

# Les camions et les émissions atmosphériques

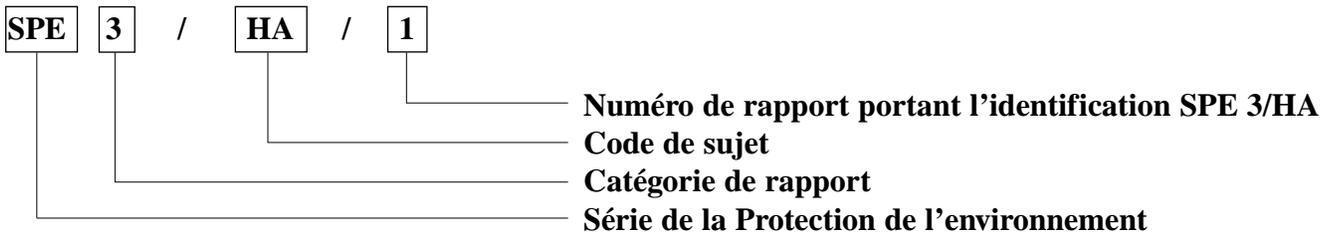
Septembre 2001  
Rapport final



SPE 2/TS/14 - Septembre 2001  
Direction générale de la prévention  
de la pollution atmosphérique  
Service de la protection de l'environnement  
Environnement Canada

## SÉRIE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

### Exemple de numérotation :



### Catégories

- |   |   |
|---|---|
| 1 | Règlement/Lignes directrices/<br>Codes de pratiques                 |
| 2 | Évaluation des problèmes et options<br>de contrôle                  |
| 3 | Recherche et développement tech-<br>nologique                       |
| 4 | Revues de la documentation  |
| 5 | Inventaires, examens et enquêtes                                    |
| 6 | Évaluations des impacts sociaux,<br>économiques et environnementaux |
| 7 | Surveillance  |
| 8 | Propositions, analyses et énoncés de<br>principes généraux          |
| 9 | Guides  |

### Sujets

- |            |  |
|------------|--|
| <b>AG</b>  | Agriculture                                      |
| <b>AN</b>  | Technologie anaérobie                            |
| <b>AP</b>  | Pollution atmosphérique                          |
| <b>AT</b>  | Toxicité aquatique                               |
| <b>CC</b>  | Produits chimiques commerciaux                   |
| <b>CE</b>  | Consommateurs et environnement                   |
| <b>CI</b>  | Industries chimiques                             |
| <b>FA</b>  | Activités fédérales                              |
| <b>FP</b>  | Traitement des aliments                          |
| <b>HA</b>  | Déchets dangereux                                |
| <b>IC</b>  | Produits chimiques inorganiques                  |
| <b>MA</b>  | Pollution marine                                 |
| <b>MM</b>  | Exploitation minière et traitement des minéraux  |
| <b>NR</b>  | Régions nordiques et rurales                     |
| <b>PF</b>  | Papier et fibres                                 |
| <b>PG</b>  | Production d'électricité                         |
| <b>PN</b>  | Pétrole et gaz naturel                           |
| <b>RA</b>  | Réfrigération et conditionnement d'air           |
| <b>RM</b>  | Méthodes de référence                            |
| <b>SF</b>  | Traitement des surfaces                          |
| <b>SP</b>  | Déversements de pétrole et de produits chimiques |
| <b>SRM</b> | Méthodes de référence normalisées                |
| <b>TS</b>  | Transports                                       |
| <b>TX</b>  | Textiles   |
| <b>UP</b>  | Pollution urbaine                                |
| <b>WP</b>  | Protection et préservation du bois               |

Des sujets et des codes supplémentaires sont ajoutés au besoin. On peut obtenir une liste des publications de la SPE en s'adressant aux Publications de la Protection de l'environnement, Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0H3.



# Les camions et les émissions atmosphériques

Septembre 2001  
Rapport final



SPE 2/TS/14 - Septembre 2001  
Direction générale de la prévention  
de la pollution atmosphérique  
Service de la protection de l'environnement  
Environnement Canada

## **Données de catalogage avant publication de la Bibliothèque nationale du Canada**

Vedette principale au titre :

Les camions et les émissions atmosphériques

(Rapport ; SPE 2/TS/14)

"Rapport final"

Publ. aussi en anglais sous le titre: Trucks and Air Emissions.

Comprend des références bibliographiques.

ISBN 0-660-96595-X

N° de cat. En49-24/1-53F

1. Camions – Moteurs – Gaz d'échappement – Aspect de l'environnement.
2. Moteurs diesel – Gaz d'échappement – Aspect de l'environnement.
3. Carburants – Aspect de l'environnement.
4. Air – Qualité – Gestion – Canada.
  - I. Canada. Direction générale de la prévention de la pollution.
  - II. Canada. Environnement Canada.
  - III. Coll.: Rapport (Canada. Environnement Canada) ; SPE 2/TS/14.

TL214.E93T78 2001 629.2528 C2001-980280-3

# Table des matières

<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>Camions et camionnage au Canada</b> .....	<b>3</b>
Importance sur le plan de l'économie.....	3
Parcs de véhicules et démographie .....	3
<i>Véhicules commerciaux immatriculés</i> .....	4
Circulation de marchandises .....	5
Construction de véhicules.....	7
<b>Émissions des camions</b> .....	<b>9</b>
Notions élémentaires sur les émissions .....	9
Estimation des émissions présentement.....	9
Comparaison des émissions du transport intermodal.....	10
<b>Programmes de réduction des émissions</b> .....	<b>13</b>
Normes nord-américaines.....	13
<i>Modèles 1987 à 2003</i> .....	14
<i>Modèles 2004 et suivants</i> .....	15
<i>Jugement convenu</i> .....	15
<i>Modèles 2007 et suivants</i> .....	15
Europe .....	16
Ailleurs dans le monde.....	17
Programmes d'inspection, d'entretien et de modification en service.....	17
<i>Inspection des véhicules</i> .....	17
<i>Gestion du vieillissement des véhicules</i> .....	18
<i>Programmes de modernisation</i> .....	18
<b>Options et solutions technologiques</b> .....	<b>21</b>
Technologies des moteurs.....	21
Propriétés du carburant diesel .....	22
<i>Cétane</i> .....	22
<i>Soufre</i> .....	22
Carburants de remplacement .....	23
<i>Gaz naturel</i> .....	24
<i>Éthanol</i> .....	24
<i>Biodiesel</i> .....	24
<i>Hydrogène</i> .....	24
Autres technologies .....	25
<b>Options d'exploitation des véhicules</b> .....	<b>27</b>
Régulation de la vitesse .....	27
Congestion.....	28
Poids et dimensions des véhicules.....	29
Construction et entretien des routes.....	30
Formation des conducteurs.....	30

# Liste des figures et des tableaux

## Liste des figures

Figure 1	Emploi dans l'industrie canadienne du camionnage . . . . .	3
Figure 2	Système de classification des véhicules en fonction de leur poids . . . . .	4
Figure 3	Répartition en pourcentage des camions de poids moyen et lourd au Canada, en fonction du poids . . . . .	4
Figure 4	Répartition des parcs de véhicules par province . . . . .	4
Figure 5	Répartition des véhicules selon leur âge . . . . .	5
Figure 6	Répartition estimée de la consommation de carburant selon les véhicules commerciaux . . . . .	5
Figure 7	Émissions des camions lourds . . . . .	10
Figure 8	Sources des émissions de gaz à effet de serre (ensemble du transport) en 1997 . . . . .	10
Figure 9	Poids et efficacité des camions . . . . .	12
Figure 10	Concentration de particules dans une rue échantillonnée de Copenhague . . . . .	23
Figure 11	Exigences de puissance et vitesse sur la route . . . . .	27
Figure 12	Indices de potentiel de congestion dans des villes canadiennes . . . . .	28
Figure 13	Effet des arrêts sur la consommation de carburant des véhicules légers . . . . .	29

## Liste des tableaux

Tableau 1	Circulation des marchandises au Canada, 1998. . . . .	6
Tableau 2	Activités de camionnage pour compte d'autrui en fonction des produits, 1998. . . . .	6
Tableau 3	Estimations des émissions totales au Canada, 1995 . . . . .	10
Tableau 4	Comparaison des taux d'émissions d'un camion et d'une locomotive . . . . .	11
Tableau 5	Normes d'émission canadiennes et américaines pour les moteurs diesel lourds . . . . .	14
Tableau 6	Normes d'émission de la Californie pour les moteurs diesel lourds . . . . .	15
Tableau 7	Normes d'émission américaines pour les moteurs diesel lourds modèles 2004 et suivants . . . . .	15
Tableau 8	Normes de l'Union européenne pour les émissions des moteurs diesel lourds. . . . .	16
Tableau 9	Normes d'émissions des moteurs diesel et à essence, cycle de mesure ETC. . . . .	17
Tableau 10	Normes japonaises d'émission pour les véhicules lourds . . . . .	17
Tableau 11	Exigences de modification en Suède . . . . .	19
Tableau 12	Effet de la vitesse sur la consommation de carburant des camions . . . . .	27

## Déni de responsabilité

Le présent rapport a été préparé par le consultant pour d'Environnement Canada et la Direction générale de la prévention de la pollution atmosphérique. La publication de ce rapport ne signifie pas nécessairement que son contenu soit conforme aux vues ou aux politiques d'Environnement Canada.

Ni Environnement Canada, ni la Direction générale de la prévention de la pollution atmosphérique, ni le consultant, ni toute personne agissant pour leur compte, ne fournissent aucune garantie, expresse ou implicite ni n'assument une responsabilité légale quant à l'exactitude de toute information ou à l'intégralité ou l'utilité de tout matériel, produit ou procédé exposé, ni n'acceptent la responsabilité de l'utilisation ou des dommages résultant de l'utilisation des éléments susmentionnés. En outre, ils ne peuvent nullement garantir que leur utilisation ne porterait pas atteinte aux droits de propriété privée.

Dans le présent rapport, toute mention d'une appellation commerciale, d'une marque de commerce, d'un fabricant ou autre relativement à un produit, procédé ou service commercial particulier ne constitue nullement une recommandation de la part d'Environnement Canada.

## Remerciements

L'auteur tient à remercier les personnes et les groupes suivants de lui avoir fourni les renseignements contenus dans le présent rapport :

L'Alliance canadienne du camionnage  
DieselNet.com  
Fred Nix  
Transports Canada, Analyse économique

## Préparé à l'intention de la

Direction des systèmes de transport  
Direction générale de la prévention de la pollution atmosphérique  
Service de la protection de l'environnement  
Environnement Canada

## par

Gordon W.R. Taylor, Ing.  
Woodlawn (Ontario)

## **Avis aux lecteurs**

### **Prière de faire parvenir vos commentaires et demandes de renseignements à :**

Direction générale de la prévention de la pollution atmosphérique  
Service de la protection de l'environnement  
Environnement Canada  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0H3

### **Pour obtenir d'autres exemplaires du rapport, prière de s'adresser à :**

Informathèque  
Environnement Canada  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0H3

# Introduction

Le présent document renferme des faits et des chiffres divers concernant les camions, les activités de camionnage et l'incidence de ces activités sur l'environnement au Canada. Il vise à servir d'introduction sur le sujet. Les lecteurs qui souhaitent en apprendre davantage sont priés de consulter les documents mentionnés en renvoi ainsi que les organismes pertinents.

Les camions jouent un rôle prépondérant dans notre société et sont essentiels au maintien de notre niveau de vie. Les camions assurent la livraison de presque tous les produits que nous achetons, des voitures jusqu'aux produits alimentaires. En outre, tous nos fournisseurs de services municipaux font appel à des camions pour la construction et la réparation des routes et l'installation et l'entretien des lignes téléphoniques et électriques. La technologie intégrée aux camions est très souvent d'avant-garde : les commandes et les systèmes de diagnostic électroniques perfectionnés, les systèmes de gestion des moteurs et les moyens de communication par satellite sont monnaie courante dans les grandes entreprises de camionnage. Cette technologie a été mise en œuvre non seulement à des fins d'efficacité opérationnelle, mais aussi pour contrôler le rendement des moteurs et réduire la pollution attribuable aux véhicules. Depuis les années 70, les émissions des camions ont diminué de plus de 80 p. 100, la consommation de carburant de ces derniers a chuté de 50 p. 100, et mesurée en litres ou en tonnes par kilomètre, l'efficacité de la charge utile, s'est accrue de 300 p. 100.

Malgré ces perfectionnements, les camions contribuent encore de façon importante aux émissions atmosphériques au Canada. Afin de réduire cet impact, tous les paliers de gouvernement continuent de resserrer les normes visant les véhicules neufs et en service. Dans l'avenir, le camion sera encore plus utilisé et polluera moins grâce à l'adoption de nouvelles technologies et de nouveaux carburants. Les coûts accrus d'acquisition et d'exploitation des véhicules qui en résulteront seront réacheminés dans l'économie et se traduiront par des coûts de transport légèrement plus élevés. Toutefois, il en découlera des avantages certains, notamment un air plus propre dans nos villes et une diminution des coûts liés à la santé et attribuables à la pollution de l'air.

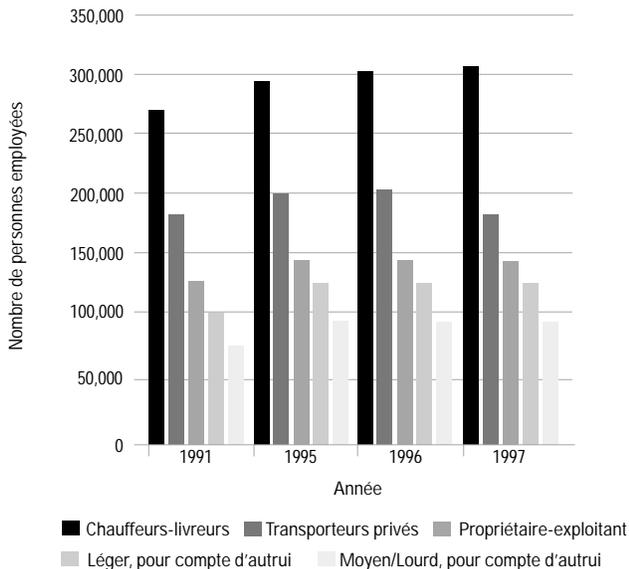


# Camions et camionnage au Canada

## Importance sur le plan de l'économie

Présentement, l'industrie du camionnage au Canada génère 40 milliards de dollars et près de 400 000 emplois. Comme le montre la **figure 1**, plus de 300 000 de ces emplois sont directement liés à l'industrie du camionnage; pour le reste, il s'agit d'emplois dans les secteurs des véhicules lourds, de la construction, des ventes, du soutien et des pièces.<sup>1</sup> Les camions transportent 90 p. 100 de tous les produits de consommation et de toutes les denrées alimentaires au Canada.

