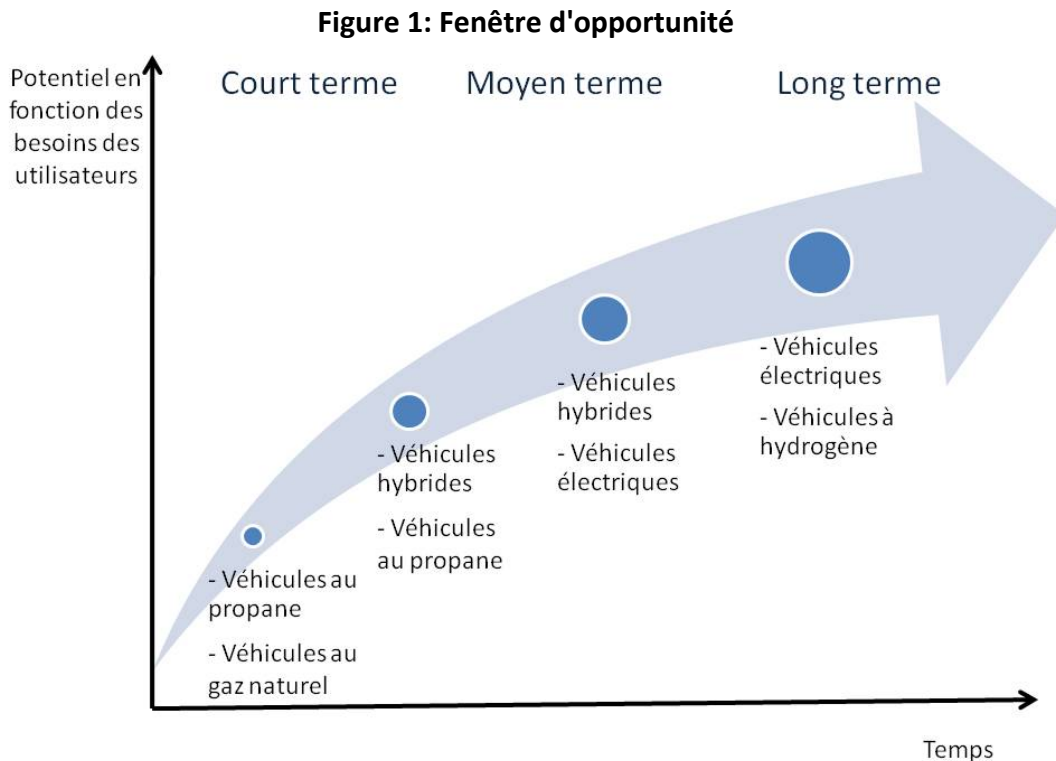
<sup>12</sup> <http://oee.rncan.gc.ca/transportation/fuels/ethanol/ethanol.cfm?attr=8>, en ligne le 15 juillet 2008

<sup>13</sup> <http://www.h2.ca/PDF/HydrogenSystems.pdf>, en ligne le 15 juillet 2008

<sup>14</sup> The car of the perpetual future, Hydrogen cars, From *The Economist* print edition Sep 4th 2008

Néanmoins, avec la récente polémique sur l'éthanol, le Québec pourrait plutôt prioriser le développement des voitures électriques sur le long terme. Ces véhicules ne produisent pas d'émissions de GES. L'hydroélectricité est aussi la principale source d'électricité au Québec, ce qui rend l'utilisation des véhicules électriques non polluante, à l'exception du recyclage des batteries. Malheureusement, certains doutent que le réseau électrique puisse soutenir une charge à grande échelle avant au moins les cinq prochaines années<sup>15</sup>.

En somme, si certaines solutions alternatives semblent avoir un avenir prometteur dans le long terme, peu d'entre elles sont des options valables dans le court terme. Certains suggèrent qu'il faudra attendre au moins une dizaine d'années avant que les véhicules électriques ou à hydrogène constituent une véritable alternative (voir figure 1). Les gestionnaires de flottes qui désirent réduire leurs coûts d'exploitation doivent donc considérer d'autres options. Puisqu'un véhicule régulier ne peut pas être converti en hybride, la conversion au gaz naturel ou au propane représente une occasion pour des flottes déjà en opération avec des véhicules standards.



Le gaz naturel et le gaz propane devraient profiter de cette situation pendant les cinq à sept prochaines années, voir même plus avec l'introduction de nouvelles technologies comme des véhicules d'hybride propane/électrique au lieu du modèle conventionnel essence/électrique. Une demande croissante du nombre de conversions des véhicules au gaz naturel ou au propane

<sup>15</sup> Gouvernement du Québec, Ministère des Ressources Naturelles et de la Faunes (2006). L'énergie pour construire le Québec de demain: la stratégie énergétique du Québec 2006-2015.

est envisageable à court terme. Cette demande pourra se maintenir à moyen terme jusqu'à l'arrivée sur le marché de voitures électriques plus fonctionnelles et mieux adaptées aux besoins des flottes de véhicules en termes d'autonomie de fonctionnement et de prix d'achat. Néanmoins, il ne fait aucun doute que dans le court terme, une fenêtre d'opportunité existe pour un carburant comme le gaz propane.

## 4. Analyse et comparaison

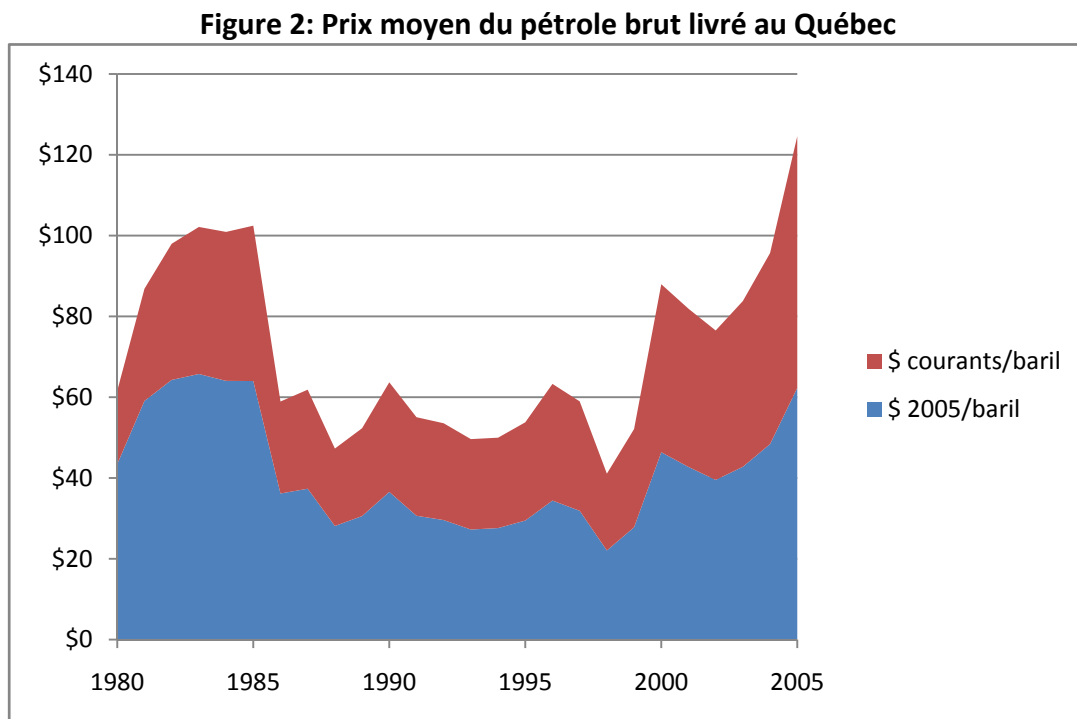
Dans cette section, nous proposons de comparer le propane aux carburants traditionnels, essence et diesel et les carburants de remplacement décrits précédemment. Cette comparaison vise à identifier les avantages comme les désavantages du propane tant du point de vue économique qu'environnemental. Nous débuterons en examinant plus précisément les questions de prix et de coûts d'opération du propane.

### 4.1 Aspects économiques

Dans une première étape, nous désirons évaluer les avantages économiques de l'utilisation du propane comme carburant pour les flottes de véhicules légers. Nous avons pu observer une montée du prix des carburants traditionnels depuis quelques années. Nous pensons que ce phénomène joue en faveur de l'utilisation du propane.

#### 4.1.1 La montée des prix des carburants traditionnels

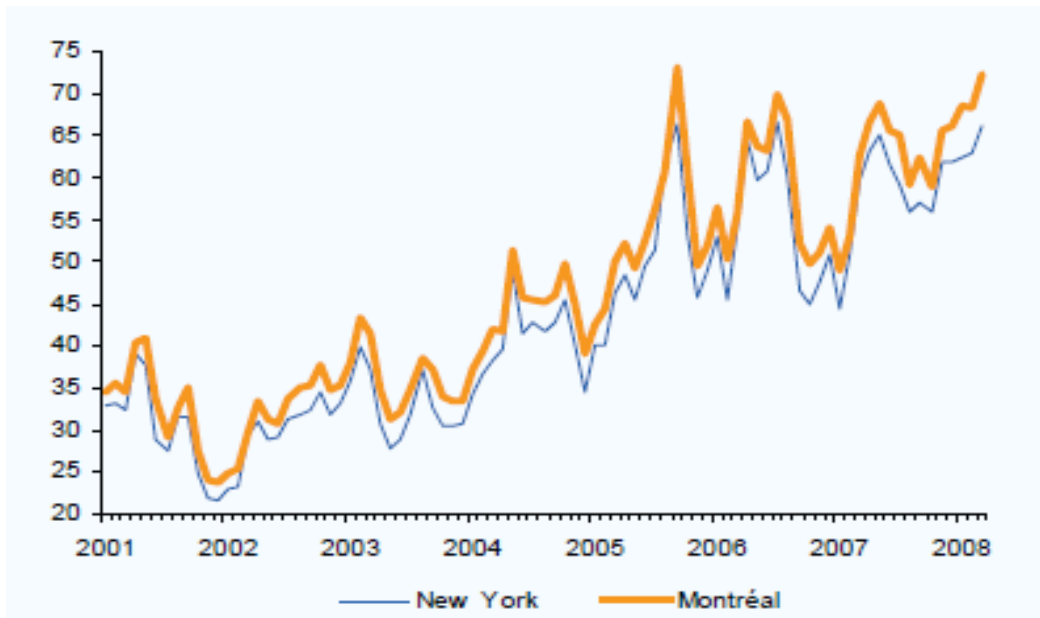
En règle générale, la hausse du prix du pétrole brut est la principale responsable de la montée du prix des carburants traditionnels (voir figure 2). Cette hausse n'est pas un phénomène récent, mais est observée depuis plusieurs années. Au début de l'année 2008, le prix du litre d'essence a dépassé les 140 cents/litre dans les stations-services. De 2004 à 2007, le prix de l'essence est monté de 27 % et le diesel de 24 %.



Sources : Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, ministère des Ressources naturelles du Canada et Statistique Canada.

Nous pouvons aussi constater que le marché québécois subit les mêmes pressions que l'ensemble du marché nord-américain. Comme le montre la figure 3, le prix à la rampe de l'essence au Québec est fortement corrélé au prix à la rampe de New York. Les accords de libre-échange entre le Canada et les États-Unis ont créé un espace de marché intégré et conduit à une très forte concurrence entre les raffineries québécoises et américaines.

**Figure 3: Comparaison du prix à la rampe de l'essence ordinaire à Montréal et à New York**



Source : Énergie Information Administration et Régie de l'énergie

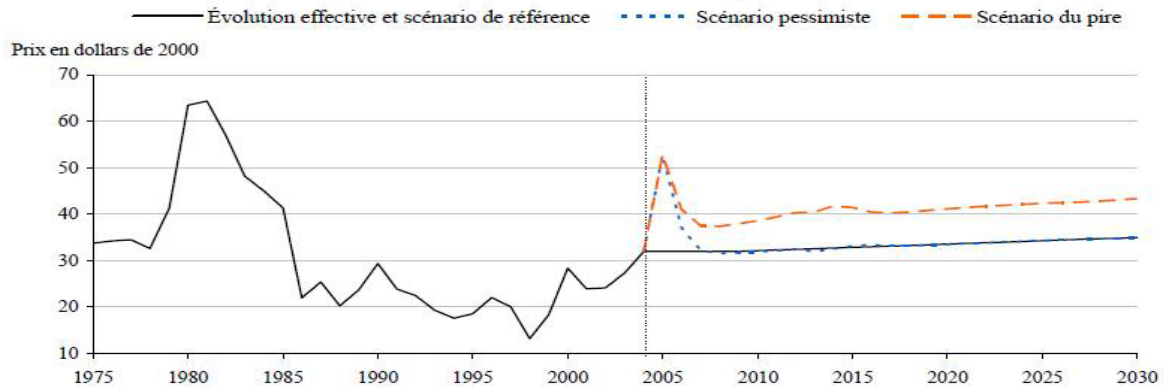
Une demande qui dépasse l'offre mondiale, des conditions météorologiques difficiles ainsi qu'une situation géopolitique instable de plusieurs pays producteurs sont des éléments qui accentuent l'incertitude quant aux prix du pétrole et qui encouragent la spéculation. Bien que les prix aient baissé dernièrement, les prévisions futures n'en demeurent pas moins incertaines.

Il est important de noter que la demande en provenance des pays émergents ne cesse d'augmenter et cela pourra avoir un effet majeur sur les stocks disponibles dans les années à venir. Selon l'OCDE<sup>16</sup>, une crise des approvisionnements pourrait avoir un impact sur les prix. Des simulations ont été faites afin de déterminer l'impact sur le prix du pétrole que pourrait avoir une crise des approvisionnements pétroliers. Ces simulations ne prennent en compte que l'augmentation de prix qui serait nécessaire pour équilibrer la demande et l'offre compte tenu de la réduction de l'offre, et ne considèrent pas les risques et l'incertitude qui augmenteraient la prime de risque<sup>17</sup>. On pourrait donc s'attendre à une augmentation des prix encore plus considérable. La Figure 4 met en évidence ces deux scénarios.

<sup>16</sup> <http://www.oecd.org/dataoecd/39/59/34087712.pdf>, en ligne le 29 octobre 2008.

<sup>17</sup> <http://www.oecd.org/dataoecd/39/59/34087712.pdf>, p19, en ligne le 29 octobre 2008.