Figure 1 | Emploi dans l'industrie canadienne du camionnage



Le commerce est un élément important de la croissance économique au Canada et nos échanges commerciaux avec les États-Unis comptent pour 80 p. 100 de l'ensemble de nos échanges commerciaux avec l'étranger. La plupart des principaux centres industriels aux États-Unis se trouvant souvent à moins d'une journée de route par camion, il n'est donc pas étonnant que la plupart des produits importés et exportés par le Canada le soient par camion. Le transport par camion compte pour plus de 70 p. 100 de la valeur des échanges commerciaux

<sup>1</sup> Transports Canada, *Les transports au Canada 1999, Rapport annuel*, TP13198F.

<sup>2</sup> Transports Canada, Direction de l'analyse économique, Statistiques et prévisions, Transport maritime et de surface (ACAC).

<sup>3</sup> Il s'agit du poids maximal autorisé du camion et qui comprend le poids léger du véhicule et celui de sa charge utile.

entre le Canada et les États-Unis. Sans l'apport du camionnage, notre niveau de vie serait inférieur et nous ne pourrions jouir des nombreux produits de consommation que nous aimons.

Autres faits concernant le camionnage au Canada :

- En moyenne, un camion de marchandises aux trois secondes franchit la frontière canado-américaine.
- À chaque heure, des camions acheminent pour plus de 30 millions de dollars de marchandises (importations et exportations).
- Plus de 12 500 camions canadiens font usage de moyens de communication par satellite.
- L'emploi de « conducteur de camion » a été, chez les hommes, le plus fréquemment mentionné lors du dernier recensement.
- Les camions transportent, en termes de valeur, 75 p. 100 de tous les biens manufacturés au Canada.
- Chaque semaine, plus de 612 000 voyages sont effectués par camion sur les principaux réseaux autoroutiers du Canada.

Il est prévu que le recours au camionnage sera encore plus important dans le futur. Une recherche menée par Transports Canada tend à indiquer qu'au cours de la prochaine décennie, le transport pour compte d'autrui correspondra à deux fois le transport par rail et par eau.<sup>2</sup> La part globale du marché qu'occupe le camionnage pourrait augmenter de 12 p. 100 pendant la même période, la part des secteurs maritime et du rail allant en diminuant.

## Parcs de véhicules et démographie

Les données sur les parcs de véhicules sont extraites des dossiers d'immatriculation de véhicules. Le poids représentant un facteur de définition important tant sur le plan des tarifs payés que sur le plan des caractéristiques d'exploitation, le poids nominal brut du véhicule (PNBV)<sup>3</sup> est employé pour classer les camions. Le tableau suivant présente le système normalisé de classification par PNBV (huit classes) employé partout en Amérique du Nord et montre certains types de carrosseries ainsi que les applications types visant les classes de poids.

Figure 2 | Système de classification des véhicules en fonction de leur poids

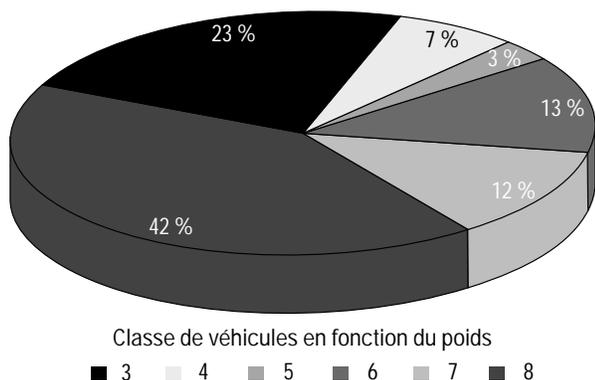
Poids nominal brut du véhicule (lb) *	Classe de poids	Catégories selon VIUS **	Type de carrosserie
33,001 ou plus	Classe 8	Poids lourd-lourd	Benne, Bétonnière, Lourde, essieu tandem, classique
26,001-33,000	Classe 7	"	Citerne carburant, Collecte sélective, Mi-lourde classique
19,501-26,000	Classe 6	Poids léger-lourd	Plateau-ridelles, Produits embouteillés, Fourgon à essieu simple
16,001-19,500	Classe 5	Poids mi-lourd	Cabine à capot court, fourgon, Cabine avancée, fourgon, Fourgon intégré
14,001-16,000	Classe 4	"	
10,001-14,000	Classe 3	"	
6,001-10,000	Classe 2	Poids léger	Camionnette, Fourgonnette marchandises, Mini-fourgonnette
6,000 ou moins	Classe 1	"	

\* Comprend le poids à vide du véhicule et la charge utile  
 \*\* VIUS - Sondage du DOT américain sur les stocks de véhicules et leur utilisation

### Véhicules commerciaux immatriculés

Les véhicules commerciaux sont normalement définis comme étant des véhicules de plus de 10 000 livres ou 4,5 tonnes (classe 3). Les camions dont le poids est inférieur à cette limite sont plus souvent des fourgons ou des camionnettes appartenant à des particuliers, même s'ils servent à des fins commerciales. Ces véhicules plus légers sont assujettis à la réglementation sur les émissions et sur la sécurité visant les véhicules légers. Les stocks de véhicules commerciaux en 1998 - année la plus récente pour laquelle des statistiques (extraites des dossiers provinciaux d'immatriculation de véhicules) existent s'élevaient à environ 711 000 véhicules. Comme le montre la figure 3, la plupart de ces véhicules (54 p. 100) sont de gros véhicules des classes de poids 7 et 8.

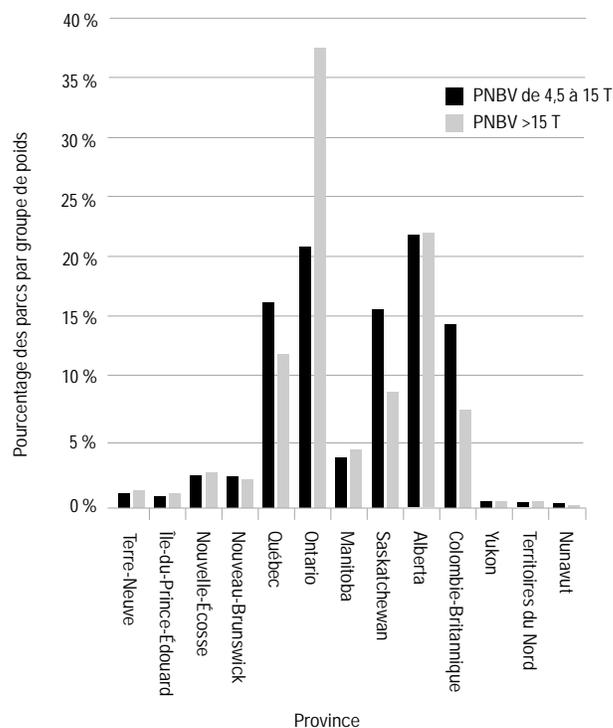
Figure 3 | Répartition en pourcentage des camions de poids moyen et lourd au Canada, en fonction du poids



<sup>4</sup> Statistique Canada, *Enquête sur les véhicules au Canada*, 4e trimestre, 1999.

Le camion est directement lié à l'activité économique; il n'est donc pas étonnant que la répartition des parcs de véhicules au Canada reflète la situation économique et la richesse des provinces canadiennes. Comme le montre la figure 4, l'Ontario possède le plus important parc de véhicules, suivie de l'Alberta. L'Ontario est sans contredit le chef de file pour ce qui touche les camions de classe 8, car cette province possède 38 p. 100 de l'ensemble du parc canadien de véhicules de ce type. Toutefois pour ce qui est de la répartition de camions plus petits, l'Alberta et l'Ontario arrivent essentiellement nez à nez, avec 22 p. 100 dans le cas de l'Ontario et 23 p. 100 dans le cas de l'Alberta. Le Québec et la Saskatchewan sont bons deuxièmes avec 16 p. 100 du parc, dans chaque province.<sup>4</sup> La plupart des camions plus petits sont employés à des fins agricoles dans la région des Prairies.

Figure 4 | Répartition des parcs de véhicules par province



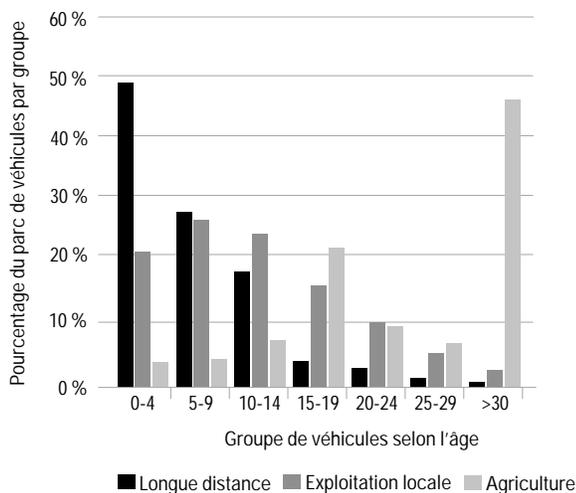
L'âge des camions est un élément important dans l'évaluation de leur incidence sur l'environnement et la consommation d'énergie. Les véhicules neufs sont construits selon des normes d'efficacité plus élevées et leur effet sur la pollution de l'air et la consommation

de carburant est relativement plus faible. Le parc de véhicules en service peut être divisé selon trois principaux modes d'exploitation :

- les transporteurs commerciaux engagés dans le transport de marchandises longue distance;
- les camions exploités localement, comme les camions à benne et les véhicules municipaux; et
- les véhicules agricoles servant au transport d'engrais, de céréales et de légumes.

Chacun de ces groupes de véhicules présente différentes caractéristiques sur le plan de l'âge et du mode d'exploitation. Les routiers travaillent dans un marché hautement concurrentiel et doivent disposer de l'équipement le meilleur et le plus efficace possible afin de maintenir leurs frais d'exploitation bas. Ils y arrivent en partie en possédant un parc de véhicules assez récents. Comme le montre la **figure 5**, près de 50 p. 100 du parc de véhicules longue distance a moins de quatre ans. En comparaison, seulement 20 p. 100 des véhicules exploités localement ont moins de quatre ans, contre 56 p. 100 qui ont plus de 10 ans. C'est dans le secteur agricole qu'on retrouve les camions les plus vieux; on estime à 90 p. 100 le nombre de ces véhicules qui ont plus de 10 ans.

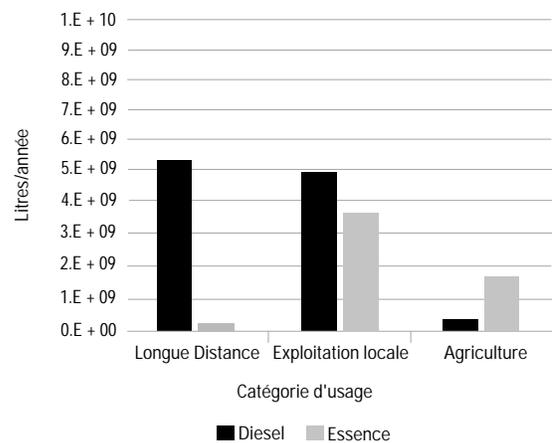
Figure 5 Répartition des véhicules selon leur âge



Heureusement, les véhicules agricoles parcourent environ le dixième de la distance des véhicules longue distance, qui eux parcourent en moyenne plus de 160 000 km par année. En intégrant les données d'âge, de taille, de consommation de carburant et d'utilisation des camions en vue d'évaluer la consommation de carburant de chacun des trois groupes de véhicules, les résultats (voir la **figure 6**) montrent que :<sup>5</sup>

- les camions exploités localement consomment la plus grande partie du carburant, soit 54 p. 100 de la consommation totale;
- le carburant diesel compte pour 64 p. 100 de tous les carburants employés;
- 93 p.100 de tous les carburants consommés par les véhicules longue distance est le diesel (51 p.100 de tout le carburant diesel);
- les camions exploités localement consomment 66 p. 100 de toute l'essence consommée par les camions; et
- l'essence compte pour plus de 80 p. 100 du carburant consommé par les véhicules agricoles.

Figure 6 Répartition estimée de la consommation de carburant selon les véhicules commerciaux



## Circulation de marchandises

Il est difficile de recueillir des données exactes sur l'emploi des camions dans le secteur du transport de marchandises au Canada, car peu de sondages

<sup>5</sup> Taylor, G., *The Potential for GHG Reductions from Scrappage Programs for Older Trucks and Engines*, National Climate Change Program, Transportation Table, Trucking Sub-Group, 1999.

sont menés auprès de l'industrie privée du camionnage. Cependant, beaucoup plus de données sont disponibles dans le secteur du transport pour compte d'autrui.

Le **tableau 1** indique que 429 millions de tonnes de marchandises ont circulé au Canada en 1998.<sup>6</sup> Les secteurs du transport par train et par eau ont consacré plus de 70 p. 100 de leurs activités dans l'envoi de matières premières et de produits bruts, tandis que le secteur du camionnage pour compte d'autrui a consacré à peu près le même pourcentage de ses activités dans le transport de produits manufacturés et de matières ouvrées.

Tableau 1 | Circulation des marchandises au Canada, 1998

Produits	Circulation intérieure des produits (millions de tonnes)				
	Train	Eau	Camion pour compte d'autrui	Air	Total
<b>Produits primaires</b>					
Céréales	26,0	5,2	4,7	-	35,9
Produits forestiers	19,6	8,7	27,5	-	55,8
Minerais métalliques	49,2	7,1	1,3	-	57,6
Minerais non métalliques	21,5	10,7	13,8	-	46,0
Combustibles minéraux	38,8	1,7	5,2	-	45,7
<b>Total partiel</b>	<b>155,1</b>	<b>33,4</b>	<b>52,5</b>	<b>-</b>	<b>241,0</b>
Produits manufacturés	47,3	14,9	125,3	0,5	188,0
<b>Total, tous les produits</b>	<b>202,4</b>	<b>48,3</b>	<b>177,8</b>	<b>0,5</b>	<b>429,0</b>

La part du camionnage serait plus élevée si on prenait en compte les activités des petits transporteurs pour compte d'autrui, des entreprises de camionnage privées et des propriétaires-exploitants. Une étude a évalué à 15,4 milliards de dollars les revenus générés par l'industrie privée du camionnage en 1993.<sup>7</sup> De ces revenus, 12 milliards de dollars, ou 78 p. 100, ont été générés en zones urbaines. De plus, dans des zones urbaines comme Montréal, 37 p. 100 de l'ensemble des camions privés sont des véhicules municipaux ou utilitaires qui livrent des services plutôt que des biens. Il importe de constater que les camions longue distance

circulant sur les autoroutes tendent à être des véhicules plus récents que les véhicules des parcs urbains, comme nous l'avons déjà mentionné, et que ces véhicules autoroutiers sont non seulement dotés des technologies les plus perfectionnées et les plus modernes en matière d'économie d'énergie, mais aussi des systèmes antipollution les plus récents.

En termes de volume de trafic longue distance, mesuré en tonnes-kilomètres (t-km), le transport de marchandises générales a représenté 26,4 milliards de t-km intérieurement, soit 34,5 p. 100 de tout le trafic intérieur, et 24,3 milliards de t-km aux États-Unis et au Mexique, soit 39,5 p. 100 de tout le trafic international. Ce volume combiné a représenté près de 37 p. 100 du volume total (en tonnes-kilomètres) pour 1998.

Ensemble, les marchandises générales, les denrées alimentaires et les produits forestiers ont représenté près de 75 p. 100 du volume total (en tonnes-kilomètres) du trafic des transporteurs longue distance en 1998. Le **tableau 2** montre le volume du trafic pour compte d'autrui en fonction des principaux groupes de produits pour 1998.

Tableau 2 | Activités de camionnage pour compte d'autrui en fonction des produits, 1998

Produits	Revenus provenant d'activités de camionnage pour compte d'autrui					
	Intérieur		International		Total	
	(Millions)	en %	(Millions)	en %	(Millions)	en %
Marchandises						
générales	\$2 657,10	41,5	\$2 243,10	46,3	\$4 900,20	43,6
Denrées alimentaires	1 186,50	18,5	633,20	13,1	1 819,60	16,2
Produits forestiers	871,20	13,6	735,40	15,2	1 606,60	14,3
Produits automobiles	350,50	5,5	561,30	11,6	911,80	8,1
Aciers et alliages	395,80	6,2	359,70	7,4	755,40	6,7
Produits chimiques	368,30	5,8	220,30	4,5	588,50	5,2
Produits pétroliers	343,60	5,4	42,00	0,9	385,60	3,4
Minerais non métalliques	205,40	3,2	44,90	0,9	250,30	2,2
Métaux/minerais	22,90	0,4	7,30	0,1	30,20	0,3
<b>Total Revenus</b>	<b>\$6 401,20</b>	<b>100</b>	<b>\$4 847,20</b>	<b>100</b>	<b>\$11 248,40</b>	<b>100</b>

<sup>6</sup> Transports Canada, *Les transports au Canada, 1999*, TP13198F.

<sup>7</sup> ADI Ltd., *Profile of Canada's Private Trucking*, Industrie Canada, Automotive Branch, 1995.

## Construction de véhicules

L'industrie de la construction de camions représente aussi un aspect important de l'économie canadienne. Même si cette industrie est de nature globale, certaines usines d'assemblage au Canada offrent des produits de camions à l'intention des Canadiens et de nos partenaires commerciaux de l'ALENA. Ces entreprises comprennent notamment :

- Freightliner Corporation – une division de Daimler-Chrysler;
- International Transportation Equipment Corp. (Navistar);
- Kenworth-Camions – une division de Paccar du Canada Ltée;
- Western Star Trucks – acquise récemment par Freightliner Corp.

Outre ces constructeurs de châssis de camions, plus de 2 000 entreprises œuvrent dans la fabrication d'éléments de finition de camions, par exemple les bennes, les carrosseries-fourgons, etc., et de remorques pour les tracteurs. Les remorques sont offertes dans différentes versions, y compris à carrosserie-fourgon sec, à carrosserie-fourgon frigorifique, à carrosserie-plateau, à plateau-ridelles, etc. Ces fabricants se trouvent partout au Canada et s'occupent de la fabrication des produits, de l'entretien et du soutien technique, localement. Présentement au Canada, il n'existe aucune usine de construction de gros moteurs diesel.



# Émissions des camions

Les moteurs des camions sont conçus pour fonctionner à l'essence ou au carburant diesel. Le carburant diesel est employé de préférence dans les véhicules à taux élevé d'utilisation, comme les camions longue distance, car le moteur diesel est le plus efficace de tous les types connus de moteurs à combustion interne. Partout dans le monde, les camions lourds, les autobus urbains et l'équipement industriel sont dotés presque exclusivement de moteurs diesel. Même si ce type de moteur a présentement un effet significatif sur l'environnement, certaines améliorations importantes devraient être apportées à son système antipollution au cours de la prochaine décennie; par conséquent, le moteur diesel demeurera probablement le moteur de prédilection dans l'avenir.

## Notions élémentaires sur les émissions

Les moteurs à combustion interne contribuent grandement à la pollution de l'air, ce qui a un effet défavorable sur notre santé et sur notre environnement; on leur attribuerait même les changements climatiques de la planète. Tous les moteurs à combustion interne génèrent des émissions :

- d'hydrocarbures (HC), c'est-à-dire du carburant partiellement brûlé – et qu'on appelle aussi des contaminants organiques volatils (COV);
- de monoxyde de carbone (CO), c'est-à-dire un produit de la combustion incomplète du carbone;
- d'oxydes d'azote (NOx), c'est-à-dire des produits de la combustion de l'azote (présent dans l'air) à haute température;
- de particules, c'est-à-dire des particules de suie et de soufre attribuables à une combustion incomplète;
- de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), c'est-à-dire un produit de la combustion incomplète du carbone que contient le carburant;
- d'oxydes de soufre (SOx), c'est-à-dire des oxydes générés par la combustion du soufre que contient le carburant, en particulier le carburant diesel;

- de gaz à effet de serre (GES), notamment le CO<sub>2</sub>, le CO et les NOx.

Les quatre premiers polluants susmentionnés font l'objet d'une réglementation en vertu de normes d'émissions établies dans le monde entier. Les autres polluants ont aussi fait l'objet d'études visant leur réglementation, tout comme d'autres constituants des émissions ayant des effets toxiques sur l'environnement.

## Estimation des émissions présentement

Les émissions polluantes que génèrent les véhicules résultent de l'utilisation de ces derniers; ainsi, le nombre de véhicules, leur âge, le carburant qu'ils consomment, leur type, leur usage et leur lieu d'exploitation (terrain et climat) ont tous une incidence sur les émissions. Grâce à la modélisation du parc de véhicules, Environnement Canada a fait une estimation des émissions annuelles totales des camions au Canada. Les émissions provenant de tous les véhicules à essence et diesel sont une source importante de pollution atmosphérique et, à l'échelle nationale, elles contribuent à 32 p. 100 du CO, à 32 p. 100 des NOx et à 16 p. 100 des COV. Les camions, toutefois, ne produisent qu'une faible partie de ce total. Le **figure 7** précise l'apport (en pourcentage) des véhicules lourds en ce qui a trait aux émissions polluantes des véhicules et montre que les principaux polluants générés par les camions sont les particules, les SOx et les NOx, tandis que les COV et le CO représentent une faible partie de l'ensemble des polluants générés par les camions. Dans l'Inventaire national des émissions de 1995, les véhicules lourds ont généré 0,2 p. 100 des émissions de particules, 1,7 p. 100 des contaminants organiques volatils (COV), 2,3 p. 100 du CO, 2 p. 100 des SOx et 16 p. 100 des NOx.<sup>8</sup> Le **tableau 3** présente une répartition de ces estimations pour les véhicules routiers.

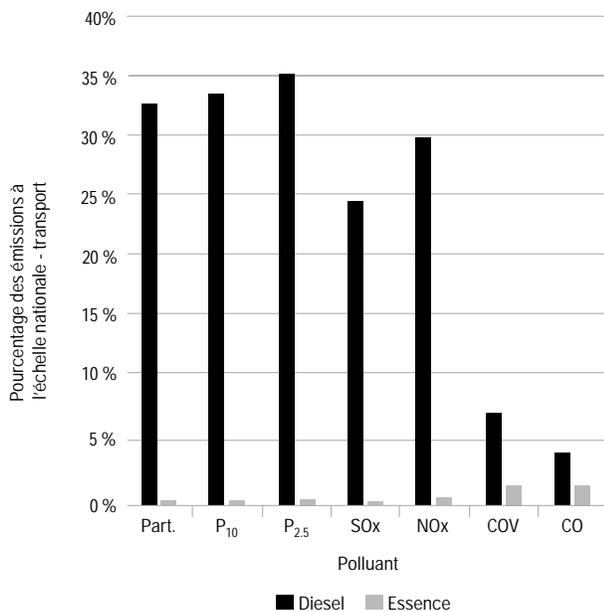
<sup>8</sup> Environment Canada, *1995 Emissions Inventory of Criteria Air Contaminants*, Ottawa, 1998.

Tableau 3 | Estimations des émissions totales au Canada, 1995

Classe de véhicule et de carburant	Émissions annuelles (en tonnes)						
	Part.	P <sub>10</sub>	P <sub>2,5</sub>	SOx	NOx	COV	CO
Transport aérien	2 018	1 115	787	2 263	34 026	11 636	61 758
Véhicules lourds, diesel	32 075	32 075	29 498	32 807	378 300	48 540	224 438
Véhicules lourds, essence	545	528	414	588	15 073	11 814	164 787
Camions légers, diesel	1 304	1 304	1 203	1 535	5 567	2 600	4 626
Véhicules légers, diesel	379	379	347	632	1 978	747	1 667
Camions légers, essence	2 586	2 509	1 986	4 399	112 437	142 425	1 461 808
Véhicules légers, essence	4 870	4 717	3 256	11 048	273 396	355 873	3 558 667
Transport par eau	8 438	8 129	7 379	58 000	118 578	37 449	103 310
Motocyclettes	16	16	11	34	630	2 027	10 873
Véhicules tout terrain, diesel	17 081	17 081	15 714	16 149	209 231	22 581	66 365
Véhicules tout terrain, essence	4 414	3 867	3 393	1 005	25 395	93 111	1 027 393
Transport par train	19 492	19 492	17 933	7 226	115 604	5 608	22 022
Usure de pneumatiques et garnitures de freins	4 362	4 313	1 353	-	-	-	-
<b>Total, transport</b>	<b>97 580</b>	<b>95 524</b>	<b>83 276</b>	<b>135 686</b>	<b>1 290 214</b>	<b>734 412</b>	<b>6 707 715</b>

P<sub>10</sub> = particules dont le diamètre aérodynamique est égal ou inférieur à 10 micromètres.  
 P<sub>2,5</sub> = particules dont le diamètre aérodynamique est égal ou inférieur à 2,5 micromètres.

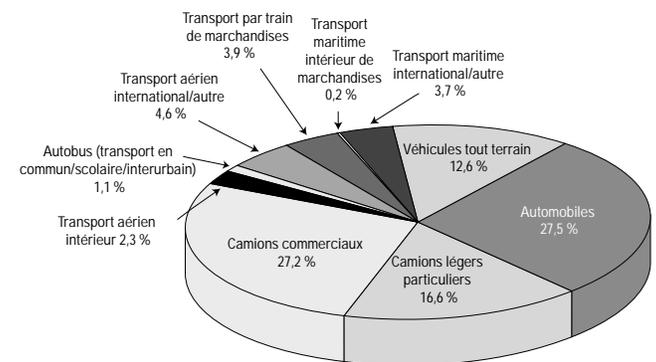
Figure 7 | Émissions des camions lourds



En 1996, les moteurs diesel des camions et de quelques autres types de véhicules ont consommé 10,9 milliards de litres de carburant de ce type. Cette consommation représente 5 p. 100 de la demande en énergie au Canada, 12,5 p. 100 de la demande en produits

pétroliers de raffinerie, et 24 p. 100 de la demande en énergie des usagers de la route. Comme le montre la figure 8, en 1997, les camions ont contribué à environ 27 p. 100 des émissions totales (ensemble du transport) de gaz à effet de serre.

Figure 8 | Sources des émissions de gaz à effet de serre (ensemble du transport) en 1997



Source : Les transports et le changement climatique : Options à envisager. Programme national sur le changement climatique, Tables des transports, novembre 1999.

## Comparaison des émissions du transport intermodal

Au Canada, des véhicules routiers, des trains, des navires et des aéronefs assurent les services de transport de marchandises. Les discussions au sujet du mode de transport le moins polluant comportent beaucoup de problèmes de méthodologie. Les quatre modes de transport se disputent le marché du transport des marchandises, et chacun possède des caractéristiques de service qui servent à déterminer pour quel produit et dans quelle région leur usage est le plus économique.