**Figure 4: Scénarios de l'évolution effective du prix du pétrole**

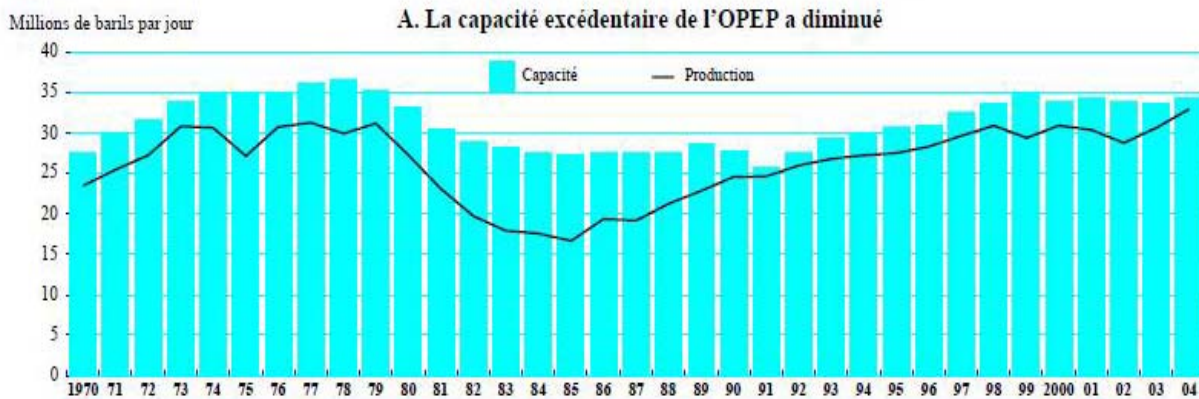


1. L'ampleur de cette perturbation est comparable à celle des chocs d'offre exogènes passés (voir Hamilton, 2003).

Source : Perspectives économiques de l'OCDE no 76

La diminution de la capacité excédentaire de l'OPEP, telle qu'illustrée dans la figure 5<sup>18</sup>, est un autre facteur qui contribue à l'augmentation du prix du pétrole.

**Figure 5: Influence à court terme sur le prix du pétrole**



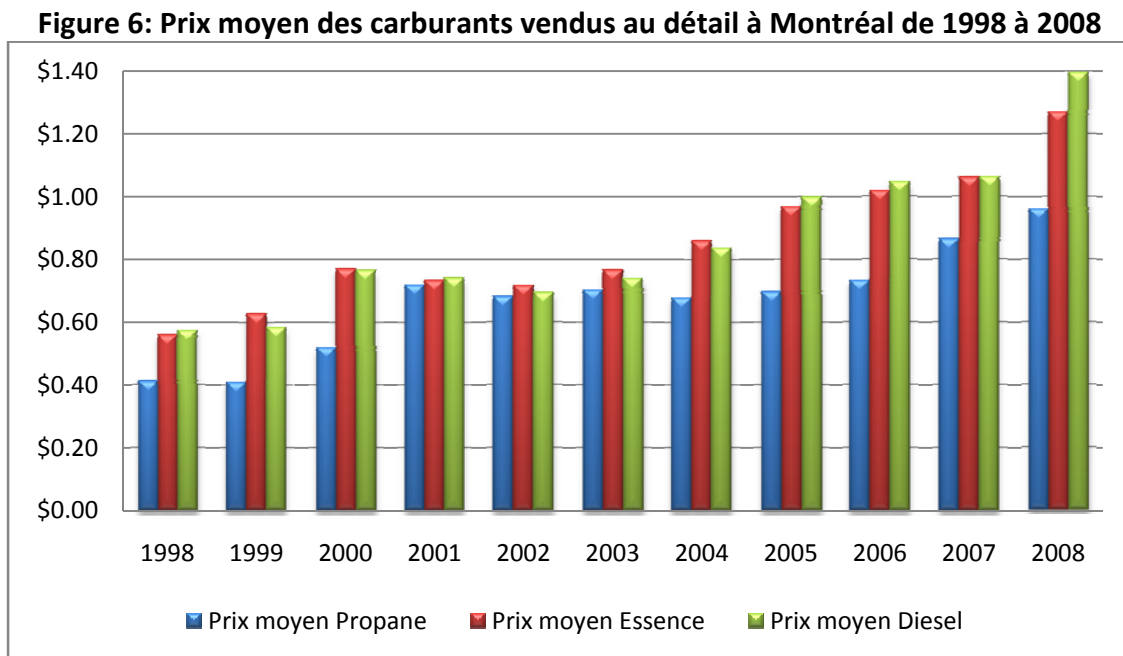
Source : Perspectives économiques de l'OCDE no 76

Les gestionnaires de flottes doivent donc faire face à une augmentation du prix des carburants qui impacte sur leurs coûts d'opération. La recherche d'un carburant moins coûteux est donc nécessaire. Dans la section suivante, nous pourrions souligner que le propane, en plus de produire des émissions de gaz à effet de serre (GES) inférieures à celles produites par l'essence, permet de réduire les coûts d'exploitation associés à la consommation de carburant.

<sup>18</sup> <http://www.oecd.org/dataoecd/39/59/34087712.pdf>, p17, en ligne le 29 octobre 2008.

#### 4.1.2 Le propane: Des prix inférieurs

Depuis 5 ans, le prix de propane a toujours été inférieur de 40 % au prix de l'essence. Toutefois, la corrélation entre le prix de ces deux sources d'énergie est fortement élevée (voir figure 6). Ainsi, une augmentation du prix du pétrole brut a une incidence directe sur le prix de l'essence, ce qui se répercute systématiquement sur celui du propane. Au Québec, le prix du propane est historiquement plus stable et inférieur à la fois au prix de l'essence et au prix du diesel<sup>19</sup>. Le graphique de la figure 6 montre d'ailleurs l'évolution du prix moyen du propane, de l'essence et du diesel vendus au détail à Montréal dans les 10 dernières années<sup>20</sup>. En octobre 2008, le prix au litre du propane conservait son avantage d'environ 40 % par rapport aux autres carburants traditionnels, tant à Montréal qu'ailleurs au Canada (voir tableau 1).



La figure 6 met en évidence les prix moyens du propane et de l'essence au cours de 10 dernières années et démontre que le propane présente un avantage certain d'un point de vue financier. Le prix du propane vendu par un fournisseur pour une flotte de véhicule est inférieur au prix du propane au détail. Le tableau 1 montre le prix du propane vendu par un fournisseur à Montréal et dans des grandes villes en Ontario. La différence entre les prix est essentiellement associée à des coûts de transport du propane dans ces différentes villes.

<sup>19</sup> [http://fuelfocus.nrcan.gc.ca/prices\\_bycity\\_f.cfm?PriceYear=2008&ProductID=6&LocationID=28#PriceGraph](http://fuelfocus.nrcan.gc.ca/prices_bycity_f.cfm?PriceYear=2008&ProductID=6&LocationID=28#PriceGraph), en ligne le 23 octobre 2008.

<sup>20</sup> [http://fuelfocus.nrcan.gc.ca/prices\\_bycity\\_f.cfm?PriceYear=2008&ProductID=6&LocationID=28#PriceGraph](http://fuelfocus.nrcan.gc.ca/prices_bycity_f.cfm?PriceYear=2008&ProductID=6&LocationID=28#PriceGraph), en ligne le 23 octobre 2008.

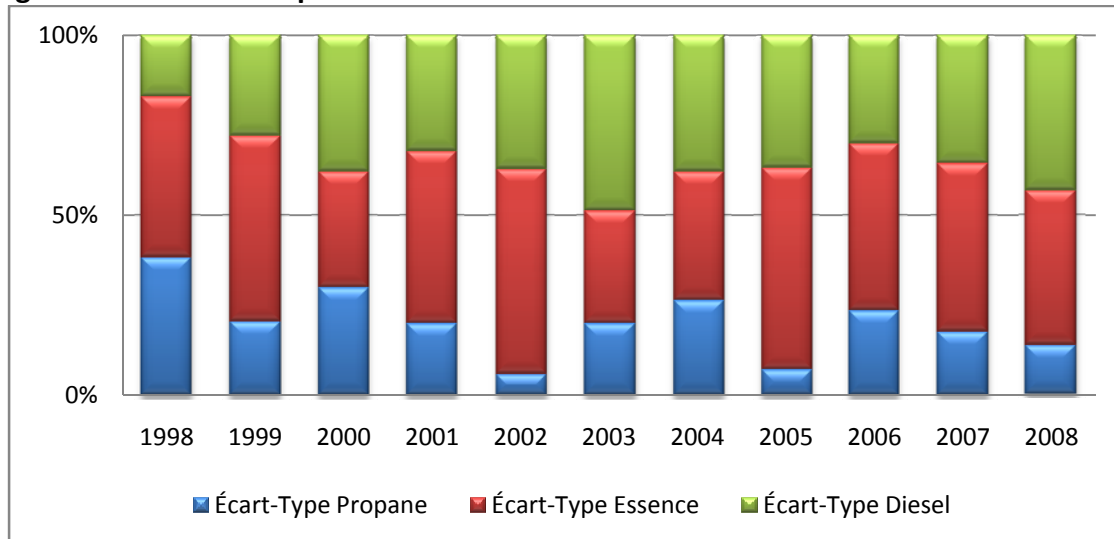
**Tableau 1: Prix d'un fournisseur de propane en date du 21 octobre 2008 à Montréal<sup>21</sup>**

	London	Toronto	Ottawa	Montréal
<b>Prix du propane pour une flotte de véhicule (par litre)</b>	\$ 0,508	\$ 0,515	\$ 0,550	\$ 0,557
<b>Prix moyen de l'essence au détail (par litre)</b>	\$ 1,024	\$ 1,030	\$ 0,992	\$ 1,052
<b>Prix moyen du diesel au détail (par litre)</b>	\$1,099	\$1,109	\$1,119	\$1,209

### 4.1.3 Le propane : Une volatilité inférieure des prix

En plus du niveau des prix du propane, nous avons examiné leur volatilité. Une forte volatilité est souvent un inconvénient qui nuit aux efforts de planification budgétaire. Au contraire, des prix moins volatiles permettent de s'ajuster plus facilement et réduisent ainsi la complexité de la gestion des budgets d'opération. La figure 7 met en évidence l'écart-type entre le prix moyen et les prix enregistrés à la pompe sur l'île de Montréal pour le propane, l'essence et le diesel. Nous observons que la volatilité du propane est la plus faible comparativement à l'essence et au diesel. Le propane présente un avantage pour les gestionnaires de flottes qui peuvent faire des prévisions financières plus précises en l'utilisant comme carburant de remplacement.

**Figure 7: Volatilité des prix des carburants vendus au détail à Montréal de 1998 à 2008**



Habituellement, le niveau des stocks de propane augmente pendant la période estivale en raison d'une consommation plus faible (les ménages ont moins tendance à chauffer en été). Toutefois, c'est la première fois en cinq ans que l'on constate, tant aux États-Unis qu'au Canada, que ces stocks sont en dessous des niveaux habituels. Cela accentue un peu plus la tendance à la hausse des prix, qui reste toutefois freinée par la baisse de la demande en été. De plus, les niveaux des stocks devraient revenir à la normale assez rapidement, grâce notamment aux importations du golfe du Mexique.

<sup>21</sup> <http://www.propanefacts.ca/economic/comparisons/>, en ligne le 23 octobre 2008.

En temps normal, les prix du propane commencent à augmenter autour des mois de juin et juillet en raison des prévisions hivernales. Cette augmentation est principalement liée à l'évaluation du niveau des stocks disponibles pour la saison. Toutefois, selon l'Office National de l'Énergie, les stocks de propane sont à un niveau bas depuis ces cinq dernières années.

#### **4.1.4 Les coûts de conversion et du moteur diesel**

Pour estimer les coûts d'utilisation du propane et de carburants alternatifs, nous devons aussi prendre en compte les coûts de conversion de véhicule.

##### **Propane et CNG**

L'utilisation des carburants de remplacement tels que le propane ou le gaz naturel demande une conversion du véhicule. Les coûts de conversion associés à cette transformation sont d'environ 4 000 \$ pour le propane<sup>22</sup> et de 6 000 \$ pour le gaz naturel (CNG)<sup>23</sup> pour tous les types de véhicules légers. L'équipement comprend la conversion du moteur ainsi que l'installation d'un réservoir de propane à l'arrière du véhicule.

En plus de ces coûts fixes de conversion du véhicule, il faut également prendre en considération la formation du personnel. Celle-ci concerne tout d'abord le personnel technique (les mécaniciens), afin qu'ils soient en mesure d'opérer sur les véhicules convertis, mais également les employés chargés du ravitaillement. En effet, la réglementation au Québec exige que les personnes chargées du ravitaillement des véhicules au propane soient certifiées par emploi Québec. La certification coûte 250 \$.

##### **Moteur diesel**

Les véhicules au diesel coûtent plus chers à l'achat comparativement à un véhicule de la même catégorie roulant à l'essence. La différence de prix varie de 1 000 \$ à 2 000 \$ pour une automobile à passagers légers et peut atteindre jusqu'à 5 000 \$ pour des véhicules utilitaires légers de plus grosse catégorie<sup>24</sup>. Ici nous avons considéré des coûts d'achat pour des véhicules automobiles à passagers légers, des camions à passagers légers et des utilitaires légers au diesel de 2 000 \$, 2 500\$ et 5 000\$ respectivement.

#### **4.1.5 Les coûts indirects et d'opportunité des carburants de remplacement**

**Les biocarburants** auraient des impacts plus importants sur l'environnement que le problème auquel ils tentent de répondre selon un rapport publié par l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE). En effet, les biocarburants prévus pour être une nouvelle source de revenus pour les agriculteurs et une solution contre les émissions des GES ont entraîné une flambée des prix des produits agricoles et se retrouvent la cause principale de la

---

<sup>22</sup> <http://www.oeenrcan.gc.ca/transports/carburants/propane/propane-disponibilite.cfm?attr=16>, en ligne le 23 octobre 2008.

<sup>23</sup> <http://www.oeenrcan.gc.ca/transports/carburants/gaz-naturel/gaz-naturel-disponibilite.cfm?attr=8>, en ligne le 23 octobre 2008.

<sup>24</sup> [http://blogs.chron.com/carsandtrucks/2008/05/are\\_diesel\\_benefits\\_worth\\_the\\_1.html](http://blogs.chron.com/carsandtrucks/2008/05/are_diesel_benefits_worth_the_1.html), en ligne le 22 octobre 2008.

hausse des prix des produits alimentaires. Les répercussions sont graves pour les pays en voie de développement, dont l'économie et parfois la survie dépend des importations alimentaires.

Chaque augmentation de 10 % du prix des céréales (y compris le riz) alourdit de près de 4.5 milliards de dollars la facture totale des importations céréalières des pays en développement importateurs<sup>25</sup>. Ce rapport conclut que l'utilisation des biocarburants nécessite une analyse plus poussée. Même s'ils ont un effet positif d'amélioration de l'efficacité énergétique et de réduction des émissions de GES, la hausse des prix alimentaires a des répercussions plus négatives.