Par exemple, le transport aérien de marchandises tend à se limiter à des produits de faible poids et de grande valeur. À l'autre extrémité du spectre, les marchandises transportées par navire dans les eaux intérieures comprennent des produits en vrac comme le minerai de fer, le charbon et le pétrole. Le navire est aussi le principal mode de transport des produits d'importation et d'exportation en Amérique du Nord. En raison de sa très grande mobilité et de sa taille relativement faible, le camion est le mode de transport préféré pour la plupart

des denrées alimentaires et des produits manufacturés. Enfin, le train est un moyen de transport concurrentiel pour les trajets longue distance et les mouvements de produits en vrac. Pour ce qui a trait aux produits industriels et agricoles, le train doit être exploité de concert avec des dessertes routières qui assurent la livraison des marchandises en provenance et à destination des terminaux ferroviaires. C'est pourquoi les services routiers et ferroviaires collaborent souvent pour assurer un service de transport intermodal, comme c'est le cas du service « Expressway » du Canadien Pacifique qui est axé sur le transport à courte et moyenne distances.

Lequel des modes – la route ou le chemin de fer – génère le moins d'émissions sur un trajet donné? La complexité de la chaîne de transport fausse les comparaisons simples. Le train a normalement été considéré comme étant le mode le plus efficace sur le plan de l'efficacité énergétique (le moins polluant) sur des liaisons uniques longue distance, mais ce type de trajet ne représente qu'une faible partie de l'ensemble du transport, et les considérations ne tiennent pas compte de la question de la répartition aux terminaux ferroviaires. Elles ne tiennent pas compte non plus des facteurs confusionnels suivants :

- la nature des marchandises (p. ex. s'il s'agit de laitue ou de gravier) – tous les produits n'ont pas la même densité ni la même valeur;
- l'itinéraire – les parcours ne sont pas tous directs; d'ailleurs des données existantes indiquent que l'itinéraire peut accroître jusqu'à 31 p. 100 (pour le train) et 15 p. 100 (pour la route) le kilométrage additionnel à parcourir;
- la vitesse et (ou) la fréquence du service; et
- les pertes et (ou) les dommages en cours de transit.

Le **tableau 4** compare les normes de base pour les émissions des deux modes de transport. Les taux d'émissions des camions sont beaucoup plus faibles pour ce qui est des particules et des NOx, mais ils sont plus élevés dans le cas des HC et du CO. Les valeurs plus élevées pour les HC et le CO sont attribuables aux différences dans le circuit d'essai; la conduite du camion est beaucoup plus dynamique que celle d'un train où la vitesse est beaucoup plus constante. Les fluctuations plus importantes de la vitesse génèrent une plus grande quantité d'émissions en fonction du circuit d'essai. Toutefois, dans le cadre d'essais sous charge constante, les émissions de HC et de CO des camions seraient égales, voire inférieures à celles du train.

Tableau 4 | Comparaison des taux d'émissions d'un camion et d'une locomotive

Type de moteur	Cycle d'essai	Taux d'émissions - moteurs 2000 (g/bhp-hr) <sup>9</sup>			
		HC	CO	NOx	Part.
Moteurs de camions	Cycle instationnaire	1,30	15,50	4,00	0,10
Locomotives	Acheminement direct	0,48	1,28	8,60	0,32
Locomotives	Aiguillage	1,01	1,83	12,60	0,44

La consommation en carburant des camions a diminué de plus du double au cours des 20 dernières années, et le taux d'émissions a aussi chuté. Ainsi, un camion de 34 000 kilogrammes (kg) peut maintenant parcourir une distance donnée en consommant 2,3 fois moins de carburant qu'en 1975.<sup>10</sup>

Mais il faut également tenir compte d'autres facteurs. Les camions sont moins comburivores, mais ils sont aussi beaucoup plus gros. En 1975, la plus grande partie des marchandises au Canada étaient acheminées par des véhicules articulés à cinq essieux dotés d'une remorque de 35 ou de 40 pieds. Aujourd'hui, ces véhicules sont encore courants, mais on a aussi recours, de plus en plus, à des véhicules à six essieux ou plus. Les remorques sont

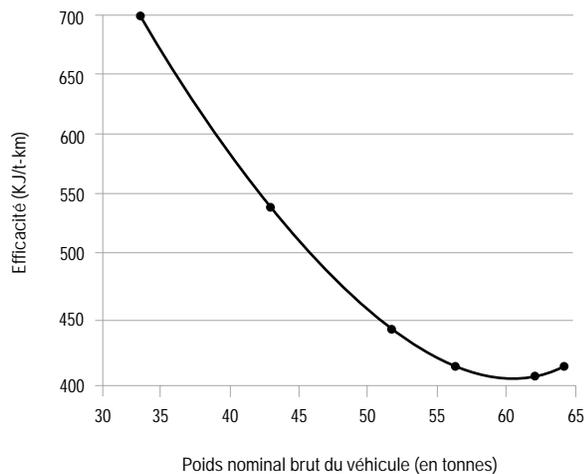
<sup>9</sup> G/bhp-h = grammes par HP de puissance au frein par heure. Selon les normes de l'U.S. Environmental Protection Agency pour les nouveaux véhicules et locomotives.

<sup>10</sup> Des parties du texte contenu dans la présente section ont été tirées, avec la permission des auteurs, du document de F Nix et M. LeBlanc, *Trucking in Canada*, Institut canadien de recherche en camionnage, Ottawa, 1995.

maintenant beaucoup plus longues – la norme de l'industrie dans la plupart des cas est de 16,2 mètres (53 pieds) – et on utilise même des trains doubles ou triples à certains endroits. Pour remettre cette amélioration de la consommation de carburant dans son juste contexte, il faut savoir qu'en 1975, un chargement type d'un peu plus de 20 tonnes exigeait environ 36,1 litres de carburant par milliers de tonnes-kilomètres. En 1995, un chargement type de 30 tonnes exige 13,3 litres par mille tonnes-kilomètres. Il s'agit donc d'une diminution de la consommation de presque trois fois, et la comparaison ne tient compte que de chargements types.

De nombreux très gros camions aujourd'hui font encore mieux. La **figure 9** montre comment la consommation de carburant diminue à mesure que le poids des camions augmente.<sup>11</sup> Ces données s'appliquent à des marchandises assez denses (plus de 200 kg par mètre cube). Un train de type B à huit essieux (un long véhicule articulé constitué d'un tracteur et de deux semi-remorques) d'un poids de 62 500 kg exige 36 p. 100 moins de carburant par tonne remorquée qu'un véhicule articulé à quatre essieux d'un poids de 31 600 kg.

Figure 9 | Poids et efficacité des camions



<sup>11</sup> Nix, F. *Trucks and Energy Use*, Association canadienne du camionnage, Ottawa, 1991.

# Programmes de réduction des émissions

Le gouvernement de la Californie a commencé à réglementer les émissions des véhicules en 1959. Le Canada a adopté ses premières normes relatives aux véhicules au début des années 70, dans la foulée de l'U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Depuis ce temps, les normes canadiennes sont presque équivalentes aux normes américaines. Toutefois, on observe certains écarts attribuables à des retards dans le processus de réglementation ou à des décisions consistant à attendre la mise au point et l'homologation de la technologie antipollution avant de l'imposer aux acheteurs de nouveaux véhicules au Canada.

Les émissions de véhicules sont contrôlées par les normes de construction des véhicules et les essais de rendement en service. Avant la vente d'un véhicule ou d'un moteur, le constructeur doit garantir que le véhicule ou le moteur est conforme aux normes d'émission en vigueur au moment de sa construction. Les normes sont définies en fonction de la quantité maximale (masse) des émissions selon la distance parcourue dans la cas des véhicules légers (moins de 3 855 kg) ou selon la puissance au frein par heure (bhp-h) dans le cas des véhicules lourds. Le gouvernement fédéral réglemente les normes d'émission pour les véhicules neufs, tandis que les provinces ont juridiction sur les véhicules en service. Les normes d'émission pour les véhicules neufs ont initialement été établies en vertu du règlement découlant de la Loi sur la sécurité des véhicules automobiles, appliquée par Transports Canada, les chapitres de la Loi portant sur les émissions étant appliqués par Environnement Canada. La responsabilité de l'ensemble des règlements sur les émissions a récemment été attribuée à Environnement Canada en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)*.

Il est difficile pour le Canada d'adopter des normes très différentes de celles des États-Unis en raison de la conception et de la construction d'un grand nombre de véhicules dans des usines aux États-Unis et en raison de l'important commerce transfrontalier exigeant la conformité aux normes américaines.

## Normes nord-américaines

Les normes d'émissions suivantes<sup>12</sup> s'appliquent aux nouveaux moteurs diesel de véhicules routiers lourds. Presque tous les gros camions sont dotés de moteurs diesel. La définition actuelle d'un moteur à allumage par compression (diesel) se fonde sur le cycle du moteur plutôt que sur le mécanisme d'allumage, la présence d'une commande des gaz permettant la distinction entre le fonctionnement par cycle diesel (allumage par compression) et par cycle d'Otto (allumage par bougies). La régulation de la puissance par commande de l'alimentation en carburant à la place d'une commande des gaz correspond à une combustion à mélange pauvre et au fonctionnement par cycle diesel. (Cela permet de considérer un moteur à gaz naturel muni d'une bougie comme un moteur à allumage par compression.)

Dans les normes américaines et canadiennes, les véhicules lourds sont définis comme étant des véhicules dont le poids nominal brut (PNBV) est supérieur à 3 855 kg. Aux États-Unis, en vertu du règlement « light-duty Tier 2 regulation » (qui doit être mis en œuvre au début de 2004), certains véhicules dont le PNBV maximal est de 4 545 kg ont été reclassés dans la catégorie des « véhicules à passagers moyens » et sont assujettis à la réglementation visant les véhicules légers.

Comme dans le cas des véhicules à passagers légers, la réglementation se fonde sur le prélèvement et la mesure des émissions totales d'un véhicule ou d'un moteur pour un cycle de conduite. Les cycles de conduite utilisés ont été mis au point et peaufinés pour assurer une estimation raisonnable du régime d'exploitation total du véhicule. L'idée consiste à réduire les émissions dans tous les modes possibles d'exploitation et par le fait même à réduire les émissions totales. Dans le cas des véhicules légers, tout le véhicule est testé sur un banc dynamométrique qui simule les conditions de conduite sur route. Dans le cas des véhicules lourds, il n'y a pas de bancs dynamométriques pour ces camions, et les moteurs tournent lorsque les camions sont à l'arrêt et en mouvement; ainsi, seul le moteur fait l'objet d'un

<sup>12</sup> Des parties du texte contenu dans la présente section ont été fournies par DieselNet.com et utilisées avec sa permission.

essai au banc dynamométrique. Compte tenu de ces différences sur le plan des essais, les normes de base pour l'homologation des moteurs sont exprimées en g/bhp-h et exigent une analyse des émissions au banc dynamométrique du moteur qui simule son utilisation réelle selon le cycle de conduite urbain (FTP) instationnaire. Cependant, une homologation du châssis peut être requise pour les véhicules lourds à essence, les normes d'émissions pertinentes étant exprimées en g/mille.

Les normes d'émission visent à assurer la conformité du moteur à ces normes pendant toute sa « durée utile ». Ainsi, les constructeurs doivent tester les moteurs en fonction de leur durabilité, qui est définie comme suit :

- pour les moteurs diesel légers – 8 ans ou 176 000 km (selon la première éventualité);
- pour les moteurs diesel mi-lourds – 8 ans ou 296 000 km;
- pour les moteurs diesel lourds – 8 ans ou 464 000 km.<sup>13</sup>

D'autres exigences d'analyse des émissions mises en place en 1988 à l'intention des signataires du jugement convenu (étudié ultérieurement) et faisant partie des normes pour 2004 et après, comprennent notamment ce qui suit :

1. L'essai supplémentaire en cycle stationnaire a été mis en place pour favoriser le contrôle des émissions des gros moteurs pendant la conduite en régime constant, par exemple lors de la conduite d'un camion de transport de marchandises sur une autoroute. Le test est identique à celui du cycle stationnaire à 13 modes (ESC) de l'Union européenne (connu couramment aux États-Unis sous l'appellation de cycle « Euro III »). Le test supplémentaire en cycle stationnaire fait appel aux mêmes limites d'émission que les normes FTP (cycle de conduite urbain).
2. Les limites maximales (à ne pas dépasser, ou NTE) ont été mises en place comme instrument complémentaire pour veiller à l'exécution du

contrôle des émissions des gros moteurs sur toute la plage de vitesses et de charges couramment employée. La méthode NTE prévoit une zone (la « zone NTE ») sous la courbe de couple d'un moteur où les émissions ne doivent pas dépasser une valeur prescrite pour tous les polluants réglementés.

Le test NTE ne fait pas appel à un cycle de conduite sur une distance ou d'une durée particulière. Il fait plutôt appel à un mode de conduite, quel qu'il soit, que l'on peut rencontrer dans les limites de la zone de contrôle NTE, y compris dans des conditions stationnaires et instationnaires et dans des conditions ambiantes variables. On mesure les émissions moyennes sur une période minimale de 30 secondes et on compare les résultats aux limites d'émission NTE pertinentes. Selon la proposition de l'EPA, les valeurs spécifiques que ne doivent pas dépasser les émissions correspondent à 1,25 fois celles prescrites dans les normes FTP.

### Modèles 1987 à 2003

Les normes d'émission canadiennes, fédérales américaines et californiennes pour les moteurs d'autobus et les moteurs diesel de camions lourds, modèles 1987 à 2003, sont résumées dans les tableaux ci-dessous. Dans les normes des modèles 1994 et suivants, la teneur en soufre du carburant d'homologation a été réduite à 500 parties par million en poids.

Tableau 5 Normes d'émission canadiennes et américaines pour les moteurs diesel lourds, en g/bhp-hr

Année	HC	CO	NOx	HC+NOx	Part.
1974	-	40,0	-	16,0	-
1979	-	25,0	-	10,0	-
1985	1,3	15,5	10,7	-	-
1987	1,3	15,5	10,7	-	0,60
1990	1,3	15,5	6,0	-	0,60
1991	1,3	15,5	5,0	-	0,25
1994	1,3	15,5	5,0	-	0,10
1998	1,3	15,5	4,0	-	0,10

<sup>13</sup> Les exigences fédérales américaines en matière de " durée utile " ont été portées à 10 ans pour la norme de P des autobus urbains (modèles 1994 et plus récents), sans changement aux valeurs de kilométrage susmentionnées.