D'ailleurs, suite à toutes ces constatations, le gouvernement du Québec a décidé d'investir dans la recherche sur l'éthanol cellulosique, qui est un carburant fabriqué à partir de déchets agricoles et ligneux. Les recherches visent à améliorer les procédés de production pour les rendre plus efficaces et surtout moins polluants. L'usine d'*Enerkem* au Québec constitue la première usine pilote. Son ouverture est prévue pour l'automne 2008. L'essence éthanol se vend présentement au même prix voir même légèrement plus chère que l'essence régulière.

**Le gaz naturel**, au même titre que le propane est fortement affecté par l'augmentation du prix du pétrole, sans compter que le niveau des stocks est relativement bas aussi bien aux États-Unis qu'au Canada pour réguler la demande. De plus, les installations gazières du golf du Mexique sont à risque en cette période de l'année à cause des ouragans qui pourraient les endommager et donc affecter les prix.

#### 4.1.6 Scénarios

Afin de bien évaluer de manière globale les avantages de coûts associés au propane, nous avons analysé les coûts en carburant pour trois classes de véhicules légers. Ces trois classes, les véhicules automobiles à passagers légers, les camions à passagers légers (minivans, SUV, camions légers) et les véhicules utilitaires légers sont ceux utilisés par Transport Canada. Dans nos scénarios, nous avons utilisé les prix des carburants en vigueur à Montréal en date du 21 octobre 2008 (voir tableau 2).

**Tableau 2: Prix des carburants**

2008	Prix des carburants	Essence	Diesel	Propane	Gaz Naturel	E10
	Prix du carburant à Montréal par litre	\$1.05	\$1.21	<b>\$0.56</b>	\$0.83	\$1.12

**Le prix du propane est le prix offert par un fournisseur de propane à Montréal pour une flotte d'environ 6-10 véhicules en date du 21 octobre 2008 (www.propanefacts.com). Le prix du gaz naturel compressé (liquéfié est uniquement disponible pour les véhicules lourds) inclut les coûts d'infrastructures nécessaires à l'approvisionnement et au remplissage des véhicules (charge par compresseur). Le prix de l'essence est le prix moyen au détail en 2008 - Montréal (21 octobre 2008)<sup>26</sup>. Le prix du diesel est le prix moyen du diesel au détail en 2008 - Montréal (21 octobre 2008)<sup>27</sup>.**

<sup>25</sup> <http://www.oecd.org/dataoecd/17/51/41403444.pdf>, page 6, en ligne le 22 octobre 2008.

<sup>26</sup> [http://fuelfocus.nrcan.gc.ca/prices\\_bycity\\_f.cfm?PriceYear=2008&ProductID=1&LocationID=28#PriceGraph](http://fuelfocus.nrcan.gc.ca/prices_bycity_f.cfm?PriceYear=2008&ProductID=1&LocationID=28#PriceGraph), en ligne le 23 octobre 2008.

De plus, nos scénarios se veulent conservateurs et ils utilisent les rendements énergétiques de référence en L/100 km fournis par Transport Canada<sup>28</sup> pour des véhicules à essence et au diesel. Ces rendements tiennent compte du profil d'âge de la flotte par classe de véhicule (ici pour des véhicules de 2006). Les rendements énergétiques de référence pour les véhicules à carburant de remplacement fournis par Transport Canada sont basés sur le rapport de la firme *Levelton Engineering Ltd* rédigé pour le *National Climate Change Process* en 1999<sup>29</sup>.

Dans les trois scénarios suivants, les coûts pour chaque carburant en fonction des prix en vigueur classent le propane parmi les plus avantageux avec 35 % d'économies comparativement à l'essence en tenant compte des rendements énergétiques des véhicules. Comparativement au diesel, le propane permet des économies qui de 2,5 à 10 fois supérieures. Le E10 quant à lui est associé à des coûts les plus élevés, même comparativement à l'essence. Seul le gaz naturel présente des coûts se rapprochant de ceux du propane. Toutefois, le propane est le moins coûteux de tous les carburants pour des utilitaires légers si l'on tient compte des coûts d'infrastructure du gaz naturel comprimé dans son prix.

Plus précisément, les coûts de conversion pour le propane et le gaz naturel sont fixes. Les coûts associés au moteur diesel sont variables et dépendent de la classe du véhicule. Dans nos scénarios, les coûts de conversion et d'achat d'un véhicule diesel incluent les taxes au Québec. Nous avons pu constater que les coûts de conversion au propane sont environ 33% inférieurs à ceux du gaz naturel pour toutes les catégories. Comparativement au diesel, les coûts de conversion du propane sont supérieurs pour les véhicules automobiles à passagers et les camions à passager. Toutefois, ces coûts deviennent inférieurs au diesel pour les véhicules utilitaires légers (voir tableau 2).

En somme, si l'on considère les coûts de conversion et d'achat de motorisation permettant de rouler avec un carburant de remplacement, le propane présente l'avantage d'avoir un retour sur l'investissement plus rapide que les autres carburants.

---

<sup>27</sup> [http://fuelfocus.nrcan.gc.ca/prices\\_bycity\\_f.cfm?PriceYear=2008&ProductID=5&LocationID=28#PriceGraph](http://fuelfocus.nrcan.gc.ca/prices_bycity_f.cfm?PriceYear=2008&ProductID=5&LocationID=28#PriceGraph), en ligne le 23 octobre 2008

<sup>28</sup> <http://www.tc.gc.ca/programs/environment/UTEC/FuelEfficiency.fr.aspx>, en ligne le 23 Octobre 2008.

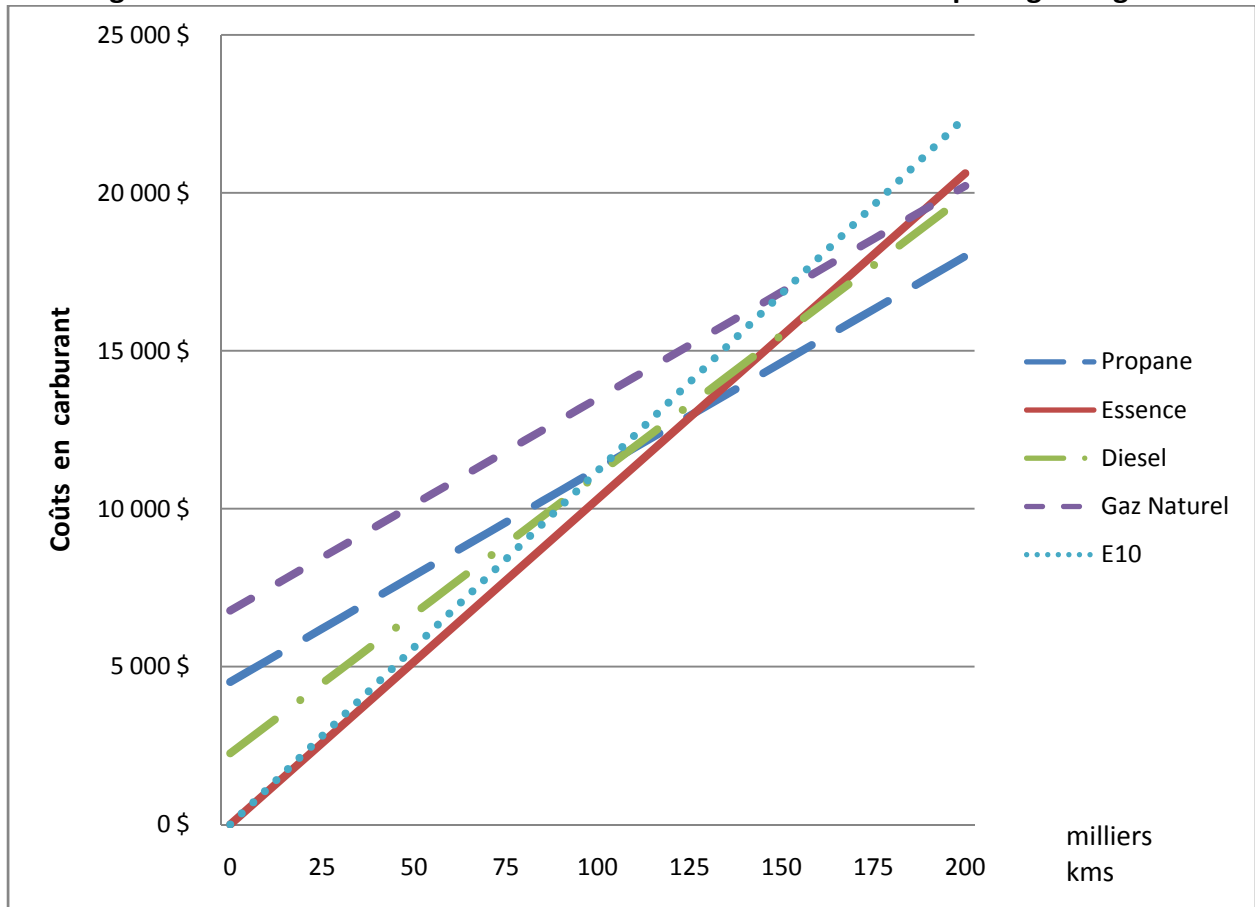
<sup>29</sup> Alternative and Future Fuels and Energy Sources for Road Vehicles » (Carburants et sources d'énergie alternatifs et futurs pour les véhicules routiers), Edwards, W., Dunlop, R., and Duo, W. Levelton Engineering Ltd. Le 12 juillet, 1999)

**Tableau 3: Comparaison des coûts des carburants**

	Essence	Diesel	Propane	Gaz Naturel	E10
<b>Prix du carburant à Montréal par litre</b>	\$1,05	\$1,21	<b>\$0,56</b>	\$0,83	\$1,12
<b>Consommation par classe de véhicule</b>					
Véhicules automobiles à passagers légers	9,8	7,3	12,1	8,1	10
Camions à passagers légers (minivans, SUV, camions légers)	12,6	10,6	15,6	10,4	12,9
Véhicules utilitaires légers	16,4	13,5	20,2	13,6	16,8
<b>Coûts aux 100 Km</b>					
	Essence	Diesel	Propane	Gaz Naturel	E10
Véhicules automobiles à passagers légers	\$10,31	\$8,83	\$6,74	\$6,72	\$11,20
Camions à passagers légers (minivans, SUV, camions légers)	\$13,26	\$12,82	\$8,69	\$8,63	\$14,45
Véhicules utilitaires légers	\$17,25	\$16,32	\$11,25	\$11,29	\$18,82
<b>Coûts de conversion et du moteur diesel</b>					
	Essence	Diesel	Propane	Gaz Naturel	E10
Véhicules automobiles à passagers légers	\$0,00	\$2 257	\$4 515	\$6 772	\$0,00
Camions à passagers légers (minivans, SUV, camions légers)	\$0,00	\$2 821	\$4 515	\$6 772	\$0,00
Véhicules utilitaires légers	\$0,00	\$5 643	\$4 515	\$6 772	\$0,00
<b>Rentabilité (100 km)</b>					
	Essence	Diesel	Propane	Gaz naturel	E10
<b>Véhicules automobiles à passagers légers</b>					
Coûts de conversion (moteur diesel)	\$0,00	\$2 257	\$4 515	\$6 772	\$0,00
Coûts aux 100 km	\$10,31	\$8,83	\$6,74	\$6,72	\$11,20
Réduction des coûts de carburant de remplacement (100 km)		\$-1,48	\$-3,57	\$-3,59	\$+0,89
Réduction des coûts de carburants de remplacement (%)		-14%	-35%	-35%	+8%
Point mort		152 133	126 474	188 828	-
<b>Camions à passagers légers (minivans, SUV, camions légers)</b>					
Coûts de conversion (moteur diesel)	\$0,00	\$2 821	\$4 515	\$6 772	\$0,00
Coûts aux 100 km	\$13,26	\$12,82	\$8,69	\$8,63	\$14,45
Réduction des coûts de carburant de remplacement (100 km)		\$-0,44	\$-4,57	\$-4,62	\$+1,19
Réduction des coûts de carburants de remplacement (%)		-3,5%	-35%	-35%	+9%
Point mort		641 628	98 883	146 489	
<b>Véhicules utilitaires légers</b>					
Coûts de conversion (moteur diesel)	\$0,00	\$5 643	\$4 515	\$6 772	\$0,00
Coûts aux 100 km	\$17,25	\$16,32	\$11,25	\$11,29	\$18,82
Réduction des coûts de carburant de remplacement (100 km)		\$-0,93	\$-6,00	\$-5,96	\$+1,56
Réduction des coûts de carburants de remplacement (%)		-5,5%	-35%	-35%	+9%
Point mort		606 008	75 232	113 541	

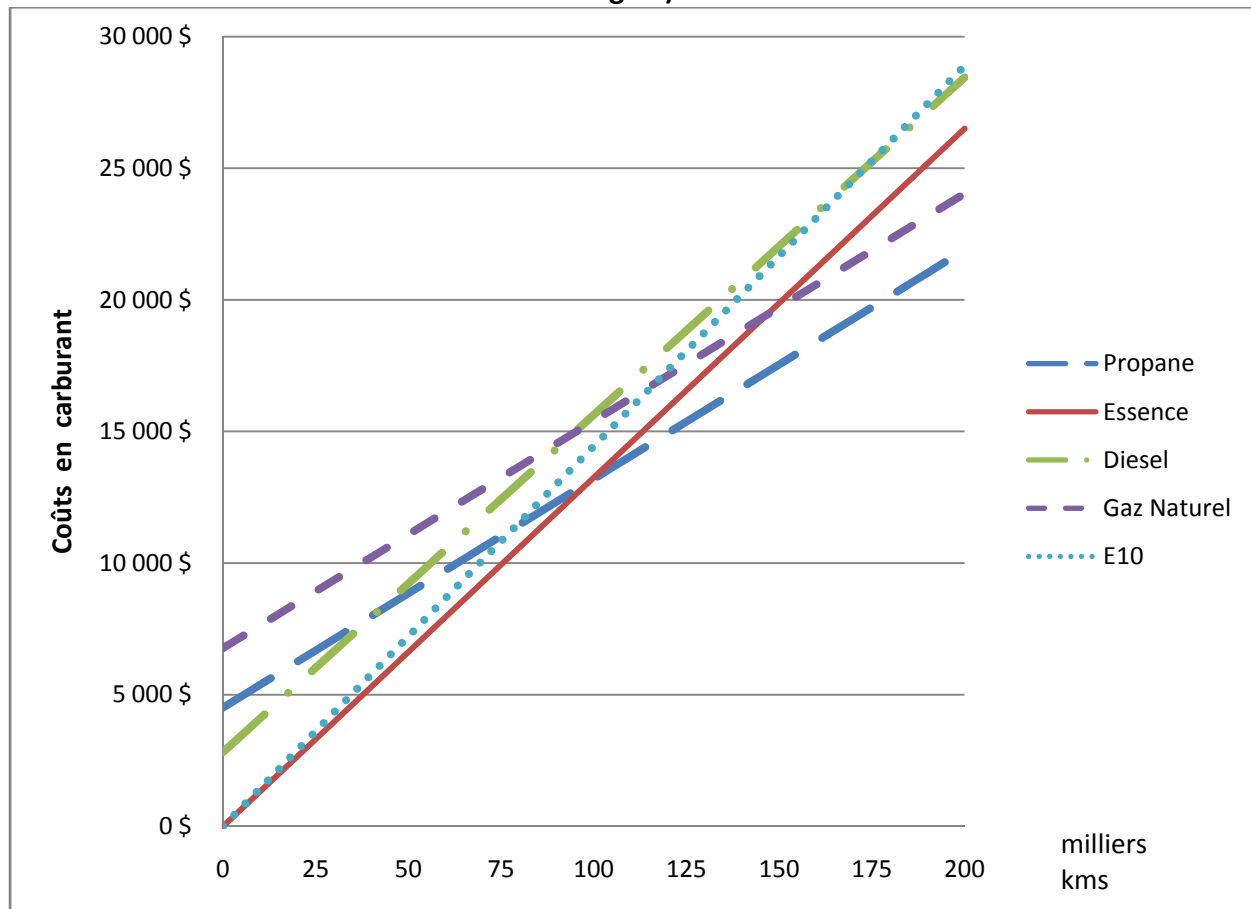
Dans une seconde étape, nous avons voulu aussi estimer le point mort associé à l'utilisation du propane. En fait, il est pertinent d'évaluer à parti de quel kilométrage le propane devient une solution rentable pour une flotte de véhicules légers. Les graphiques 8, 9 et 10 s'inspirent des scénarios développés plutôt. Ils montrent que dans le cas d'un véhicule automobile léger, le propane devient rentable après seulement 125 000 km. Dans le cas d'un camion léger consommant 12,6 litres aux 100 km ce point mort s'établit à 98 000 km, et à 75 000 km pour les véhicules utilitaires légers. Les graphiques (8 à 10) suivants présentent les coûts de carburant par type de véhicules de même classe. Le propane est l'alternative la plus rentable dans chaque des cas.

**Figure 8: Courbes de consommation des véhicules automobiles à passagers légers**



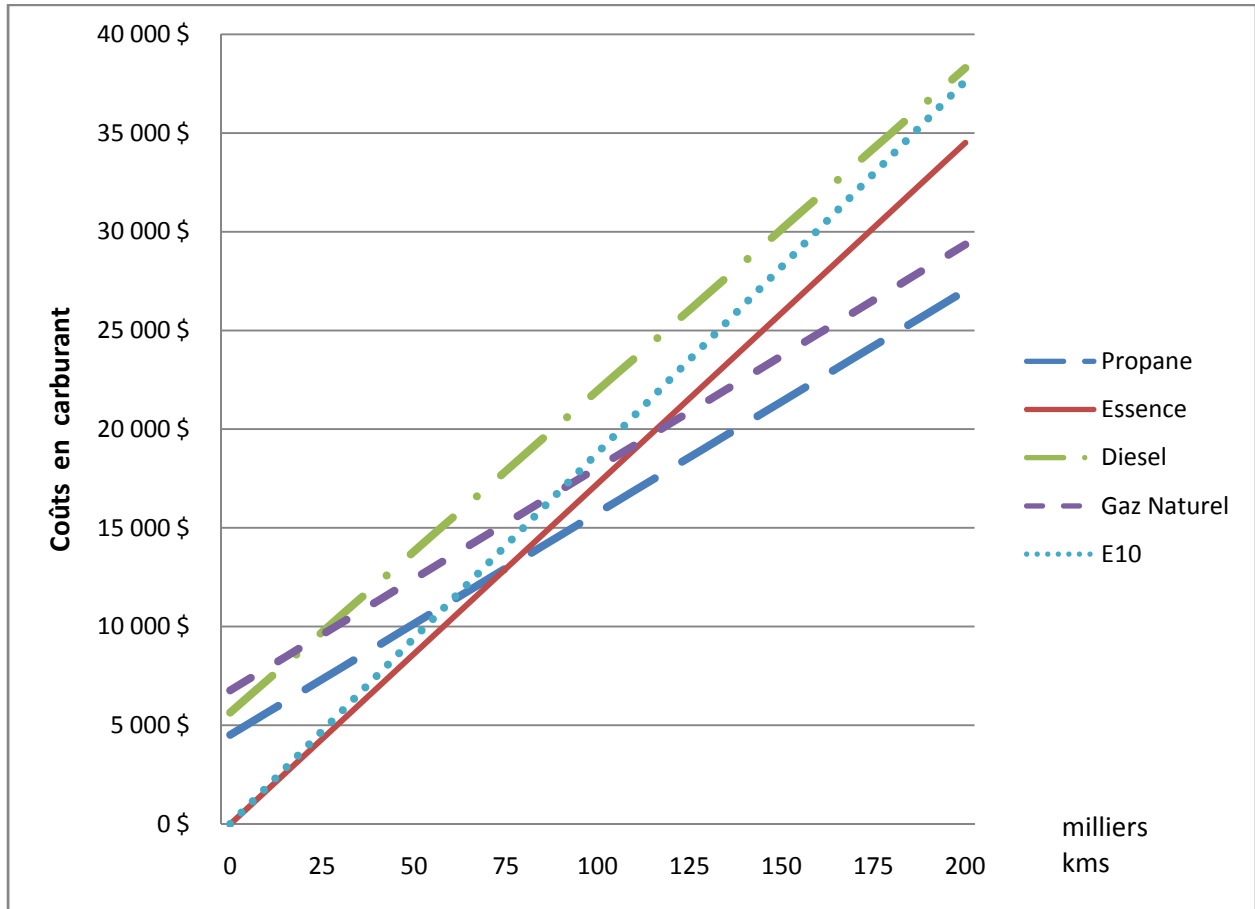
Après seulement 125 000 km parcourus, l'utilisateur amortira son amortissement pour un véhicule automobile léger.

Figure 9: Courbes de consommation des camions à passagers légers (minivans, SUV, camions légers)



Pour des véhicules camions à passagers légers, la rentabilité est atteinte après seulement environ 90 000 km parcourus.

Figure 10: Courbes de consommation des véhicules utilitaires légers



Le propane est plus rentable pour un véhicule consommant davantage de carburant aux 100 km. Son seuil de rentabilité est atteint après 75 000 km.

Nous pouvons donc en conclure que dans nos scénarios conservateurs, l'utilisation du propane permet des économies substantielles par rapport à tous les carburants de remplacement retenus. C'est la conclusion qui s'impose lorsque l'on prend en compte les coûts totaux, qui comprennent les coûts d'opération et de conversion. Aussi, plus la consommation du véhicule est importante et plus le propane devient avantageux.

## 4.2 Impacts environnementaux

Les gaz à effet de serre sont l'objet de discussions à travers la planète entière. Il s'agit d'un enjeu majeur pour plusieurs gouvernements et organisations nationales et internationales. D'ailleurs, le protocole de Kyoto propose un calendrier de réduction des émissions des gaz à effet de serre qui sont considérées comme la principale cause du réchauffement climatique. Ce protocole jouit d'un soutien important au Québec. Le gouvernement du Québec est aussi sensible à ces questions environnementales, sans doute à cause des pressions de l'opinion publique et des groupes non gouvernementaux. Dans le contexte québécois, les questions liées aux impacts environnementaux des carburants est une question importante pour l'adoption d'un carburant de remplacement comme le propane.

### 4.2.1 Les Gaz à Effet de Serre (GES)

Le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Évolution du Climat (GIEEC) a recensé plus d'une quarantaine de GES. Le Canada, en tant que signataire de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, est tenu de présenter un inventaire annuel des émissions des six GES suivants :

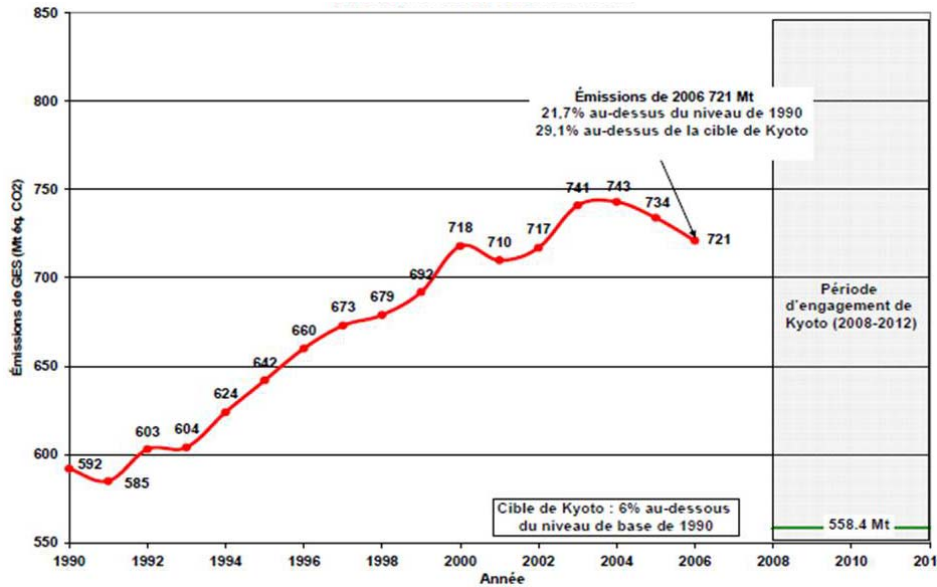
- le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>),
- le méthane (CH<sub>4</sub>),
- l'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O),
- l'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>),
- les hydrocarbures perfluorés (HPF),
- les hydro fluocarburés (HFC).

La figure 11, extraite du rapport émis par Environnement Canada sur l'inventaire canadien des GES pour 2006<sup>30</sup>, permet de voir l'évolution des émissions des GES au Canada depuis 1990 et démontre leurs croissances fulgurantes au cours des 15 dernières années. Cette évolution souligne l'importance d'agir pour tenter de réduire ces émissions.

---

<sup>30</sup> [http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/inventory\\_report/2006/som-sum\\_fra.pdf](http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/inventory_report/2006/som-sum_fra.pdf)

**Figure 11: Évolution des émissions des GES au Canada de 1990 à 2006**



Source : Environnement Canada : Inventaire canadien des gaz à effet de serre pour 2006  
Résumé des tendances

Selon Ressources naturelles Canada, le secteur des transports est responsable de 27 % des émissions de GES au Canada, les véhicules utilitaires légers étant responsables de près de la moitié de ce total. Un effort pour réduire les émissions de GES pour ce type de véhicules aura donc un impact positif sur l'environnement.

#### 4.2.2 Les Principaux Contaminants Atmosphériques (PCA)

Ce groupe de polluants est responsable des problèmes de la qualité de l'air comme le smog et les pluies acides. On y retrouve :

- les oxydes de soufre,
- les oxydes d'azote,
- les particules,
- les composés organiques volatils,
- le monoxyde de carbone

Tous les polluants ci-dessus sont notamment produits lors de la combustion de combustibles fossiles (essence, diesel, gaz naturel...).

### 4.2.3 Les impacts sur la santé

Santé Canada a mis en évidence différentes conséquences reliées aux effets de la pollution atmosphérique sur la santé des canadiens<sup>31</sup>. On y retrouve à la fois l'asthme et les autres maladies respiratoires, mais aussi les maladies cardiovasculaires.

Ainsi, une réduction des émissions des GES et PCA permettrait une amélioration de la qualité de l'air qui par conséquent diminuerait les risques de maladies directement associées à la pollution due en grande partie au secteur du transport. L'association pulmonaire<sup>32</sup> reconnaît clairement les bienfaits du propane par rapport à l'essence et encourage ce carburant de remplacement qui est moins néfaste pour la santé.

Des études faites par des médecins et scientifiques de l'université de Californie<sup>33</sup> démontrent que les émissions dues à l'utilisation du diesel peuvent entraîner des conséquences graves sur la santé des gens, à savoir certains cancers.

De nombreuses compagnies d'autobus scolaires, dont la compagnie *Blue Bird Corporation*, ont pris les devants aux États-Unis et ont converti leurs véhicules au propane afin de réduire l'exposition des enfants à ces polluants, d'améliorer la qualité de l'air et de réaliser en plus des économies de coûts notables.

### 4.2.4 Gaz naturel, éthanol et biodiesel

Le gaz naturel est considéré comme étant le plus propre des combustibles fossiles selon Environnement Canada. Comme le propane, il produit des émissions moins toxiques que l'essence et le diesel, et les émissions de GES sont réduites d'environ 22 % pour le gaz naturel comparativement à l'essence<sup>34</sup>.

L'éthanol contribue également à une réduction des émissions de GES. Ainsi, l'utilisation de l'E10 entraîne une réduction de 4 à 6 % des émissions de GES comparativement à l'essence pour l'éthanol maïs<sup>35</sup>.

Enfin, le biodiesel est biodégradable, non toxique lorsqu'utilisé comme carburant, mais il est encore utilisé à titre expérimental au Québec à cause des hivers très froids, et seulement à des concentrations de 5%. Il n'est d'ailleurs distribué que dans 4 stations-services à Montréal.

### 4.2.5 Les émissions du propane comparativement à l'essence et au diesel

L'utilisation du propane comme carburant à la place de l'essence ou du diesel permet de réduire à la fois les émissions de GES mais aussi les émissions de PCA.

---

<sup>31</sup> <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/climat/impact/index-fra.php#impacts>

<sup>32</sup> [http://www.poumon.ca/home-accueil\\_f.php](http://www.poumon.ca/home-accueil_f.php)

<sup>33</sup> "No Breathing in the Aisles: Diesel Exhaust Inside School Buses", Gina M. Solomon, M.D., M.P.H. Todd R. Campbell, M.E.S., M.P.P. Gail Ruderman Feur, Julie Masters, Artineh Samkian, Kavita Ann Paul, Contributor Jesus Santos Guzman, M.D., M.S., January, 2001

<sup>34</sup> Alternative and Future Fuels and energy sources for road vehicles. National climate change process. Préparé par Levelton engineering Ltd. Juillet 1999. Page 142

<sup>35</sup> Alternative and Future Fuels and energy sources for road vehicles. National climate change process. Préparé par Levelton engineering Ltd. Juillet 1999. Page 142

Ainsi, selon Ressources naturelles Canada, « *la combustion du propane est plus propre que celle de l'essence ou du diesel. À quantité égale, le propane produit moins d'émissions de gaz à effet de serre qui contribuent aux changements climatiques* ». Concrètement, le ministère des Ressources naturelles du Canada quantifie cette réduction à au moins 20 % comparativement à l'essence<sup>36</sup>. Selon le *Center For Clean Air Policy*, ces réductions pourraient atteindre jusqu'à 26 %<sup>37</sup>. La faible teneur en soufre permet aussi de contribuer à la diminution des polluants qui génère le smog.