Tableau 6 Normes d'émission de la Californie pour les moteurs diesel lourds, en g/bhp-hr

Année	HCNM	HT	CO	NOx	Part.
1987	-	1,3	15,5	6,0	0,60
1991	1,2	1,3	15,5	5,0	0,25
1994	1,2	1,3	15,5	5,0	0,10

HCNM = hydrocarbures non méthaniques.

HT = hydrocarbures totaux.

### Modèles 2004 et suivants

Au mois d'octobre 1997, l'EPA a adopté de nouvelles normes d'émission pour les moteurs d'autobus et les moteurs diesel de camions lourds, modèles 2004 et suivants. Ces normes reflètent les dispositions de l'énoncé de principe signé en 1995 par l'EPA, l'Air Resources Board (ARB) de Californie et les constructeurs de gros moteurs diesel. L'objectif était de réduire les émissions de NOx des moteurs diesel de gros véhicules routiers à environ 2,0 g/bhp-h au début de 2004. Les constructeurs sont en mesure d'homologuer leurs moteurs selon l'une des deux options indiquées au **tableau 7**.

Tableau 7 Normes d'émission américaines pour les moteurs diesel lourds modèles 2004 et suivants, en g/bhp-h

Option	HCNM+NOx	HCNM
1	2,4	S.O.
2	2,5	0,5

Toutes les normes d'émission, autres que celles pour les HCNM et les NOx, s'appliquant aux gros moteurs diesel de l'année 1998 et des années suivantes, demeureront aux niveaux de 1998. L'EPA a cependant élargi la définition de « durée utile » des gros moteurs diesel comme suit : 696 000 km, 22 000 heures ou 10 ans, selon la première éventualité, et ce, pour tous les polluants et pour les modèles 2004 et suivants.

Les normes fédérales américaines de 2004 visant les camions autoroutiers sont harmonisées avec les normes canadiennes et californiennes; par conséquent, les constructeurs peuvent utiliser un seul moteur ou une seule conception de machine à l'intention de tous les marchés.

### Jugement convenu

Au mois d'octobre 1998, un règlement en cour est intervenu entre l'EPA, le département de la Justice des États-Unis, le California ARB et les constructeurs de moteurs (Caterpillar, Cummins, Detroit Diesel, Volvo, Mack Trucks/Renault et Navistar) sur la question des fortes émissions de NOx générées par les moteurs diesel lourds durant certains modes de conduite. Depuis le début des années 90, les constructeurs ont fait appel à un logiciel de contrôle des moteurs qui faisait passer les moteurs à un mode de conduite moins comburivore (mais générant plus de NOx) en régime routier de croisière. L'EPA considérait ce moyen de contrôle des moteurs comme étant un « dispositif de réduction des émissions » illégal.

Les dispositions du jugement convenu comprennent notamment les points suivants :

- amendes administratives pour les constructeurs de moteurs et obligation de verser des fonds à la recherche sur la pollution ;
- obligation d'améliorer les moteurs existants pour en réduire les émissions de NOx;
- homologation des moteurs par test selon le cycle de conduite urbain (FTP) instationnaire et par test supplémentaire en cycle de conduite stationnaire; et
- obligation de satisfaire aux normes d'émissions de 2004 au plus tard au mois d'octobre 2002, soit 15 mois à l'avance.

### Modèles 2007 et suivants

Le 21 décembre 2000, l'EPA a rendu sa décision finale sur les normes d'émission pour les moteurs de camions autoroutiers lourds modèle 2007 et des années suivantes. Les normes sont entrées en vigueur ce même mois. Les nouvelles règles contiennent deux composantes :

- le règlement sur le carburant diesel; et
- les normes d'émission.

Le règlement sur le carburant limite la teneur en soufre du carburant diesel des véhicules routiers à 15 ppm (en poids), une réduction importante par rapport à la limite de 500 ppm précédemment en vigueur. Les dispositions sur le carburant entreront en vigueur à compter de juin 2006. Ce carburant diesel à très faible teneur en soufre

est considéré comme un « outil technologique clé » pour le perfectionnement de technologies de réduction des émissions des gaz d'échappement sans soufre, telles que des filtres de particules et des catalyseurs pour l'élimination des NOx dans les moteurs diesel, des éléments qui seront nécessaires pour satisfaire aux normes d'émissions de 2007.

La deuxième partie des nouvelles normes présente de nouvelles normes d'émission très strictes. La nouvelle norme d'émission de particules fines de 0,01 g/bhp-h doit entrer en vigueur pour les moteurs lourds construits en 2007. De plus, les nouvelles règles contiennent des valeurs réduites pour les émissions de NOx et de HCNM, soit 0,20 g/bhp-h et 0,14 g/bhp-h, respectivement. Ces normes visant les NOx et les HCNM entrèrent progressivement en vigueur entre 2007 et 2010. L'entrée en vigueur progressive se fera en fonction d'un pourcentage des ventes : 25 p. 100 en 2007, 50 p. 100 en 2008, 75 p. 100 en 2009 et 100 p. 100 en 2010. L'EPA a aussi imposé une norme d'émission de formaldéhyde de 0,016 g/bhp-h pour garantir que ce gaz ne sera pas émis au moment de l'arrivée prévue du post-traitement par réducteur catalytique au cours de la prochaine décennie.

## Europe

Les normes européennes s'appliquant aux moteurs diesel de camions mi-lourds et lourds sont couramment désignées par les expressions Euro I à Euro V. Les normes Euro I des moteurs de camions mi-lourds et lourds sont entrées en vigueur en 1992, tandis que les normes Euro II l'ont été en 1996. Ces normes visent les moteurs diesel de grosse cylindrée de camions autoroutiers et les autobus urbains.

En 1999, le Parlement européen et le Conseil des ministres de l'Environnement ont adopté la norme Euro III (directive 1999/96/CE du 13 décembre 1999, modifiant la directive 88/77/CEE), ainsi que les normes Euro IV et V pour les années 2005 à 2008. Les normes spécifient également des valeurs d'émission plus sévères pour les véhicules produisant très peu d'émissions (EEV ou « enhanced environmentally friendly vehicles ») afin de favoriser la réduction de la pollution atmosphérique en milieu urbain. Le **tableau 8** contient un résumé des normes d'émissions et leurs dates d'entrée en vigueur.

**Tableau 8** Normes de l'Union européenne pour les émissions des moteurs diesel lourds, g/kWh (fumée en m<sup>3</sup>)

Étape	Date et catégorie	Cycle de mesure	CO	HC	NOx	Part.	Fumée
Euro I	1992, <85 kW	A.	4,5	1,10	8,0	0,612	
	1992, >85 kW	A.	4,5	1,10	8,0	0,36	
Euro II	1996.10	-	4,0	1,10	7,0	0,25	
	1998.10	-	4,0	1,10	7,0	0,15	
Euro III	1999.10, EEVs seulement	B.	1,5	0,25	2,0	0,02	0,15
	2000.10	B.	2,1	0,66	5,0	0,10 0,13 *	0,8
Euro IV	2005.10	-	1,5	0,46	3,5	0,02	0,5
Euro V	2008.10	-	1,5	0,46	2,0	0,02	0,5

A. [http://www.dieselnet.com/standards/cycles/ece\\_r49.html](http://www.dieselnet.com/standards/cycles/ece_r49.html)

B. <http://www.dieselnet.com/standards/cycles/esc.html>  
<http://www.dieselnet.com/standards/cycles/elr.html>

g/kWh = grammes par kilowattheure.

\* Pour les moteurs de cylindrée inférieure à 0,75 dm<sup>3</sup> par cylindre et ayant une vitesse de rotation nominale de plus de 3 000 tr/min.

Il est prévu que les valeurs limites des émissions établies pour 2005 à 2008 exigeront des nouveaux véhicules lourds munis de moteurs diesel qu'ils soient dotés de dispositifs de post-traitement des gaz d'échappement, par exemple des filtres à particules et des catalyseurs permettant d'éliminer les NOx. La norme de 2008 pour les émissions de NOx sera revue au plus tard le 31 décembre 2002, confirmée ou modifiée en fonction des nouvelles technologies de réduction des émissions en place.

Des modifications aux cycles de mesure des moteurs ont été introduites dans la norme Euro III (année 2000). L'ancien cycle de mesure du moteur stationnaire de la CEE (Commission économique européenne) R-49 sera remplacé par deux cycles : le cycle stationnaire ESC (European Stationary Cycle) et le cycle instationnaire ETC (European Transient Cycle). L'opacité de la fumée est mesurée par l'essai ELR (European Load Response).

Aux fins de l'approbation de type des nouveaux véhicules diesel selon la norme Euro III (année 2000), les constructeurs peuvent effectuer, à leur choix, l'un ou l'autre de ces essais. Aux fins de l'approbation des

véhicules selon les valeurs limites de la norme Euro IV (année 2005) et des EEV, les émissions doivent être calculées à l'aide des tests ETC et ESC/ELR.

Le **tableau 9** présente un résumé des normes d'émission des moteurs diesel qui doivent être vérifiées par cycle de mesure ETC, ainsi que celles des moteurs à essence de véhicules lourds.

**Tableau 9** Normes d'émission pour les moteurs diesel et à essence, cycle de mesure ETC, g/kWh

Étape	Date et catégorie	Cycle de mesure	CO	HCNM	CH <sub>4</sub> <sup>a</sup>	NOx	Part <sup>b</sup>
Euro III	1999.10, EEV seulement	ETC	3,0	0,40	0,65	2,0	0,02
	2000.10	ETC	5,45	0,78	1,6	5,0	0,16
Euro IV	2005.10	-	4,0	0,55	1,1	3,5	0,03
Euro V	2008.10	-	4,0	0,55	1,1	2,0	0,03

a Pour les moteurs au gaz naturel seulement (CH<sub>4</sub> = méthane).

b Ne s'applique pas aux moteurs à essence aux étapes 2000 et 2005.

c Pour les moteurs de cylindrée inférieure à 0,75 dm<sup>3</sup> par cylindre et ayant une vitesse de rotation nominale de plus de 3 000 tr/min.

Il importe de remarquer que la réglementation européenne en vigueur ne prévoit pas la preuve de la durabilité du contrôle des émissions. Cette lacune sera corrigée dans les prochains règlements qui entreront en vigueur à compter de 2005.

## Ailleurs dans le monde

Les normes américaines ou européennes servent à établir les normes – dans certains cas, elles sont employées intégralement – dans la plupart des autres pays. Le Japon a élaboré ses propres normes (voir le **tableau 10**) en fonction des caractéristiques de conduite dans ce pays très urbanisé. Dans bien des pays à plus faible revenu, les coûts de l'imposition par voie législative et de l'application de normes pour les nouveaux véhicules sont prohibitifs. C'est pourquoi un programme mené par les Nations Unies est en place pour l'établissement d'un programme de normes internationales destiné à garantir l'assurance de qualité des véhicules importés. Ces normes se fonderont probablement sur les normes et les procédures d'essai américaines ou européennes.

**Tableau 10** Normes japonaises d'émission pour les véhicules lourds

Poids nominal brut du véhicule	Date	Essai	Unité	CO		HC		NOx		Part.	
				max	moy	max	moy	max	moy	max	moy
< 1 700 kg	1988	10-15 mode	g/km	2,7	2,1	0,62	0,40	1,26	0,90		
	1993			2,7	2,1	0,62	0,40	0,84	0,60	0,34	0,20
	1997			2,7	2,1	0,62	0,40	0,55	0,40	0,14	0,08
	2002 <sup>a</sup>					0,63	0,12		0,28		0,052
1 700 à 2 500 kg	1988	6 mode	ppm	980	790	670	510	500 DI	380 DI		
								350 IDI	260 IDI		
> 2 500 kg	1993	10-15 mode	g/km	2,7	2,1	0,62	0,40	1,82	1,30	0,43	0,25
	1997-98			2,7	2,1	0,62	0,40	0,97	0,70	0,18	0,09
	2003 <sup>a</sup>					0,63	0,12		0,49		0,06
	1988-89			6 mode	ppm	980	790	670	510	520 DI	400 DI
								350 IDI	260 IDI		
	1994	13 mode	g/kWh	9,20	7,40	3,80	2,90	7,80 DI	6,00 DI	0,96	0,70
								6,80 IDI	5,00 IDI		
	1997-99 <sup>b</sup>			9,20	7,40	3,80	2,90	5,80	4,50	0,49	0,25
	2004 <sup>a</sup>					2,22	0,87		3,38		0,18

« Max » : à respecter à titre de limite d'approbation de type si les ventes sont inférieures à 2 000 unités par modèle de véhicule, par année et, en général, à titre de limite individuelle pour la production en série.

« Moy » : à respecter à titre de limite d'approbation de type et à titre de moyenne pour la production.

DI = injection directe.

IDI = injection indirecte.

a De nouvelles valeurs cibles à court terme présentées par le Central Council for Environmental Pollution Control 1998.12.14.

b 1997 : PNBV 2 500 à 3 500 kg; 1998 : PNBV 3 500 à 12 000 kg; 1999 : PNBV > 12 000 kg.

## Programmes d'inspection, d'entretien et de modification en service

Une fois les véhicules construits et vendus, il revient aux provinces canadiennes de faire appliquer les normes d'entretien des dispositifs de contrôle des émissions. L'efficacité de ces dispositifs diminue avec le temps. Cependant, un bon entretien du véhicule assurera une émission minimale de matières polluantes.

### Inspection des véhicules

L'émission de fumées visibles est signe d'un mauvais entretien du moteur, qu'il soit à essence ou à carburant diesel. Dans le cas des moteurs diesel, l'émission de fumées indique clairement des problèmes possibles au

niveau du carburant, du circuit d'admission d'air, des injecteurs ou des cylindres. C'est pourquoi on mesure l'opacité des fumées (dans le cadre d'un test en service) afin d'identifier les émetteurs importants. Bien qu'imparfait – il peut rater certains de ces émetteurs – l'essai est peu coûteux et assez simple d'exécution. Quelque 20 États américains ainsi que la Colombie-Britannique et l'Ontario ont instauré un essai en service comme moyen de garantir que les véhicules continuent de satisfaire à leurs caractéristiques de contrôle des émissions.<sup>14</sup> Les programmes font appel à des inspections périodiques obligatoires, par exemple en Ontario, ou à des inspections aléatoires sur la route, comme en Colombie-Britannique (l'Ontario procède également à ce type d'inspection).

### Gestion du vieillissement des véhicules

Les véhicules neufs sont mieux conçus et construits que les véhicules plus anciens. L'amélioration de la consommation de carburant des camions demeure un objectif constant et, au cours des 15 dernières années, les émissions de NOx et de particules ont diminué de plus de la moitié. Par conséquent, le remplacement aussi fréquent que possible des véhicules par des nouveaux modèles peut avoir un effet significatif sur la réduction des émissions. Comme on l'a indiqué dans la section du document portant sur l'évolution des véhicules, les conducteurs de camions longue distance disposent généralement de matériel moderne. Les parcs de véhicules urbains ont toutefois tendance à être plus vieux et sont par conséquent plus polluants. Les véhicules agricoles, même s'ils sont assez vieux, ne sont généralement pas exploités près des principales zones urbaines et leurs émissions plus importantes ont peu d'effet sur la qualité de l'air. Ainsi, la plupart des programmes de gestion du vieillissement des véhicules ont surtout été axés sur les véhicules de transport scolaire, urbain et interurbain et sur les véhicules agricoles; des primes sont d'ailleurs prévues aux fins de la mise au rancart et du remplacement de ces véhicules ou de la mise à jour de leurs systèmes antipollution.

Le premier programme de remplacement volontaire de vieux véhicules légers hautement polluants (autres que des camions) a été mené en 1990 par l'Union Oil

of California (UNOCAL), qui offrait 700 \$ amér. par vieux véhicule; 3 000 véhicules ont été offerts au cours des deux premières journées du programme. Depuis ce temps, les divers programmes de la Californie ont permis de mettre au rebut environ 30 000 véhicules légers.

Très peu de programmes de remplacement de camions lourds ont été instaurés, et aucun au Canada. Comme l'incitatif au remplacement est d'ordre financier, il est peu probable que de fortes primes monétaires puissent être offertes pour susciter un intérêt de la sorte. Par ailleurs, les camions ont fait l'objet de programmes de modernisation.

### Programmes de modernisation

Le bien-fondé de programmes de modernisation est comparable à celui des programmes de mise au rebut – c'est-à-dire de faire en sorte que les parcs de vieux véhicules soient dotés de systèmes antipollution plus modernes. Lorsqu'il s'agit de modernisation, les propriétaires sont tenus de remplacer ou d'ajouter de l'équipement au véhicule pour le rendre moins polluant.

Aux États-Unis, cette méthode a d'abord été employée en 1993 pour les autobus interurbains; aujourd'hui, plusieurs États essaient de mettre en place des programmes volontaires axés sur les camions lourds. Les lignes directrices de ces programmes visent à réduire les émissions de particules et exigent que l'équipement de remplacement soit approuvé pour réduire l'émission de particules de 25 p. 100 ou à 0,1 g/bhp-h.

La modernisation d'un moteur comprend, sans s'y limiter, les activités suivantes :

- l'ajout aux moteurs homologués d'un équipement de post-traitement neuf ou assurant une meilleure réduction des émissions;
- l'amélioration d'un moteur homologué dans une configuration certifiée « plus propre »;
- l'amélioration d'un moteur non homologué dans une configuration presque certifiée « plus propre »;
- la conversion de tout moteur à un carburant moins polluant;
- le remplacement prématuré de moteurs plus vieux par des moteurs plus récents (présument plus propres), plutôt que de les réuser;

<sup>14</sup> Environnement Canada, Direction des systèmes de transport, *The State of Heavy-Duty Vehicles Emission Inspection and Maintenance in Canada and the United States*, EPS2/TS/12, mars 2000.

- l'utilisation d'un carburant moins polluant et (ou) d'un additif réducteur d'émissions (sans conversion du moteur).

Le South Coast Air Quality Management Department (SCAQMD) en Californie exploite peut-être le programme le plus actif. L'initiative,<sup>15</sup> qui fait partie du Carl Moyer Memorial Air Quality Standards Attainment Program, à l'échelle de l'État, vise à accélérer l'introduction de moteurs lourds à faibles émissions pour les camions, les autobus interurbains et scolaires, les bateaux et les véhicules tout terrain comme les chariots élévateurs à fourches et l'équipement de terrassement. Au cours de l'exercice financier 2000-2001, l'État prévoit verser 28,5 millions de dollars amér. sous forme de subventions en vertu du programme.

La plus haute priorité est accordée aux moteurs à carburant de remplacement comme le gaz naturel comprimé, le gaz naturel liquéfié, le propane et l'électricité. Les moteurs diesel plus propres sont aussi considérés dans certains cas. Les fonds affectés au programme peuvent servir à favoriser l'acquisition de véhicules neufs, de nouveaux moteurs et la modernisation des moteurs existants. Des fonds sont aussi disponibles pour les postes de recharges électrique et le carburant de remplacement. De façon générale, l'équipement et les véhicules neufs doivent offrir une réduction de 30 p. 100 des émissions de NOx comparativement aux normes d'émission en vigueur, et le matériel modifié doit présenter une réduction de 15 p. 100 de ces mêmes émissions. L'équipement et les véhicules subventionnés doivent être exploités pendant au moins cinq ans, et 75 p. 100 de leur utilisation doit se faire à l'intérieur de la zone sous la juridiction du SCAQMD.

La Suède a mis au point un programme similaire. Les trois plus grandes villes suédoises en importance – Stockholm, Goteburg et Malmo – ont créé des « zones environnementales » au cœur de chaque ville en vue d'améliorer la qualité de l'air ambiant. La réglementation dans les zones environnementales n'est pas harmonisée avec les normes d'émission de l'Union européenne et relève de la législation locale portant sur les véhicules en service et l'utilisation des véhicules. La loi permet aux collectivités de la Suède de mettre en place des limites sur les véhicules lourds dans les zones dont l'environnement doit être protégé. Les véhicules d'un

certain âge doivent être munis d'un dispositif antipollution approuvé pour être admissibles à une exemption et être autorisés à circuler dans les zones environnementales.

Une dérogation générale au règlement a été accordée aux véhicules de 8 ans ou moins. Tous les véhicules de plus de 15 ans sont interdits. Les véhicules de 9 à 15 ans doivent être munis d'un dispositif antipollution. Le **tableau 11** précise les réductions des émissions pour les véhicules modifiés.

Tableau 11 | Exigences de modification en Suède

Polluant	Réduction des émissions
Particules fines de diesel (Part.)	80 % *
Hydrocarbures (HC)	60 %
Oxydes d'azote (NOx)	Aucune augmentation
Bruit	Aucune augmentation

\* Les systèmes de " type A " offrant une réduction de 20 % des particules fines ont aussi été autorisés à l'étape initiale du programme. Depuis 1999, les véhicules dotés de systèmes de type A ne sont plus autorisés dans les zones environnementales.

Les dispositifs antipollution approuvés sont les convertisseurs catalytiques munis de pièges à particules. Ces dispositifs sont efficaces en raison de l'utilisation répandue, en Suède, de carburant diesel à faible teneur en soufre. Le carburant diesel à faible teneur en soufre, c'est-à-dire 0,10 ppm au maximum, représente plus de 90 p. 100 du carburant diesel que consomme l'ensemble des véhicules lourds.

Une évaluation de l'efficacité du programme, menée un an après sa mise en œuvre, a montré les réductions suivantes des émissions de camions lourds :

- Part. – 20 %;
- HC – 10 %;
- NOx – 8 % (surtout en raison du renouvellement du parc de véhicules); et
- une diminution du niveau de bruit total malgré une augmentation du trafic.

Le programme a aussi entraîné une augmentation du nombre de véhicules lourds dotés de moteurs à alcool et au gaz naturel comprimé dans les zones. On estime à 3 000 le nombre de véhicules qui ont été dotés de dispositifs antipollution au cours des trois premières années du programme.

<sup>15</sup> <http://www.arb.ca.gov>



# Options et solutions technologiques

## Technologies des moteurs

La principale technologie employée dans les camions est le moteur diesel. Il est fort probable que ce moteur continuera à jouer son rôle dominant et qu'il sera encore plus répandu dans les camions plus légers. Les raisons motivant l'utilisation du moteur diesel sont les suivantes :

1. *L'efficacité énergétique.* La principale raison motivant l'utilisation du moteur diesel dans la plupart des applications est sans aucun doute son efficacité énergétique supérieure. Les moteurs diesel et les moteurs à bougies présentent des caractéristiques de puissance comparables, mais le moteur diesel consomme moins de carburant pour effectuer le même travail. La consommation inférieure de carburant du moteur diesel varie selon l'application, mais selon les estimations typiques, il consomme entre 25 et 35 p. 100 moins de carburant.
2. *L'efficacité générale.* Les moteurs à bougies ne constituent pas une alternative viable aux moteurs diesel pour les applications exigeant une grande puissance à faible régime. Tous les moteurs à combustion interne génèrent de la chaleur résiduelle, mais les moteurs à bougies en génèrent plus, dans l'ensemble, que les moteurs à allumage par compression et nécessitent donc plus de refroidissement. De façon générale, les moteurs à bougies ont une cylindrée maximale de 10 litres et ne sont pas employés pour des applications nécessitant une puissance supérieure à 400 HP.
3. *La durabilité et la fiabilité.* De tout temps, les moteurs diesel sont reconnus pour leur durabilité et leur fiabilité. Un des principaux constructeurs de moteurs diesel a récemment démonté un moteur de camion d'une puissance de 412 HP, choisi aléatoirement, qui avait parcouru 1,28 million de kilomètres. Le moteur, de modèle 1996, avait tiré des charges de 36 400 kg, en moyenne, à une vitesse moyenne de 100 km/h. On a jugé que le moteur pouvait encore être exploité sur une distance de 400 000 km avant de faire l'objet d'une révision.<sup>16</sup>

4. *La sécurité du carburant.* Les carburants diesel sont en général moins volatils que les carburants employés dans les moteurs à bougies; leur entreposage et leur manutention sont par conséquent plus sûrs. Cette plus faible volatilité du carburant est une autre caractéristique qui motive l'emploi des moteurs diesel pour certaines applications. Les véhicules d'incendie, les ambulances, les véhicules militaires, les bateaux, les autobus scolaires et les moteurs de certaines installations fixes font appel au diesel en raison, du moins en partie, de sa faible volatilité et, par conséquent, de la sécurité accrue des carburants de ce type.

La technologie de réduction des émissions des moteurs diesel a été axée sur l'amélioration du contrôle du processus de combustion même - appelé contrôle dans le cylindre. Cela a permis d'apporter des changements significatifs aux moteurs, notamment :

- l'utilisation de dispositifs électroniques pour une régulation plus précise de l'injection de carburant;
- des modifications aux composants des cylindres de manière à obtenir un ajustement plus serré des segments, un meilleur mélange du carburant, etc.;
- une augmentation de la pression d'injection du carburant pour accroître l'efficacité et réduire la production de fumée;
- la réduction des émissions de NOx par l'emploi de capteurs de charge du moteur.

Contrairement aux moteurs à essence, le post-traitement des émissions du moteur par le biais de catalyseurs n'est pas encore très répandu dans le cas des moteurs diesel. Cela est dû au fait que ces moteurs ont été en mesure de satisfaire aux normes sans le recours à ces techniques et aussi au fait que les catalyseurs sont peu durables en raison de la présence de soufre dans le carburant. Le soufre recouvre ou « empoisonne » les surfaces du catalyseur et rend ce dernier inefficace après une courte période.

<sup>16</sup> « Caterpillar C-12 Tear-Down Inspection Confirms Engine's Durability, » communiqué de presse, 8 septembre 1999.

Compte tenu des modifications apportées aux normes, les motoristes devront probablement avoir recours à des techniques de post-traitement pour se conformer aux nouveaux niveaux d'émission. Ces techniques comprendront :

- des pièges à particules qui réduisent la quantité de particules dissipées;
- des catalyseurs d'oxydation, pour assurer une combustion complète des HC et du CO; et
- des catalyseurs permettant de supprimer les NOx.

Presque toutes les techniques utilisant des catalyseurs qui seront employées sont sensibles au soufre comme indiqué précédemment. La future réglementation sur la teneur en soufre du carburant diesel favorisera le développement de la technologie de la même façon qu'à l'époque de l'élimination du plomb dans l'essence qui fut requise pour les véhicules légers dans les années 70. Le coût de ces techniques – sans tenir compte du prix majoré du carburant à faible teneur en soufre – sera important. Présentement, on estime que les coûts par nouveau véhicule<sup>17</sup> seront de l'ordre de 600\$ à 1 600\$ dans le cas des catalyseurs d'oxydation, de 5 000\$ à 6 000\$ pour les pièges à particules et de 7 000\$ à 15000\$ pour les systèmes à carburants mixtes. Le coût associé à l'élimination du soufre sera aussi important mais techniquement possible; en effet, la Suède a adopté des exigences dont les valeurs sont inférieures à celles des normes que proposent les États-Unis et le Canada.

Ces technologies réduiront encore les émissions des camions de 90 p. 100 (les émissions de particules passeront de 0,1 g/bhp-h à 0,01 g/bhp-h), ce qui favorisera une durabilité accrue des systèmes de réduction d'émissions.

<sup>17</sup> Manufacturers of Emission Controls Association, *Independent Cost Survey for Emission Control Retrofit Technologies*, Washington, D.C., December 2000.