Aux États-Unis, l'*Argonne National Laboratory* du département de l'énergie a étudié le cycle de vie complet du propane en termes d'émissions de GES, et est arrivé à la conclusion qu'elles étaient inférieures de 12 à 20 % par rapport au cycle complet de l'essence<sup>38</sup>.

L'alimentation des véhicules au diesel permet certes une réduction des émissions de GES de 10 à 20 % comparativement à l'alimentation à l'essence, mais les émissions de particules sont d'une importance considérable.

De nombreuses études américaines confirment ces résultats. En effet, le *California Air Resources Board* (CARB) a répertorié une liste de substances toxiques qui sont émises par les véhicules dont :

- 1,3 -butadiène,
- Formaldéhyde,
- Benzène,
- Acétaldéhyde,

Le tableau 4 illustre la présence de chacune de ces substances en milligramme pour chaque kilomètre parcouru avec de l'essence, du diesel et du propane<sup>39</sup> :

**Tableau 4: Émission des substances pour les carburants ordinaires et le propane**

(mg/km)	1,3 -butadiène	Formaldéhyde	Benzène	Acétaldéhyde
Essence	0,35	1,24	4,77	0,38
Diesel	0,36	1,03	2,93	0,35
Propane	0,07	1,04	0,39	0,27

Source : Adapté de World Gaz Association

<sup>36</sup> <http://oee.nrcan.gc.ca/transports/carburants/propane/propane-avantages.cfm?attr=16>, en ligne le 28 octobre 2008.

<sup>37</sup> Center for Clean Air Policy, Greg Dierkers, Senior Policy Analyst, Briefing to Interested California Stakeholders, 6 avril 2005.

<sup>38</sup> World LP Gas Association, LP Gas – Helping Solve the Climate Change Problem, An executive Summary of LP Gas Solutions for Climate Change

<sup>39</sup> World LP Gas Association – LP Gas and Climate Change : Targeting the Switch to Cleaner Fuels, page 28

Le propane apparaît clairement être beaucoup moins nocif pour la santé que l'essence et le diesel.

#### 4.2.6 Scénarios

L'utilisation du propane comme carburant de remplacement à l'essence permet de réduire de façon considérable les émissions de GES. Transport Canada détaille les émissions des GES dues au transport urbain et a mis au point un outil qui permet d'estimer les émissions annuelles de GES<sup>40</sup>. Comme dans le cas des coûts totaux de l'utilisation de carburants et du propane, nous avons analysé des scénarios pour les émissions de GES. Nous avons repris les trois classes de véhicules légers proposées par Transport Canada et leurs consommations respectives :

1. Automobiles à passagers légers, 9,8 l/100km
2. Camions à passagers légers (minivans, SUV, camions légers), 12,6 l/100km
3. Véhicules utilitaires légers, 16,4 l/100 km

Pour chacun de ces véhicules, les émissions de GES sont calculées pour plusieurs carburants : essence, diesel, propane, gaz naturel et essence-éthanol à 10 %. Ces émissions sont estimées en équivalent CO<sub>2</sub> en gramme par litre ainsi qu'en équivalent CO<sub>2</sub> en gramme par litre pour une distance parcourue de 100 km. Les consommations pour les différents carburants sont déterminées sur la base (1) de la consommation d'essence de 9,8 l/100 km, 12,6 l/100 km et 16,4 l/100 km respectivement, et (2) du ratio énergétique qui exprime la consommation du alternatif en fonction de la consommation d'essence. Le tableau 5 résume l'ensemble de nos résultats.

L'examen de ces données nous amène à conclure que le propane s'avère être le carburant avec les émissions de gaz à effet de serre les plus faibles. Pour un véhicule automobile à passagers léger, les émissions liées au propane s'élèvent à 18.392 kg, comparativement à 24.294 kg pour l'essence, 20.389 kg pour le diesel, 19.205 kg pour le gaz naturel, et 22.310 kg pour l'E10. Les mêmes proportions s'appliquent pour les autres catégories de véhicules. En fait, comparativement à l'essence, le propane est associé à des réductions d'émissions en équivalent CO<sub>2</sub> de 24,3% pour les véhicules automobiles à passagers légers, de 24,1% pour les camions à passagers légers et de 24,5% pour les véhicules utilitaires légers.

---

<sup>40</sup> <http://www.tc.gc.ca/programs/environment/UTEC/menu-fra.htm>, en ligne le 28 octobre 2008.

**Tableau 5: Émissions de CO<sub>2</sub> pour les classes de véhicules légers par 100 km**

Classe de véhicule		Essence	Diesel	Propane	Gaz Naturel	E10
<b>Véhicules automobiles à passagers légers</b>	Consommation (L/100km)	9.8	7.3	12.1	8.1	10
	Ratio énergétique	1	0.74	1.23	0.83	1.02
	Émissions en équivalent CO <sub>2</sub> en g/l	2 479	2 793	1 520	2 371	2 231
	Émissions en équivalent CO <sub>2</sub> pour 100 km en g/l	24 294	20 389	18 392	19 205	22 310
	Réductions permises par le propane	25%	10%		5%	18%
<b>Camions à passagers légers (minivans, SUV, camions légers)</b>	Consommation (L/100km)	12.6	10.6	15.6	10.4	12.9
	Ratio énergétique	1	0.84	1.24	0.83	1.02
	Émissions en équivalent CO <sub>2</sub> en g/l	2 479	2 793	1 520	2 371	2 231
	Émissions en équivalent CO <sub>2</sub> pour 100 km en g/l	31 235	29 606	23 712	24 658	28 780
	Réductions permises par le propane	24%	20%		5%	18%
<b>Véhicules utilitaires légers</b>	Consommation	16.4	13.5	20.2	13.6	16.8
	Ratio énergétique	1	0.82	1.23	0.83	1.02
	Émissions en équivalent CO <sub>2</sub> en g/l	2479	2 793	1 520	2 371	2 231
	Émissions en équivalent CO <sub>2</sub> pour 100 km en g/l	40 656	37 706	30 704	32 246	37 481
	Réductions permises par le propane	25%	19%		5%	15%

## 4.3 Le propane : fiable et sécuritaire

### 4.3.1 Normes et réglementations

Les normes et règlements relatifs à l'installation d'équipements de conversion au propane sur des véhicules sont très stricts d'un point de vue national ou provincial. Le code B149.5 de l'Association canadienne de normalisation porte sur l'installation des réservoirs et les systèmes d'alimentation en propane sur les véhicules routiers. Les réservoirs doivent notamment être munis d'une soupape d'arrêt de remplissage qui bloque le processus de remplissage dès que le réservoir est rempli à 80 % de sa capacité en liquide et les systèmes de carburation sont munis de dispositifs de sécurité qui permettent d'empêcher le rejet de propane en cas de rupture des canalisations lors d'un accident<sup>41</sup>. L'industrie du propane au Québec impose de nombreuses conditions relativement à l'utilisation du propane, telles que la Loi D-10 qui oblige le distributeur de propane de s'assurer de la conformité et de la sécurité d'une installation avant de l'alimenter et ce, même si une tierce personne a exécuté les travaux d'installation. Toutes ces lois et réglementations qui entourent le propane rendent l'utilisation de véhicules au propane très sécuritaire.

### 4.3.2 Inflammabilité

La concentration d'un gaz dans l'air doit être comprise entre la limite inférieure d'inflammabilité et la limite supérieure d'inflammabilité pour qu'il brûle. La zone d'inflammabilité englobe toutes les concentrations comprises entre ces limites inférieure et supérieure. Un gaz inflammable prend feu en présence d'une source d'inflammation si sa concentration est dans la zone d'inflammabilité. Pour devenir combustible, la concentration du propane doit se situer entre 2,15% et 9,6%<sup>42</sup> comparativement à celle de l'essence qui doit être entre 1,4% et 7,6%<sup>43</sup>. L'essence s'enflamme donc plus rapidement que le propane vu qu'une concentration de 1,4% dans l'air suffit pour qu'il brûle. Les vapeurs d'essence restent au niveau du sol tandis que celles du propane s'évaporent et se dispersent facilement<sup>44</sup>. Le propane est donc plus sécuritaire que l'essence compte tenu qu'il s'enflamme moins facilement et que les vapeurs de propane se dispersent plus rapidement que l'essence.

### 4.3.3 Technologie

Pour notre évaluation du propane, il est aussi essentiel de savoir si celui-ci est une alternative technologique fiable et sécuritaire. Les informations disponibles suggèrent que la technologie de conversion d'un véhicule fonctionnant à l'essence au propane est une modification simple, fiable et relativement peu coûteuse. La transformation du véhicule au propane se fait par l'installation d'un équipement de conversion qui est constitué de trois parties :

- Un détendeur injectant le gaz dans le moteur par l'arrivée d'air,
- Une carte électronique régulant l'injection en fonction de l'accélération,
- Un réservoir additionnel comme illustré dans la figure 12.

<sup>41</sup> [http://www.propanegas.ca/auto/auto\\_vehiculesafetyfeatures.asp](http://www.propanegas.ca/auto/auto_vehiculesafetyfeatures.asp), en ligne le 24 octobre 2008.

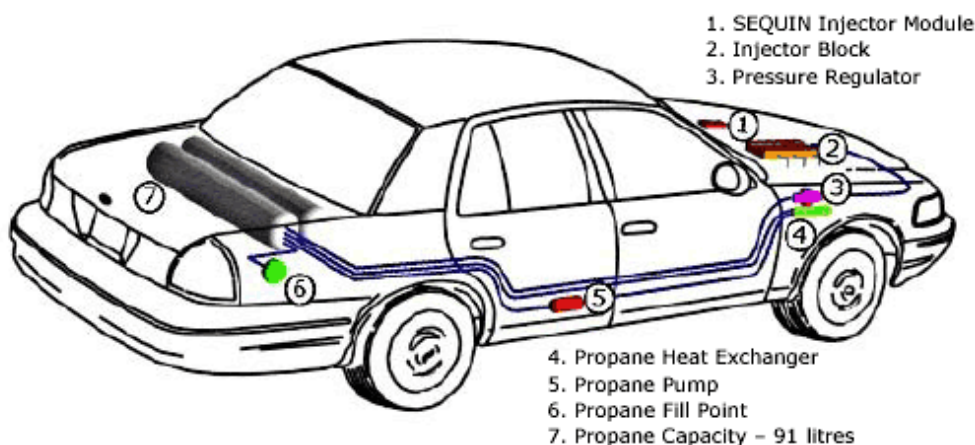
<sup>42</sup> [http://www.msp.gouv.qc.ca/incendie/incendie.asp?txtSection=publicat&txtCategorie=lignes\\_directrices&txtNomAutreFichier=propane.htm](http://www.msp.gouv.qc.ca/incendie/incendie.asp?txtSection=publicat&txtCategorie=lignes_directrices&txtNomAutreFichier=propane.htm), en ligne le 24 octobre 2008.

<sup>43</sup> <http://www.cchst.ca/reponsesst/chemicals/flammable/flam.html>, en ligne le 24 octobre 2008.

<sup>44</sup> <http://www.propanefacts.ca/safety/>, en ligne le 24 octobre 2008.

Le propane se stocke facilement à l'état liquide dans un réservoir de 200 psi<sup>45</sup> ce qui est un avantage comparativement au gaz naturel comprimé qui demande des pressions de 3 000 à 4 000 psi. Le gaz naturel est liquéfié à une pression de 3.6 psi mais nécessite une température avoisinant les - 163 degré Celsius<sup>46</sup>.

Figure 12: Équipement de conversion au propane



Source : Technologie SEQUIN : <http://www.eco-motion.ca/pages/new.html>

C'est en 1910 le propane a été identifié comme l'un des composés volatils de l'essence. Ce n'est que dans les années 1920 que débute son utilisation comme carburant alternatif à l'essence. Cette utilisation est devenue réellement populaire à partir des années 50 quand le *Chicago Transit Authority* a converti 1 000 de ses autobus urbains au propane<sup>47</sup>. Aujourd'hui, c'est plus de 10 millions de véhicules convertis au propane que l'on retrouve à travers le monde.

Avant l'arrivée des systèmes d'injection électronique d'essence dans les véhicules, la conversion au propane consistait à installer un simple système de vaporisation dans le carburateur pour introduire le gaz dans le moteur. Entre les années 80 et 90, les carburateurs ont peu à peu cédé leur place aux systèmes d'injection électronique qui permettent de mieux réguler le mélange air/carburant introduit dans le moteur et ainsi obtenir un meilleur rendement. Durant cette période, l'évolution des standards de l'*Environmental Protection Agency* (EPA) et l'apparition des injecteurs électroniques plus performants de deuxième génération ont accéléré l'abandon des carburateurs au profit des injecteurs dans l'industrie de l'automobile. L'arrivée de ces systèmes sur le marché a rendu incompatible la conversion des véhicules au propane qui reposait sur une technologie développée pour des systèmes à

<sup>45</sup> <http://alternativefuels.about.com/od/generalmaintenance/a/gaspropanemaint.htm>, en ligne le 30 octobre 2008

<sup>46</sup> <http://newenergyandfuel.com/http://newenergyandfuel.com/2008/09/09/reality-check-where-to-put-all-that-methane>, en ligne le 30 octobre 2008.

<sup>47</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Propane#Vehicle\\_fuel](http://en.wikipedia.org/wiki/Propane#Vehicle_fuel), en ligne le 22 octobre 2008

carburant. Les équipements de conversion au propane ont engendré de sérieux problèmes de fiabilité et certains ont même dû être retirés des véhicules.

Depuis la fin des années 1990, plusieurs compagnies américaines et européennes proposent des injecteurs électroniques spécifiquement conçus pour le propane en respectant les standards des fabricants automobiles d'origine (les *Original Equipment Manufacturer* ou OEM). Cette nouvelle génération d'équipement de conversion a continué à évoluer significativement dans les années 2000. Elle montre aujourd'hui une fiabilité et des résultats comparables au moteur à essence en termes de performance, qualité de conduite et sécurité. Cette nouvelle génération respecte les normes de l'EPA en matière d'émissions, de la *Canadian Standards Association* (CSA) ou de l'*Underwriters Laboratories* (UL) en matière de sécurité, ainsi qu'à l'ensemble des normes opérationnelles qu'un véhicule commercial se doit de respecter. Nous parlons ici de fiabilité, performance, tenue de route, confort, etc.