<sup>18</sup> Mitchell, Ken, « Effects of Fuel Properties and Source on Emissions from Five Different Heavy Duty Diesel Engines, » SAE Paper 2000-01-2890, Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA, 2000.

<sup>19</sup> Olivastri, B. and Williamson, M., « A Review of International Initiatives to Accelerate the Reduction of Sulphur in Diesel Fuel, » Oil, Gas & Energy Branch, Air Pollution Prevention Directorate, Environmental Protection Service, Environment Canada, December 2000.

## Propriétés du carburant diesel

La qualité du carburant et ses éléments constitutifs influent sur les émissions. Les deux principales propriétés du carburant diesel sont la teneur en cétane et la teneur en soufre. D'autres caractéristiques, comme la teneur en carbone, peuvent être modifiées par le remplacement du type de carburant comme nous le verrons plus tard à la section portant sur les carburants de remplacement.

### Cétane

L'indice de cétane permet de mesurer la combustibilité du carburant de la même façon que l'indice d'octane dans le cas de l'essence. Un indice de cétane faible indique généralement une combustion moins efficace, ce qui peut avoir un effet sur les émissions de CO, de HC et de particules.<sup>18</sup> Le cétane n'est pas réglementé sur le marché, mais les exigences opérationnelles font en sorte que le consommateur doit généralement accepter les limites des produits provenant des raffineurs.

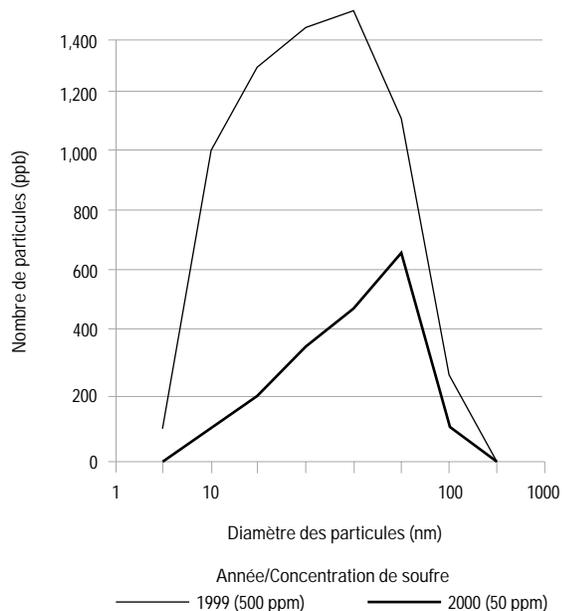
### Soufre

La teneur en soufre est fonction de la source de produit brut à partir duquel le carburant a été raffiné, ainsi que du procédé de raffinage employé. Au moment de sa combustion, le soufre forme des oxydes de soufre (SOx), qui ont des effets néfastes sur la santé et la végétation, qui acidifient les eaux et corrodent les matériaux. Le soufre contamine aussi les catalyseurs de post-traitement des gaz d'échappement, comme le fait le plomb dans l'essence, ce qui limite la réduction possible des émissions.

La teneur en soufre peut aussi créer la formation de particules dans les cylindres. La réduction de la teneur en soufre peut ainsi contribuer immédiatement et de façon importante à l'amélioration de la qualité de l'air ambiant, comme l'indiquent les résultats d'une étude menée par le gouvernement du Danemark qui, en 1999, a réduit la teneur en soufre des carburants à 50 ppm.<sup>19</sup> La **figure 10** montre que la concentration maximale de particules a chuté de 1 500 ppb à 700 ppb dans

une période d'une année depuis l'entrée en vigueur de la réglementation. De plus, le graphique montre l'évolution de la répartition de la taille des particules, des petites particules à de plus grosses, qui sont moins dommageables pour la santé.

Figure 10 | Concentration de particules dans une rue échantillonnée de Copenhague



En 1993, la teneur en soufre moyenne de tous les carburants diesel au Canada était de 1800 ppm.<sup>20</sup> En 1997, la teneur moyenne avait diminué à 1 200 ppm. Cette réduction fut le résultat d'un protocole d'entente intervenu entre Environnement Canada et la plupart des raffineurs canadiens et visant à fournir un carburant diesel à faible teneur en soufre au détail et destiné à des véhicules routiers. La mise en œuvre du Règlement fédéral sur le carburant diesel (1997), entré en vigueur en 1998 pour tous les véhicules routiers, devrait entraîner une réduction supplémentaire de cette teneur moyenne en

soufre. En 1997, la teneur moyenne en soufre des carburants diesel pour véhicules routiers et pour véhicules tout terrain était de 300 ppm et de 2 400 ppm respectivement.

La réglementation en vigueur exige que la teneur maximale en soufre soit de 50 ppm à compter de 2006. Si le Canada s'aligne sur les États-Unis, la teneur en soufre passera à 15 ppm à compter de 2006. Aux États-Unis, l'EPA a estimé que le coût global associé à la réduction de la teneur en soufre actuelle de 500 ppm à 15 ppm représentera une majoration de prix de 1,3 à 1,6 cent le litre.<sup>21</sup> Cette estimation tient compte d'une augmentation d'environ 1,6 cent le litre des coûts de la production et de la distribution du carburant et d'une réduction d'environ 0,4 cent le litre ou plus des frais d'entretien des véhicules attribuables à l'emploi d'un carburant plus propre. L'industrie du raffinage a toutefois estimé que ces coûts seraient beaucoup plus élevés.

Certains pays, comme la Suède, sont allés beaucoup plus loin en matière de réduction de la teneur en soufre. La Suède a été le premier pays à grever une taxe environnementale sur la teneur en soufre du carburant diesel en 1991; des réductions subséquentes en 1992 et en 1996 ont fait en sorte que presque tout le carburant diesel destiné au transport urbain a maintenant une teneur en soufre de 10 mg/kg (ppm).

## Carburants de remplacement

Le passage à un carburant de remplacement dans les camions constitue une option en vue de la réduction des émissions. Toutefois, le passage à un autre type de carburant est très compliqué et très coûteux, car la plupart des carburants de remplacement ne brûlent pas dans le cycle diesel (sans bougie) et s'il faut munir les moteurs d'un allumage par bougies, l'efficacité énergétique s'en trouve grandement réduite. Dans une analyse récente,<sup>22</sup> on a estimé que le passage du carburant diesel au deuxième meilleur carburant de remplacement entraînerait une augmentation du coût total (direct et indirect) du transport par autobus, par train et par camion correspondant aux pourcentages suivants :

<sup>20</sup> Environnement Canada, *Final Report of the Government Working Group on Sulphur in Gasoline and Diesel Fuel*, Ottawa, juillet 1998 (<http://www.ec.gc.ca>).

<sup>21</sup> U.S. Environmental Protection Agency, « Proposed Heavy-Duty Engine and Vehicle Standards and Highway Diesel Fuel Sulfur Control Requirements, » annonce de règlement, EPA420-F-00-022, May 2000.

<sup>22</sup> *Diesel Technology and the American Economy*, prepared for Diesel Technology Forum, Herndon, VA, by Charles River Associates, Washington, D.C., October 2000.

- 24 % dans le cas du transport par autobus urbain;
- 48 % dans le cas du transport ferroviaire;
- 56 % dans le cas du camionnage et de l'entreposage.

Dans certains cas et pour certains parcs de véhicules toutefois, ces coûts seraient beaucoup moins élevés et pourraient même représenter des économies, normalement en raison de l'absence d'un impôt routier sur le carburant de remplacement.

### **Gaz naturel**

En raison de sa nature gazeuse et de sa faible teneur en carbone, le gaz naturel influe considérablement sur les émissions de CO, de HC et de particules, et des réductions de 50 à 60 p. 100, sans post-traitement, sont possibles. Les températures de combustion ayant cependant tendance à être élevées, la quantité de NOx générée augmente de 20 à 30 p. 100. Le gaz naturel a toujours fait appel à un allumage par bougies, mais une société canadienne<sup>23</sup> a récemment mis au point un injecteur de carburant mixte qui permet la bicarburant continue du carburant diesel et du gaz naturel. Cette technique élimine les pertes d'efficacité énergétique mais conserve la plupart des avantages de réduction des émissions. Pour les camions mi-lourds à essence, la conversion au gaz naturel offre une solution plus concurrentielle, car la réduction de l'efficacité est beaucoup moins importante.

### **Éthanol**

L'éthanol, qui peut être produit à partir de résidus de maïs et d'autres déchets agricoles, a fait l'objet d'essais dans les moteurs diesel, sans grand succès. Il présente cependant certains avantages en matière de réduction des gaz à effet de serre s'il est employé comme additif dans l'essence. Normalement, il est mélangé à l'essence dans une proportion de 10 à 15 p. 100. Dans les camions mi-lourds qui ne sont pas munis de catalyseurs de post-traitement, il est possible de réduire les émissions, surtout celles de CO. Pour des concentrations plus élevées d'éthanol, il faut avoir recours à des moteurs spécialement conçus qui ne sont présentement offerts que pour des véhicules légers.

### **Biodiesel**

Ce carburant est produit à partir de produits agricoles, surtout le soya, et constitue un substitut au carburant diesel ordinaire. Son principal avantage est de réduire les émissions de gaz à effet de serre en raison du carbone à cycle court qu'il contient. De plus, comme le biodiesel a une très faible teneur en soufre, les émissions de particules par les camions fonctionnant avec ce type de carburant sont plus faibles. Compte tenu du fait de la faible production de ce carburant, son prix est présentement plus élevé que celui du carburant diesel ordinaire. Dans l'industrie du camionnage qui est vulnérable aux coûts, ce type de carburant n'a pas vraiment trouvé preneur sur le marché.

### **Hydrogène**

D'aucuns voient l'hydrogène comme étant le carburant par excellence. Il peut être extrait de l'eau et présente des caractéristiques similaires à celles du gaz naturel, mais comme il ne contient pas de carbone, sa combustion se fait encore plus proprement. Il s'agit toutefois d'un carburant qui est extrêmement difficile à adapter à un moteur. De plus, le carburant doit être stocké dans des réservoirs à très haute pression ou sous forme liquide à de très basses températures dans de gros réservoirs isolés. Les deux installations ajoutent du poids au véhicule, réduisant par le fait même sa charge utile, et elles nécessitent des dépenses élevées pour l'approvisionnement et la compression ou la liquéfaction du carburant. Le carburant, à l'état pur, fait aussi appel à un allumage par bougies, ce qui en réduit l'efficacité.

Une solution de rechange pour l'utilisation de l'hydrogène consiste à employer une pile à combustible. Dans cette technologie, le carburant sert à alimenter la pile à combustible qui convertit l'énergie chimique en énergie électrique. Le Canada est un chef de file mondial dans le développement de la technologie des piles à combustible (consulter Internet à l'adresse <http://www.nrcan.gc.ca> pour de plus amples renseignements), qui fait présentement l'objet d'essais pour les véhicules de toutes tailles chez les principaux constructeurs automobiles. La pile à combustible pourrait permettre de construire des véhicules générant très peu d'émissions. Cependant, les piles à combustible ne devraient pas être offerts

<sup>23</sup> Westport Technologies Ltd. of Vancouver (<http://www.westport.com>).

sur le marché avant de nombreuses années, car la commercialisation de cette technologie fait face à des obstacles de taille, notamment :

- Les groupes motopropulseurs sont plus coûteux et plus encombrants, car les systèmes d'entraînement des véhicules devant être convertis à des systèmes électriques.
- Le stockage du carburant est un problème important, car le carburant employé est l'hydrogène ou une forme de carburant liquide comme l'essence ou le méthanol qui doit être retransformé en hydrogène.
- Le ravitaillement en carburant en quantité suffisante et la création d'un nouveau réseau de distributeurs posent des problèmes.
- Les avantages énergétiques ne sont pas assez importants comparativement à certains des systèmes hybrides à carburant diesel et à diesel perfectionné.

## Autres technologies

On peut avoir recours à d'autres technologies pour rendre le fonctionnement des véhicules plus efficace et en réduire les émissions. Certains moyens visent à réduire la force nécessaire pour déplacer le camion. Ces moyens comprennent notamment :

- des pneumatiques à faible résistance au roulement qui permettent de réduire le frottement, la consommation de carburant ainsi que les émissions (de 1 à 3 p. 100);
- des dispositifs aérodynamiques qui réduisent la résistance à l'air des camions; ces dispositifs sont particulièrement efficaces sur les autoroutes et peuvent contribuer à une diminution de la consommation de carburant et à une réduction des émissions (de 2 à 5 p. 100);
- un allègement des structures, pour contribuer de deux façons à diminuer la consommation de carburant et les émissions : d'abord en réduisant le poids du véhicule non complètement chargé et ensuite en permettant au camion d'embarquer une plus grande charge utile, de manière à diminuer le nombre de camions nécessaires au transport des marchandises.

D'autres moyens technologiques visent à optimiser l'utilisation de la puissance du moteur, notamment :

- des boîtes de vitesses à commande entièrement électronique qui assurent le bon réglage du rapport à utiliser;
- des systèmes de gestion des moteurs qui permettent de contrôler le régime de ralenti, l'accélération et la vitesse maximale du camion;
- des lubrifiants perfectionnés qui réduisent le frottement dans le moteur de sorte qu'une puissance accrue peut être générée sans surchauffe.

Enfin, de nouvelles technologies mettent l'accent sur la récupération et la réutilisation de l'énergie de freinage. L'énergie est emmagasinée électriquement dans les batteries ou mécaniquement dans les volants ou les accumulateurs hydrauliques; cette énergie est ensuite réacheminée au groupe de transmission lorsque le véhicule a besoin d'une puissance accrue. Des études montrent que ces systèmes peuvent réduire la consommation de carburant de 25 à 30 p. 100 en conduite urbaine et réduire les émissions de 50 à 60 p. 100. Ces systèmes sont complexes et coûteux, mais ils permettent de continuer à utiliser le carburant et les moteurs diesel classiques.