Les fournisseurs et installateurs d'équipement de conversion au propane sont nombreux au Québec et plus d'une dizaine sont répertoriés dans la seule région de Montréal. Une liste détaillée est disponible via l'Association Québécoise du propane. Quant à la technologie utilisée au Québec, nous retrouvons notamment les équipements de conversion nouvelle génération *SEQUIN*<sup>TM</sup>. C'est une technologie dite *dual fuel* qui permet d'utiliser le propane et/ou l'essence ordinaire, et qui est conforme à l'ensemble des normes environnementales, sécuritaires et électroniques en vigueur en Amérique du Nord.

L'installation d'un équipement sur un véhicule ordinaire prend environ 12 heures. L'adaptation du conducteur est de l'ordre d'un ou deux jours. Pour l'entretien, aucun équipement spécialisé ou effort supplémentaire n'est requis; au contraire, la durée de vie utile de certaines pièces se verra améliorer avec l'utilisation du propane<sup>48</sup>. De plus, le remplissage d'un réservoir de propane ne prend que quelques minutes contrairement au gaz naturel comprimé pour lequel un plein nécessite de cinq à six heures (le gaz naturel liquide n'étant pas disponible au Québec).

Un argument supplémentaire en faveur de la fiabilité et de la sécurité du propane s'appuie sur les nombreux exemples de flottes de véhicules qui utilisent le propane. Plusieurs de ces exemples se retrouvent en Ontario (voir tableau 6). Ces exemples d'adoption du propane par plusieurs organismes, aussi bien publics que privés, confirment la sécurité d'utilisation ainsi que la fiabilité de cette alternative. À titre d'exemple, la police de la ville de London, en Ontario, utilise des véhicules de patrouille convertis au propane. Quant au Québec, la majeure partie de la flotte de véhicules de la compagnie UPS fonctionne au propane depuis plusieurs années. En février 2008, la compagnie annonçait que 138 unités supplémentaires allaient être converties, ce qui porte à 2 000 le nombre total de véhicules fonctionnant au propane<sup>49</sup>.

Aucun incident majeur dû à l'utilisation du propane comme carburant de remplacement n'a été signalé et les performances sont comparables à celles des véhicules à essence.

---

<sup>48</sup> <http://www.sfitechnologies.com/sequin/> en ligne le 22 octobre 2008

<sup>49</sup> <http://www.visiondurable.com/article-188066-Livraison-au-propane-chez-UPS-Canada.html>, en ligne le 22 octobre 2008

## Tableau 6: Exemples de flottes de véhicules convertis au propane

---

### Blue Line Transportation Ltd., Hamilton, Ontario (504 559 habitants en 2006<sup>50</sup>)

*Blue Line Transportation Ltd.* est la plus importante compagnie de taxis de Hamilton, en Ontario. Au début des années 80, celle-ci a entamé la conversion de sa flotte de taxis au propane afin de réduire les coûts liés au carburant et à l'entretien. Sur les 200 automobiles et 27 camionnettes de la compagnie, 69 véhicules ont été convertis au propane et 25 autres peuvent fonctionner soit au propane, soit au gaz naturel. Le ravitaillement est assuré par l'installation d'un réservoir au sein même de la station de taxi, ce qui facilite l'opération pour les chauffeurs. Selon Tony Rizzuto, propriétaire de Blue Line, les coûts d'installation ont rapidement pu être récupérés grâce aux économies de carburant. Selon les calculs de la compagnie, la récupération des coûts de conversion au propane est d'environ neuf mois. Cette conversion a également permis de réduire les coûts de fonctionnement et d'entretien de la flotte étant donné que certaines pièces du moteur, comme les bougies d'allumage par exemple, durent plus longtemps en utilisant le propane. Selon M. Haze, vice-président de Blue Line, les sommes épargnées sont très importantes, et les « améliorations technologiques apportées aux dispositifs de conversion ont rendu ces carburants de remplacement aussi fiables que l'essence »<sup>51</sup>.

---

### Robert Q Airbus, London, Ontario (352,395 habitants en 2006<sup>52</sup>)

Cette compagnie a été créée pour offrir un service de navette entre la ville de London, et l'aéroport international Lester B. Pearson de Toronto. L'entreprise compte 32 maxis fourgonnettes, qui ont toutes été converties au propane. Selon Robert Q Airbus, trois raisons ont motivé ce choix : (1) le propane coûte moins chère que l'essence, (2) il offre une autonomie suffisante pour faire l'aller-retour entre London et Toronto sans devoir refaire le plein et (3) l'entreprise a préféré le propane au gaz naturel, étant donné qu'il offrait une autonomie plus importante et que les réservoirs sont moins encombrants. Selon le directeur général David Gray, en tenant compte du coût de la conversion, le propane permet d'économiser environ 30 000 \$ de carburant par véhicule. Le retour sur l'investissement a été réalisé en moins de six mois<sup>53</sup>.

---

### Services policiers de London, London, Ontario (352,395 habitants en 2006)

En 1982, le service de police de la ville de London a commencé à tester l'efficacité de la conversion de ses véhicules au propane. Les résultats furent tellement encourageants qu'aujourd'hui, 65 % de leur flotte a été convertie. Cela comprend 71 berlines et 20 camions et fourgonnettes. En terme de performances, les études menées par la police de London révèlent que les véhicules au propane offrent une puissance motrice de 110 chevaux vapeurs, soit seulement sept de moins qu'un véhicule à l'essence. Quant à l'accélération, un véhicule au propane met seulement 0,5 seconde de plus pour passer de 0 à 60 km/h à plein régime. En plus de performances quasi comparables aux véhicules à essence, les économies de carburants peuvent atteindre jusqu'à 11 000 \$ pendant la durée de vie utile d'un véhicule, soit deux à trois ans. Selon la police de London, au cours des 20 dernières années, les économies de carburant s'élèvent à trois à quatre millions de dollars. Finalement, sur le plan de la sécurité, bien que les véhicules de patrouilles ont été impliqués dans plusieurs collisions en ayant subi des dommages irréparables, « les réservoirs de propane, la tuyauterie à carburant et les autres pièces d'équipement ont bien résistées »<sup>54</sup>.

---

<sup>50</sup> [Stats Canada 2006 Canadian Census: Hamilton, Ontario](#). Statistiques Canada, en ligne le 24 octobre 2008.

<sup>51</sup> Office de l'efficacité énergétique, Ressources naturelles Canada  
<http://ecoflotte.rncan.gc.ca/index.cfm?fuseaction=doc.voir&id=municipalites-blueline>, en ligne le 13 octobre 2008

<sup>52</sup> [Stats Canada 2006 Canadian Census: London, Ontario](#). Statistiques Canada

<sup>53</sup> Office de l'efficacité énergétique, Ressources naturelles Canada  
<http://ecoflotte.rncan.gc.ca/index.cfm?fuseaction=doc.voir&id=camionnettes-fourg-airbus>, en ligne le 13 octobre 2008

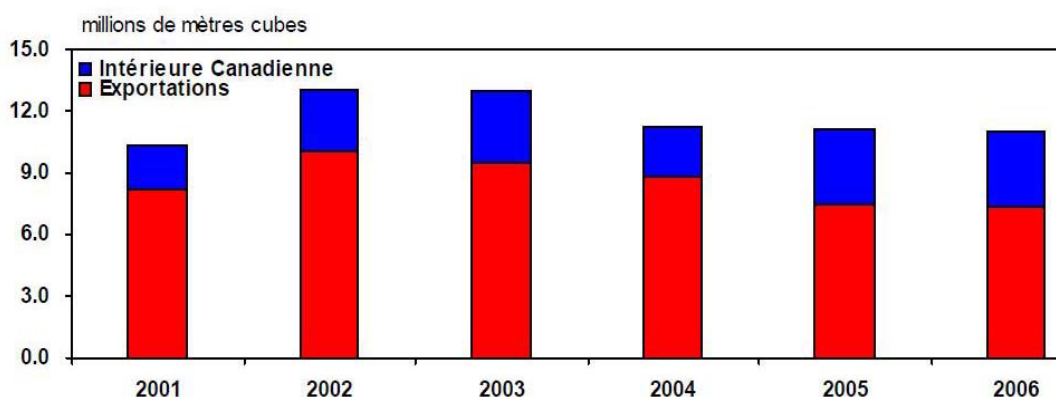
<sup>54</sup> Office de l'efficacité énergétique, Ressources naturelles Canada  
<http://ecoflotte.rncan.gc.ca/index.cfm?fuseaction=doc.voir&id=voitures-mini-fourg-london>, en ligne le 13 octobre 2008

#### 4.4 Approvisionnement et disponibilité

En 2006, le Canada a produit plus de 11 millions de mètres cubes de propane, ce qui représente près de 5% de la production mondiale, et le place parmi les principaux producteurs de propane dans le monde. La totalité de la production est localisée dans l'Ouest canadien, majoritairement dans la province de l'Alberta (98 %) et le reste est partagé entre les provinces de la Colombie-Britannique et de la Saskatchewan (0,8 % et 1,2 % respectivement). Le propane est acheminé d'ouest en est par le pipeline de Cochin pour être ensuite distribué aux détaillants par voie ferrée ou par réseau routier. Le réseau des détaillants représente 3 000 points de vente au Canada. C'est le plus important réseau de distribution de carburant de remplacement au Canada.

L'exportation de propane est un point important pour le Canada qui voit la majorité de sa production exportée vers les États-Unis, étant donné la faible demande locale<sup>55</sup>. Cette ressource nationale est sous utilisée bien que largement disponible à travers le pays.

**Figure 13: Utilisation intérieure et exportation canadienne de propane**

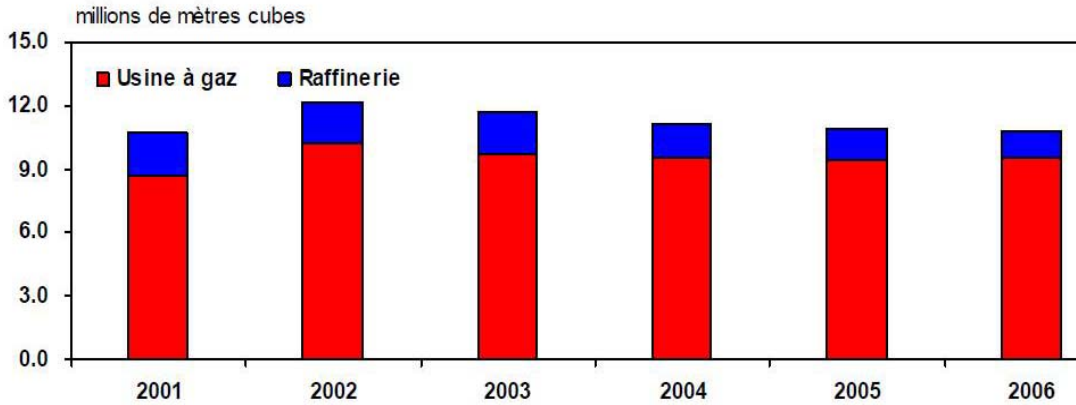


Source : Étude de marché du propane, Purvin and Gertz Inc.

La production canadienne de propane est relativement stable autant dans les raffineries que dans les usines à gaz depuis les trois dernières années. La production venant des raffineries représente moins de 15 pour cent de l'approvisionnement total.

<sup>55</sup> Propane Production and Supply in Canada, Chandra B. Prakesh, Ph.D. November 2001

**Figure 14: Provenance du propane (usine à gaz versus raffinerie)**



Source : Étude de marché du propane, Purvin and Gertz Inc.

Le raffinage consiste à extraire le propane du pétrole brut, les plus grandes stations se trouvent en Ontario (34 %), en Alberta (26 %) et au Québec (19 %).

#### 4.4.1 Le raffinage du pétrole

##### Au Canada

L'industrie du raffinage au Canada est essentiellement concentrée en Alberta et en Ontario. On compte 25 raffineries à travers tout le pays<sup>56</sup>.

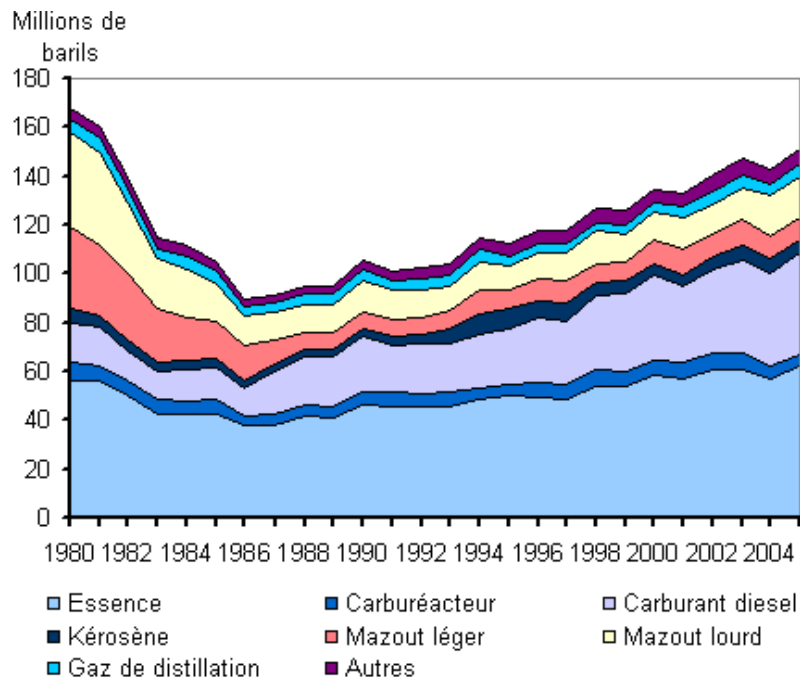
**Tableau 7: Raffineries au Canada**

Alberta	8 raffineries
Ontario	7 raffineries
Québec	3 raffineries
Maritimes	3 raffineries
Saskatchewan	2 raffineries
Colombie-Britannique	2 raffineries

Les deux principaux produits issus du raffinage sont l'essence (40 %) et le mazout (22 %). Six autres produits pétroliers, comme le diesel et le kérosène, se répartissent le 38% restant (voir figure 15). La demande pour les produits canadiens dérivés du pétrole a augmenté d'environ 3 % par an depuis 1993, et représente 18.5 milliards \$ par an.

<sup>56</sup> Site du Ministère des Ressources Naturelles du Canada

**Figure 15: Production de produits pétroliers énergétiques de 1980 à 2005**



Sources : Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec et Statistique Canada.

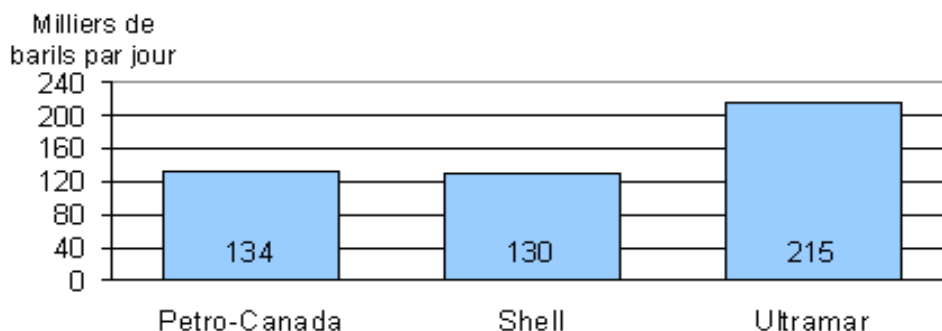
### Au Québec

Le raffinage est fait à partir du pétrole brut, de minéraux bitumineux ou résultant de leur distillation fractionnée. Les techniques de raffinage du pétrole sont essentiellement des activités de distillation fractionnée ou distillation directe du pétrole brut. Les produits extraits sont :

1. les carburants pour moteurs tels que l'essence, le kérosène, etc.
2. les combustibles tels que les fiouls légers, demi-lourds, lourds et gaz de raffinerie tels qu'éthane, le propane, le butane, etc.
3. les différentes huiles de dégraissage et des graisses.

Il y a trois raffineries en activité au Québec : *Petro-Canada*, *Shell* et *Ultramar*<sup>57</sup>.

**Figure 16: Capacité de production des raffineries**



Source : Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

La capacité totale de production des raffineries au Québec était de 478 750 barils par jours, ce qui représente environ le quart de la capacité totale de raffinage du Canada.

Après avoir connu une chute entre 1980 à 1986 due à la fermeture de quatre raffineries au Québec, la capacité de raffinage est en croissance depuis 1987. La structure de la production québécoise a changé au cours des 25 dernières années. L'essence est le principal produit issu du raffinage passant de 34 % à 41 %. La production du diesel a connu également une très forte augmentation, passant de 10 à 28 %. Celle du mazout léger est par contre passée de 20 à 6 %.

Le Québec consomme en moyenne entre 500 et 550 millions de litres de propane annuellement, soit 1 % du bilan énergétique total. Environ 75 % de cette consommation provient de l'ouest, et est acheminée principalement par chemin de fer ou camions-citernes à partir de Sarnia en Ontario. Quant aux 25 % restant, ceux-ci proviennent des raffineries québécoises<sup>58</sup>. Cette capacité de raffinage au Québec et la disponibilité du propane à travers le Canada facilitent significativement l'accessibilité et l'approvisionnement de ce carburant.

#### **4.4.2 Les infrastructures requises pour le propane**

Au-delà de la disponibilité du propane, nous avons aussi considéré sa distribution à des clients commerciaux et institutionnels. Il s'agit ici particulièrement d'examiner les infrastructures requises pour son utilisation.

Les compagnies distributrices de propane mettent généralement un réservoir à la disposition du client, qui peut-être soit loué (environ 500 \$ par an), soit acheté (environ 10 000 \$). Une fois celui-ci installé, la distribution est régulièrement assurée par le biais de camions-citernes. Le ravitaillement des citernes est un procédé rapide et tout à fait sécuritaire.

<sup>57</sup> Site du Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec

<sup>58</sup> [www.propanequebec.com/propane.htm](http://www.propanequebec.com/propane.htm), en ligne le 07 octobre 2008

Au Québec, cette distribution est assurée par plus de 80 détaillants localisés à travers l'ensemble de la province. En plus de la livraison de propane, ces derniers fournissent également des services de vente, d'installation et d'entretien d'appareils au propane. Une liste détaillée est accessible via le site de l'association québécoise de propane (<http://www.propanequebec.com/distributeur/liste.htm><sup>59</sup>).

### **Disponibilité des autres carburants de remplacement**

**Le gaz naturel** dispose d'un vaste réseau implanté au Québec par *Gaz Métropolitain*. Cependant, les coûts associés à l'installation des infrastructures d'approvisionnement de ce carburant de remplacement constituent une barrière quant à sa disponibilité. En effet, en plus de l'achat d'un réservoir de stockage dont le prix est équivalent à celui du propane, il faut également considérer l'achat d'un compresseur de gaz naturel dont le prix varie de 25 000 \$, pour une utilisation privée, à 400 000 \$ par appareil pour une utilisation commerciale destinée à des stations de ravitaillement achalandées (l'équivalent des stations d'essence).

**L'éthanol** est produit à plus de 120 millions de litres par année au Québec grâce en grande partie à l'usine *Éthanol Greenfield* à Varennes. L'E5 est vendu dans certaines stations-services au Québec, contrairement à l'E10 dont les points de vente sont assez rares, ou encore à l'E85 qui n'est toujours pas distribué au Québec. Le plus grand distributeur d'éthanol au Québec est Pétro Sonic distribuant ce carburant dans 50 % de ses stations-services, soit un peu moins d'une centaine<sup>60</sup>.

La disponibilité de l'éthanol au Canada, et donc au Québec, demeure problématique dans la mesure où on estime que les besoins de ce marché s'élèveront à 2.0 milliards de litres annuellement, alors que la capacité de production ne dépasse pas les 1.7 milliards. Ceci est d'autant plus problématique si l'on considère que le gouvernement du Québec a voté, par le biais de la loi C-33, l'obligation d'avoir un minimum de 5 % d'éthanol dans la composition du carburant vendu dans la province et ce, dans le but d'atteindre ses objectifs en matière de réduction des GES.

Par ailleurs, à cause de sa capacité à emmagasiner l'eau, l'éthanol ne peut pas être acheminé dans des pipelines. Les seules modes de transport demeurent donc le train et les camions, où les contenants doivent être spécialement aménagés pour accueillir le mélange éthanol/essence à cause de la composition de ce dernier. Ces mesures s'appliquent aussi bien au transport qu'au stockage de cette alternative<sup>61</sup>. Toutefois, bien que le réseau de distribution de ce biocarburant connaisse un développement important, il faut souligner le fait que la réduction des émissions de GES d'un carburant comme l'E5 n'excède guère 4 à 5 %, contrairement au propane qui peut atteindre jusqu'à 26 %. De plus, plusieurs organismes environnementaux militent pour que la loi C-33 soit révisée dans la mesure où celle-ci accentue les pressions liées au contexte de la crise alimentaire.

---

<sup>59</sup> [www.propanequebec.com](http://www.propanequebec.com), en ligne le 07 octobre 2008

<sup>60</sup> <http://www.lacoop.coop/medias/communiqués/2008/BiodieselLancement.pdf>, en ligne le 8 octobre 2008

<sup>61</sup> An Assessment of Propane As a Transportation Fuel For Light-Duty Fleets in Canada Gerald R. Higgins, January 2008

**Le biodiesel** est une production exclusive de *Rothsay Biodiesel* au Québec qui atteint les 35 millions de litres annuellement, et demeure un carburant de remplacement peu distribué dans la province. À titre d'exemple, le B5 n'est distribué que dans quatre stations à Montréal. Toutefois, *Petro Sonic* en partenariat avec *Norcan*, devrait commencer à mettre en place un réseau de distribution plus fiable dans les prochaines années.

Ainsi, contrairement au biodiesel et à l'éthanol qui demeurent peu distribués, le propane reste pour le moment une alternative disponible, accessible et peu dispendieuse.

## 5. Le propane: La réponse aux enjeux et politiques environnementaux

*Le propane comme carburant permet de répondre à la volonté des institutions publiques et privées qui souhaitent contribuer à l'amélioration de la qualité de l'air et à la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES).*

### 5.1.1 Le gouvernement fédéral

Le gouvernement du Canada a mis en place des mesures de réduction des GES et de pollution atmosphérique à travers le plan « Prendre le virage »<sup>62</sup>. L'objectif consiste à réduire les émissions de GES de 20 % par rapport au niveau de 2006 d'ici 2020. Ceci exige un engagement du gouvernement fédéral, des gouvernements provinciaux, des entreprises et des particuliers. Il faut pouvoir réduire les émissions et lutter contre les changements climatiques sans pour autant affecter la croissance économique du pays.

Le transport routier est la principale cause des émissions de GES à travers le monde, et le Canada n'y déroge pas. En effet, selon un rapport sur l'inventaire des GES au Canada<sup>63</sup>, il y aurait en 2005, 747 000 kilotonnes d'équivalents CO<sub>2</sub> dont 200 000 kilotonnes dans le secteur des transports. Les émissions des GES dues au secteur des transports représentent donc plus de 26 % des émissions. Le tableau suivant met en évidence la quantité de véhicules lourds et légers circulant au Canada entre 1990 et 2005 :

**Tableau 8: Tendances du parc de véhicules au Canada, 1990-2005<sup>64</sup>**

Année	Nombre de véhicules (milliers)							Total
	VE légers	CE légers	VE lourds	Motos	VD légers	CD légers	VD lourds	
1990	10 646	3 308	518	261	109	112	402	15 356
1991	10 677	3 496	463	255	110	117	394	15 512
1992	10 674	3 712	432	248	109	126	397	15 698
1993	10 761	4 019	425	247	111	145	442	16 149
1994	10 694	4 305	428	234	108	165	487	16 421
1995	10 590	4 395	387	226	104	183	513	16 398
1996	10 273	4 517	383	213	99	174	498	16 157
1997	10 420	4 939	388	225	101	188	537	16 797
1998	10 250	5 347	395	263	107	204	629	17 195
1999	10 696	5 787	349	257	114	205	616	18 024
2000	10 863	6 065	376	288	123	224	649	18 587
2001	10 969	6 266	407	327	131	231	713	19 045
2002	10 929	6 421	394	359	138	234	724	19 200
2003	10 940	6 688	410	390	142	243	742	19 554
2004	10 931	6 959	429	417	153	254	801	19 944
2005	10 961	7 386	435	437	159	277	856	20 510

Source : Rapport d'inventaire national 1990-2005 Sources et puits de GES au Canada

**Légende :**

VE légers : véhicules légers à essence

CE légers : camions légers à essence

VE lourds : véhicules lourds à essence

VD légers : véhicules légers au diesel

CD légers : camions légers au diesel

VD lourds : véhicules lourds au diesel

<sup>62</sup> [http://www.ec.gc.ca/doc/virage-corner/2008-03/pdf/COM-541\\_Cadre.pdf](http://www.ec.gc.ca/doc/virage-corner/2008-03/pdf/COM-541_Cadre.pdf), en ligne le 7 octobre 2008.

<sup>63</sup> [http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/inventory\\_report/2005\\_report/ta8\\_2\\_fra.cfm](http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/inventory_report/2005_report/ta8_2_fra.cfm), en ligne le 7 octobre 2008.

<sup>64</sup> [http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/inventory\\_report/2005\\_report/s2\\_fra.cfm#t2\\_5](http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/inventory_report/2005_report/s2_fra.cfm#t2_5), en ligne le 7 octobre 2008.

La croissance fulgurante des émissions entre 1990 et 2005 pour le parc de véhicules au Canada démontre l'importance d'agir et de trouver des solutions pour réduire les émissions de GES des véhicules pour pouvoir atteindre les objectifs fixés dans le plan « Prendre le virage ».

### **5.1.2 Le gouvernement et les municipalités du Québec**

En 2005, les émissions totales de GES au Québec se chiffraient à 92 mégatonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>, ce qui représentait 12,3% des émissions canadiennes<sup>65</sup>. Au Québec aussi, le secteur des transports est celui qui produit le plus d'émissions avec 35.6 mégatonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>, soit plus de 35 % des émissions. Il est donc essentiel d'agir au niveau de ce secteur pour pouvoir réduire les émissions tout en préservant la compétitivité des entreprises québécoises.

Un plan comprenant vingt-quatre actions a été adopté par le gouvernement du Québec en juin 2007<sup>66</sup>. Ce plan vise à réduire les émissions de GES et s'adapter aux changements climatiques d'ici 2012. Une des actions de ce plan consiste à inciter les municipalités à adopter un règlement pour lutter contre les effets polluants des véhicules qui fonctionnent régulièrement au ralenti d'ici 2010. Des solutions s'imposent pour pouvoir répondre à ces problématiques.

Le gouvernement du Québec reconnaît le rôle important des municipalités dans la réduction des GES et la diminution des coûts d'opération des flottes publiques. Les municipalités avec leur population et leurs activités industrielles sont de grands utilisateurs de carburant. Le propane s'adresse à des villes de tailles variant de petites à moyennes, éloignées des grandes municipalités et autonomes au niveau de leur approvisionnement en carburant, mais aussi aux grandes municipalités qui ont des consommations de carburant très élevées.

### **5.1.3 Entreprises privées**

De nombreuses entreprises privées au Québec ont des flottes de véhicules considérables. Elles doivent faire face à la montée des prix de l'essence et donc surmonter les difficultés associées à la gestion de leur budget lorsque des situations comme celle de l'hiver 2008, où le prix de l'essence a dépassé 1,5 \$ le litre, se présentent. Les entreprises recherchent donc des solutions pour réduire les coûts associés à la consommation des véhicules, et qui pourront aussi réduire les émissions de GES.

Certaines compagnies utilisent des véhicules spécifiquement adaptés à leur besoin de services et de maintenance mobile. Ces véhicules roulant à l'essence sont équipés de systèmes électroniques de puissance à forte consommation en énergie électrique. En plus de remplir leur fonction de transport de matériel, ces véhicules servent de génératrice pour faire fonctionner les équipements sur des zones de maintenance où il n'y a pas de connexion électrique. Le moteur continue de fonctionner à l'arrêt pour alimenter les équipements électriques et permettre aux techniciens d'opérer. Dans ce cas particulier, même si le kilométrage n'est pas significatif, l'utilisation de propane est une solution alternative très rentable et efficace pour diminuer les coûts d'opération de ces véhicules dont la consommation atteint parfois les 25 litres aux 100

---

<sup>65</sup> <http://www.mddep.gouv.qc.ca/changements/ges/2005/inventaire2005.pdf>, en ligne le 7 octobre 2008.

<sup>66</sup> <http://communiqués.gouv.qc.ca/gouvqc/communiqués/GPQF/Juin2006/15/c9630.html>, en ligne le 7 octobre 2008.

km. La pollution est aussi très importante parce que le véhicule reste stationnaire pendant des heures.

Que ce soit pour des flottes privées qui font beaucoup de kilomètres comme les taxis ou pour des flottes de véhicules à faible kilométrage, mais qui consomment beaucoup de carburant comme les véhicules équipés de systèmes électriques, une solution alternative à l'essence s'impose. Il n'y a aucune alternative autre que le propane pour diminuer de façon simple et efficace les émissions de gaz à effet de serre et réduire les coûts d'exploitation de ces véhicules spécifiques qui tournent de manière continue pour produire de l'électricité. Le propane représente une solution optimale pour cette classe de véhicule.

## **5.2 Les avantages de l'utilisation du gaz propane**

Il est maintenant temps de faire la synthèse de nos analyses et observations afin de dégager les principaux avantages associés à l'utilisation du propane comme carburant de remplacement pour les flottes de véhicules légers.

Ainsi, nous avons pu constater que le propane s'adresse à toutes les compagnies publiques et privées qui souhaitent réaliser à la fois des économies de coûts et réduire leurs émissions de GES

Le propane est en moyenne 40 % moins cher que l'essence, à la pompe, depuis les cinq dernières années. Le prix moyen du propane vendu au détail à Montréal pour l'année 2008 est de 0,95 \$/l comparativement à 1,27 \$/l pour l'essence<sup>67</sup>. Le prix du propane est moins volatil que les prix de l'essence et du diesel, ce que le rend plus attrayant et ce même s'il faut en moyenne 1,2 litre de propane pour parcourir la même distance qu'avec 1 litre d'essence.

D'un point de vue environnemental, la combustion du propane est plus propre que celle de l'essence. Le propane produit 20 à 26 % moins de GES que l'essence. Les émissions des GES dans le cycle de vie complet du propane sont de 12 à 20 % inférieures à celles du cycle de vie de l'essence. De plus, le propane dégage significativement moins d'émissions de polluants dans l'air que le diesel, ce qui le rend moins toxique.

En somme, en matière de réduction des coûts et des émissions de GES, le propane a un avantage indéniable par rapport aux autres carburants (voir tableau 9).

---

<sup>67</sup> [http://fuelfocus.nrcan.gc.ca/prices\\_bycity\\_f.cfm?PriceYear=2008&ProductID=6&LocationID=28#PriceGraph](http://fuelfocus.nrcan.gc.ca/prices_bycity_f.cfm?PriceYear=2008&ProductID=6&LocationID=28#PriceGraph), en ligne le 21 octobre 2008.

**Tableau 9: Synthèse des réductions des coûts d'exploitation et des émissions par rapport à l'essence**

Classe de véhicule	Réduction (%)	Diesel	Propane	Gaz Naturel	E10
<b>Véhicules automobiles à passagers légers</b>	Coûts des carburants	-14%	-35%	-35%	8%
	Émissions en équivalent CO <sub>2</sub>	-16%	-24%	-21%	-8%
<b>Camions à passagers légers (minivans, SUV, camions légers)</b>	Coûts carburants	-3,5%	-35%	-35%	9%
	Émissions en équivalent CO <sub>2</sub>	-5%	-24%	-21%	-8%
<b>Véhicules utilitaires légers</b>	Coûts carburants (%)	-5,5%	-35%	-35%	9%
	Émissions en équivalent CO <sub>2</sub>	-7%	-24%	-21%	-8%

Prix en date du 21 octobre 2008 (voir tableau 2: Prix des carburants)

Nous pouvons pousser notre synthèse un peu plus loin en incluant les autres paramètres utilisés pour notre comparaison. Il s'agit des questions de coûts de conversion et d'installation, de la disponibilité, de la fiabilité et de la sécurité notamment. Le tableau 10 montre les résultats de cette synthèse.

Nous proposons ainsi de donner un rang (de 1 à 5) à chacun des carburants de remplacement en fonction de leur performance pour chacun des sept paramètres retenus: coûts d'opérations, émissions de GES, coûts de conversion, fiabilité, sécurité, approvisionnement et disponibilité. Un rang de 1 représente la meilleure performance d'un carburant par rapport à ce paramètre, un rang de 5, la pire performance.

**Tableau 10: Avantages comparatifs du propane - Une approche multicritères**

	Essence	Diesel	Propane	Gaz Naturel	E10
<b>Coûts d'opération</b>	5	4	1	1	3
<b>GES</b>	5	4	1	2	3
<b>Coûts de conversion</b>	1	2	3	4	1
<b>Fiabilité</b>	1	1	1	3	2
<b>Sécurité</b>	1	1	1	4	3
<b>Approvisionnement</b>	1	1	2	3	2
<b>Disponibilité</b>	1	1	3	5	4
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>22</b>	<b>17</b>
<b>Rang final</b>	<b>3e</b>	<b>2e</b>	<b>1er</b>	<b>5e</b>	<b>4e</b>

Essentiellement, le propane constitue le carburant de remplacement le plus économique de tous une fois que l'on prend en compte l'ensemble des coûts liés tant aux opérations qu'à la conversion. C'est aussi le carburant de remplacement le moins nocif et donc le plus propre. Le propane offre en plus ces performances une disponibilité, une fiabilité et une sécurité supérieures aux autres carburants de remplacement. En fait, sa fiabilité et sa sécurité sont au moins équivalentes aux carburants traditionnels; en d'autres mots, des performances avantageuses à des coûts aussi très avantageux. Enfin, le propane est une technologie disponible maintenant, dont on peut tirer avantage en ce moment même, contrairement aux autres technologies alternatives qui ne le sont simplement pas.

La somme de cette classification nous permet de conclure que le propane est une solution optimale pour les flottes de véhicules légers à utilisation commerciale et institutionnelle. Au deuxième rang, l'on retrouve le diesel dont la performance en termes de sécurité, fiabilité et disponibilité compense pour ses coûts et ses émissions élevés. Au dernier rang, l'on retrouve le gaz naturel qui malgré de bons résultats pour les coûts et les émissions, est nettement désavantagé par rapport aux autres critères, notamment pour la conversion, la sécurité et la disponibilité. L'avant dernier rang est occupé par l'E10. Malgré ses désavantages, l'essence se retrouve en milieu de peloton.

## 6. Conclusion

Ce rapport avait pour objectif d'évaluer le potentiel d'utilisation du gaz propane pour les flottes de véhicules légers. Nous avons ainsi comparé le propane aux carburants traditionnels à savoir l'essence et le diesel ainsi qu'aux carburants de remplacement tels que l'éthanol, le biodiesel, le gaz naturel, l'hydrogène et finalement aux technologies hybrides et électriques.

Nos analyses ont montré que les carburants de remplacement considérés ne sont présentement pas tous envisageables compte tenu de leur stade de développement ou de leur disponibilité sur le marché. Les voitures électriques, au même titre que la technologie à hydrogène, ne peuvent pas être envisagées pour des flottes de véhicules compte tenu de leur autonomie ou de leur réseau d'approvisionnement limité. Bien que les voitures hybrides soient en forte croissance au Québec, il n'en demeure pas moins que leur utilisation n'est pas en mesure de satisfaire les différents besoins des flottes commerciales de véhicules légers.

De plus, notre étude a révélé que le propane était le carburant le moins coûteux parmi toutes les alternatives envisagées. En plus de générer des économies de carburant comparativement à l'essence, les coûts associés à la conversion des véhicules et à l'installation de l'infrastructure nécessaire au ravitaillement de la flotte sont également plus avantageux que son plus proche concurrent, le gaz naturel comprimé. L'amortissement des coûts de conversion varie selon les différentes classes de véhicules légers, les véhicules automobiles à passagers légers, les camions à passagers légers et les utilitaires légers. Le propane a la meilleure rentabilité parmi le diesel, le gaz naturel et l'éthanol E10. Par exemple, la conversion au gaz propane pour les véhicules utilitaires légers consommant en moyenne 16 litres aux 100 km est amortie après seulement 75 000 km, alors que l'amortissement du gaz naturel prend un peu plus de 100 000 km.

Pour les flottes de véhicules légers, le propane est le moins polluant des carburants de remplacement devant le gaz naturel, l'éthanol (E10) ou le biodiesel. Que ce soit pour les automobiles légères, les camions et les utilitaires légers, la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> avec le propane au 100 km par rapport à l'essence ordinaire est la plus importante avec environ 24 % de réduction.

La technologie de conversion au propane a considérablement évolué depuis l'arrivée des systèmes d'injection électronique des moteurs à essence. Cette technologie est aujourd'hui prouvée, fiable, sécuritaire et permet d'obtenir des performances équivalentes à celles d'une voiture ordinaire comme en témoignent plusieurs flottes citées dans les études de cas. Ces nouveaux équipements de conversion respectent l'ensemble des standards d'émissions, de sécurité et de fiabilité de l'industrie automobile.

Bien que le gaz naturel soit fortement présent sur le territoire québécois, les coûts des infrastructures associés à son utilisation comme carburant alternatif constituent sans aucun doute un frein à sa disponibilité. Quant au biodiesel et à l'éthanol (E10 et E85), les points de distribution de ces carburants demeurent très rares au Québec. Le propane, grâce à la présence de plus de 80 compagnies de distribution à travers le Québec, est l'alternative - avec l'E5 qui

demeure toutefois très polluant et plus dispendieux - la plus disponible et accessible présentement sur le marché.

En somme, il est de notre avis que le gaz propane représente une solution optimale pour les gestionnaires de flottes de véhicules qui recherchent des réductions à la fois de coûts et d'émissions de gaz à effet de serre, et ce, par le biais d'une technologie éprouvée, fiable, et disponible dès maintenant. Devant une telle conclusion, nous ne pouvons qu'encourager les gestionnaires de flottes à envisager cette option pour leur flotte de véhicules.

## 7. Bibliographie

### Propane

- Matt Antes, Ross Brindle, Joe McGervey, Lindsey Pack, and Beth Zotter with Energetics Incorporated (June 2007). *Propane reduces Greenhouse Gas Emissions: A comparative Analysis*, sponsored by the Propane Education & Research Council (PERC), 39 p.
- Energy Information Administration Center (January 2008). *Propane prices: What consumers should know*, Washington, United States, 4 p.
- Chandra B. Prakash (November 2001). Propane production and supply in Canada, Ontario, Canada, 10 p.
- Association Québécoise du Propane (Octobre 2004). *Rapport du groupe de travail sur le propane*, Quebec, Canada, 91 p.
- Germain Daniel, (October 1996). *L'industrie du propane s'estime négligée par le gouvernement*, Journal les Affaires, Quebec, Canada, 2 p.
- US Department of Energy, The Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (October 2002). *Liquefied Petroleum Gas*, Alternative Fuel News, Volume 6, Number 2, United States, 7 p.
- Purvin & Gertz Inc. (2007). *Propane market study summary report, prepared for Propane Gas Association of Canada*, 17 p.

### Carburants de remplacement

- Gaz de France (Avril 2007). *Gaz naturel vehicles et le remplissage à domicile: une réponse concrète aux enjeux actuels des transports*, Paris, France, 11 p.
- Gouvernement du Canada, Office Nationale de l'Énergie (October 2005). *Évaluation du marché de l'énergie : Perspectives à court terme du gaz naturel et des liquides de gaz naturel*, Canada, 75 p.
- Brian Keating, Australian Commonwealth Scientific and Research Organization (April-June 2004). *Ethanol: what's it all about?*, Australia, 5 p.
- Gouvernement du Québec. *L'Éthanol: Un carburant renouvelable pour un développement durable*, Québec, Canada, 8 p.
- Martin Sallon (2008). *Sonic distribue du biodiesel dans près de 100 stations services*, Communiqué Sonic, 1 p.
- Hydrogen Systems. The Canadian opportunity for greenhouse gas reduction and economic growth through the deployment of hydrogen technologies and infrastructures, 34 p.
- Stephan, Craig & Sullivan, John (2008). *Environmental and Energy implications of plug-in hybrid-electric vehicles*, *Environmental Science and Technologies*, volume 42, 6 pages.
- Electric Power Research Institute (July 2007). *Environmental Assessment of Plug-In Hybrid Electric Vehicles*, 56 pages.
- Gouvernement du Québec, Développement durable, Environnement et Parcs (December 2007). *Étude d'impact économique : Projet de règlement sur les émissions de*

gaz à effet de serre des véhicules automobiles et sur les redevances pour les émissions excédentaires. Québec City, Québec, Canada, 52 p.

- Gouvernement du Québec, Ministère du développement durable, Environnement et Parcs. *Nouveau plan sur les changements climatiques 2006-2012 : le Québec et les changements climatiques, un défi pour l'avenir*, Québec, Canada, 3 p.
- Gouvernement du Québec, Ministère des ressources naturelles et de la faune (2006). *L'énergie pour construire le Québec de demain*, Québec, Québec, Canada, 138 p.

### **Aspects économiques**

- Gouvernement du Québec, Ministère des finances (May 2008). *Études économiques, fiscales et budgétaires : Hausse du prix des hydrocarbures*, Volume 2, Numéro 1, Québec, Canada, 6 p.
- Government of Canada, Natural Resources Canada (May 2008). *Canadian Petroleum Product Market Outlook, Spring 2008*, Canada, 14 p.
- Canadian Association of Petroleum Producers (2006). *Reserves at December 31, 2006*, 6 p.

### **Environnement**

- California Environmental Protection Agency (December 2004). *Greenhouse Gas Emissions and Lower-Carbon Fuels*, California, United States, 28 p.
- Gouvernement du Canada (March 2008). *Prendre le virage : Cadre réglementaires sur les émissions industrielles de gaz à effet de serre*, Canada, 34 p.
- Ministère des ressources naturelles, de la faune et des parcs (2004). *Le secteur énergétique au Québec : Contexte, Enjeux et Questionnements*, Québec, Canada 62 p.
- Gouvernement du Québec, Agence de l'Efficacité Énergétique (2007). *Guide de sensibilisation à la réduction de la consommation de carburant et des émissions de gaz à effet de serre en transport*, Québec, Canada, 52 p.
- Natural Resources Canada (2008). *Fuel consumption guide*, Canada, 65 p.
- Gouvernement du Québec, Ministère des Ressources Naturelles et de la Faunes (2006). *L'énergie pour construire le Québec de demain: la stratégie énergétique du Québec 2006-2015*.
- Samaras, Constantine & Meisterling, Kyle (2008). *Life cycle assessment of greenhouse gas emissions from plug-in hybrid vehicles: implication for policy*, *Environmental Science and Technologies*, volume 42, 6 pages.