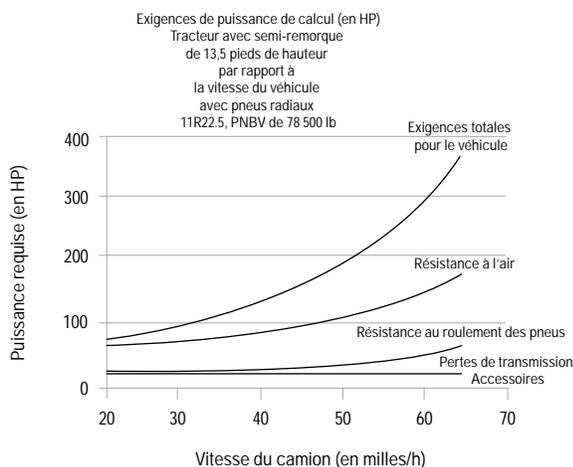


# Options d'exploitation des véhicules

## Régulation de la vitesse

La régulation de la vitesse des camions est un facteur important influant sur les émissions et la consommation de carburant. La force que doit générer un moteur pour déplacer le véhicule sur la route est fonction des pertes du groupe motopropulseur, de la résistance au roulement et de la résistance à l'air. Comme le montre la figure 11, tous ces éléments sont fonction de la vitesse.

Figure 11 | Exigences de puissance et vitesse sur la route



Source : Goodyear, *Factors Affecting Truck Fuel Economy*, 492700-3/93

Comme la résistance à l'air est une fonction exponentielle de la vitesse, la force totale nécessaire (et par conséquent la puissance et la consommation de carburant), est une fonction non linéaire de la vitesse. Il est à remarquer que ces relations valent pour des conditions uniformes de fonctionnement que l'on rencontre rarement en situation réelle. Lorsqu'on ajoute les fluctuations de la vitesse (accélération et décélération) à ces conditions, l'influence de la masse ou du poids nominal brut du véhicule est beaucoup plus grande sur la puissance demandée au moteur. Dans le cas d'un camion type,

la résistance à l'air représente la plus grande partie de la charge routière à des vitesses supérieures à 90 km/h (56 milles/h), comme le montre la figure 11.

De fait, à mesure que les camions (et les voitures) roulent plus vite, ils demandent plus de puissance au moteur. Cette puissance accrue augmente la consommation de carburant et les émissions, surtout les émissions de NOx. Ainsi, la régulation de la vitesse du véhicule peut jouer un rôle significatif aussi bien sur le plan de la réduction des émissions que de la diminution de la consommation de carburant. Comme le montre le tableau 12, les camions plus petits sont plus sensibles aux fluctuations de la vitesse que les camions lourds; par exemple, un camion de 13 600 kg augmente sa consommation de carburant de 28 p. 100 en passant d'une vitesse de 90 km/h à une vitesse de 105 km/h, et il l'augmente de 50 p. 100 en passant de 90 km/hr à 120 km/h. Au Canada, on estime qu'il serait possible de réduire la consommation de carburant de 1 et de 4 p. 100 sur les routes en maintenant une vitesse constante de 105 km/h ou de 90 km/h respectivement.<sup>24</sup> Comme les émissions de NOx sont essentiellement proportionnelles à la consommation de carburant à ces vitesses élevées, on peut donc prévoir des réductions comparables de ces polluants.

Tableau 12 | Effet de la vitesse sur la consommation de carburant des camions (L/100 km)

Vitesse (km/h)	Poids nominal brut du véhicule (en milliers de kg)						
	13,6	18,2	22,7	27,3	31,8	36,4	40,9
120	29	32	34	35	37	38	39
105	25	26	28	30	31	33	34
90	20	21	23	25	26	28	29

Variation (en %) à partir de 90 km/h

120	50 %	49 %	46 %	42 %	41 %	37 %	33 %
105	28 %	22 %	20 %	20 %	18 %	20 %	16 %

Variation (en %) à partir de 105 km/h

120	18 %	22 %	21 %	18 %	19 %	15 %	15 %
-----	------	------	------	------	------	------	------

<sup>24</sup> Taylor, G. et al., *The Potential for GHG Reductions from Improved Use of Existing and New Truck Technology in the Trucking Industry*. National Climate Change Program, Transportation Table, Trucking Sub-Group, 1999.

## Congestion

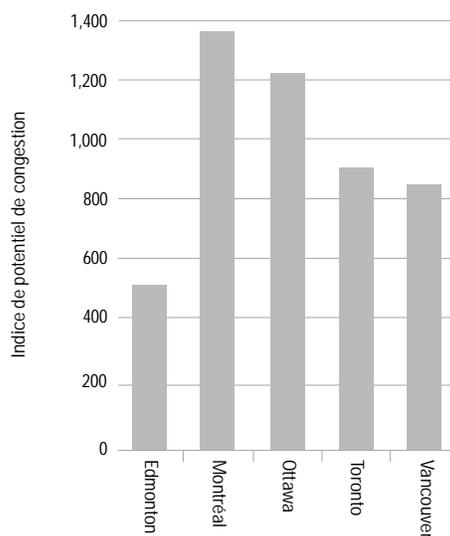
On connaîtrait à une diminution draconienne des émissions et de la consommation de carburant si les véhicules roulaient à des vitesses constantes et ne devaient jamais avoir à s'arrêter. Cet objectif est évidemment utopique, mais la diminution des retards attribuables à nos réseaux routiers est un objectif auquel les ingénieurs du transport consacrent beaucoup de temps et d'argent. Lorsqu'un véhicule accélère à une vitesse donnée sur la route, une quantité appréciable d'énergie est convertie en moment d'inertie du véhicule. Lorsque le véhicule ralentit ou arrête, cette énergie est perdue en raison soit de la résistance du véhicule, soit du serrage des freins. Une fois dissipée, cette énergie n'est plus récupérable. De plus, lorsque le véhicule s'arrête, son moteur continue de tourner et produit des émissions tout en consommant du carburant.

Les réseaux routiers sont destinés à réduire au minimum les arrêts nécessaires. La construction d'autoroutes à accès limité dans les années 50 a constitué un développement majeur visant à réduire les émissions et la consommation d'énergie. Toutefois, en améliorant la vitesse, les autoroutes ont favorisé l'éloignement des gens de leurs lieux de travail. Compte tenu de la croissance démographique et du nombre de propriétaires de véhicules, nos réseaux routiers ont progressivement été surchargés. Aujourd'hui, plus que jamais, assiste-t-on à une congestion de nos réseaux et à des retards imprévus.

Il est difficile de mesurer la congestion des réseaux, car il s'agit plus souvent qu'autrement d'un problème local qui reflète un manque de routes. L'Association des transports du Canada a établi un « indice de potentiel de congestion » pour huit régions urbaines au Canada.<sup>25</sup> Cet indice est exprimé comme étant la distance moyenne d'un parcours multipliée par le nombre de parcours, et divisée par le nombre d'artères ou de voies autoroutières-kilomètres. La **figure 12** présente les résultats obtenus.

Les données indiquent des écarts importants entre les centres urbains mentionnés. Les indices pour Montréal, Ottawa, Toronto et Vancouver sont beaucoup plus élevés que dans le cas des autres régions urbaines.

Figure 12 | Indices de potentiel de congestion dans des villes canadiennes



Les conséquences de la congestion ont été analysées récemment dans un rapport financé par Ressources naturelles Canada.<sup>26</sup> Une étude mentionnée dans ce rapport a comparé la consommation de carburant d'une voiture particulière circulant à diverses vitesses de croisière uniformes et effectuant un nombre variable d'arrêts en cours de route.<sup>27</sup> Les données présentées à la **figure 13** montrent que la consommation est la plus faible si le véhicule n'effectue aucun arrêt. Elle est la plus faible et relativement constante dans une plage de vitesses comprises entre 50 et 80 km/h. À une vitesse inférieure, la consommation augmente car le groupe propulseur du véhicule n'est pas optimisé pour des basses vitesses et la résistance des pneumatiques influe davantage sur la demande en énergie. Lorsque la vitesse de croisière est plus grande, la consommation de carburant augmente également en raison d'une résistance supérieure à l'air.

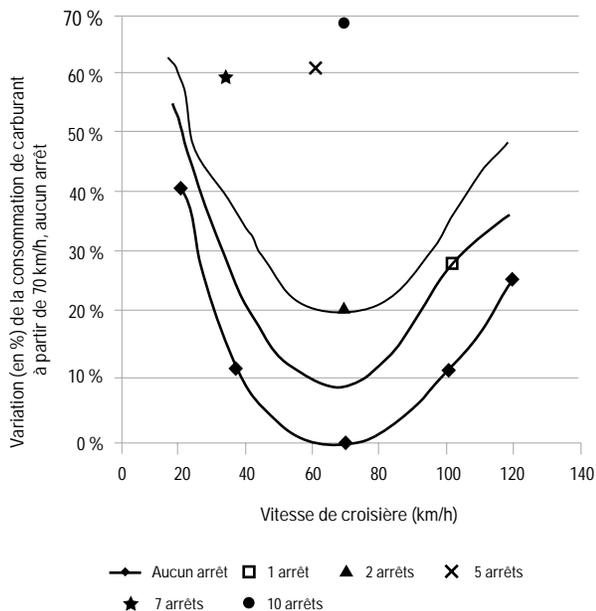
<sup>25</sup> Association des transports du Canada, *Urban Transportation Indicators in Eight Canadian Urban Areas*, Ottawa, juin 1996.

<sup>26</sup> DELCAN Ltd., *Traffic Congestion Impact on CO<sub>2</sub> Emissions in Canada*, Ottawa, Ressources naturelles Canada, Office de l'efficacité énergétique, 1999.

<sup>27</sup> Baker, M., *Fuel Consumption and Emission Models for Evaluating Traffic Control and Route Guidance Strategies*, Kingston, Queen's University, 1994.

Lorsque le véhicule effectue un seul arrêt, la consommation d'énergie augmente de 14 p. 100. Cette augmentation de la consommation s'accroît avec le nombre d'arrêts et elle atteint 68 p. 100 lorsque le véhicule effectue 10 arrêts sur un parcours de 10 kilomètres. L'augmentation de la consommation pour les véhicules lourds n'a pas été mesurée explicitement dans l'étude, mais elle serait proportionnelle à celle des voitures particulières.

Figure 13 | Effet des arrêts sur la consommation de carburant des véhicules légers



Par conséquent, la réduction de la congestion constitue une stratégie clé pour la diminution des émissions atmosphériques. L'accroissement de la capacité routière, la limitation de la demande, un meilleur contrôle de la circulation et l'aménagement d'intersections sans arrêt, comme des ronds-points, sont des techniques pouvant favoriser la fluidité du trafic et la réduction des émissions excédentaires produites.

## Poids et dimensions des véhicules

Le Canada est reconnu pour ses analyses économiques et techniques sur lesquelles se fondent nos normes concernant le poids et les dimensions des camions. Cela a fait en sorte que les camions autorisés sur nos routes

sont plus gros et plus lourds que ceux autorisés dans la plupart des régions aux États-Unis. Ces limites plus élevées au Canada ont permis aux camionneurs d'accroître leur productivité et d'abaisser les coûts du transport. Les avantages qu'offrent les plus gros camions sur le plan de la consommation d'énergie et des émissions générées ont été présentés à la **figure 9**, qui montre que la consommation d'énergie est grandement influencée par le poids nominal brut des véhicules. Présentement, le Canada autorise sur nos routes la circulation de véhicules d'une longueur maximale de 38 mètres et d'un poids maximal en charge de 62 500 kg. Toutefois, la plupart des camions autoroutiers sont beaucoup plus petits, l'industrie utilisant surtout des véhicules articulés dotés d'un tracteur et d'une semi-remorque de 16 mètres.

Le changement et l'harmonisation du poids et des dimensions des camions sont des questions qui reviennent sans cesse au Conseil canadien des administrateurs en transport motorisé (CCATM). La dernière décennie a connu des augmentations significatives des limites, mais il existe encore des problèmes de compatibilité entre certaines provinces. Il est peu probable que ces limites augmenteront davantage, car cela entraînerait directement des risques de dommages accrus aux ponts et chaussées.

Il est plus probable que des « trains routiers » plus longs seront autorisés, comme cela a été le cas aux États-Unis.<sup>28</sup> Par contre, cela pourrait affecter une petite partie de toutes les activités de camionnage, car la circulation de ces véhicules n'est limitée que sur des routes ayant une géométrie particulière (voies d'accotement larges, grands diamètres de virage, etc.). Selon des données de 1995, on estime à environ 6,1 p. 100 des activités de camionnage celles qui se font par trains routiers sur les principales autoroutes (surtout sans péage) dans les quatre principales provinces où ces véhicules sont autorisés (soit les trois provinces des Prairies et le Québec).<sup>29</sup>

Les avantages des longs trains routiers ne sont pas seulement au niveau des coûts d'exploitation réduits pour l'exploitant, mais aussi au niveau de la réduction globale de la consommation d'énergie et des émissions

<sup>28</sup> Les États-Unis cependant n'ont pas augmenté les limites de poids par essieu comme au Canada.

<sup>29</sup> Taylor, G. et al., *The Potential for GHG Reductions from Improved Use of Existing and New Truck Technology in the Trucking Industry*, National Climate Change Program, Transportation Table, Trucking Sub-Group, 1999.

générées; aussi, ce mode de transport permet une réduction nette du nombre de véhicules sur la route. Si le réseau actuel était élargi, on a estimé à environ 6,1 p. 100 de toutes les activités de transport celles qui se feraient par trains routiers sur les routes principales de la Colombie-Britannique, de l'Ontario et de la Nouvelle-Écosse. Le nombre de kilomètres parcourus par les véhicules (vk) entre le Québec et l'Ontario serait d'environ 1,3 million, comparativement à 2,6 millions si on conservait les véhicules standard de 16 mètres (53 pieds) actuellement exploités sur cette liaison. En ce qui a trait aux économies d'énergie réalisables, on estime que la consommation de carburant diesel pourrait diminuer d'un peu moins de 0,1 p. 100, et que les émissions de NOx pourraient diminuer d'une valeur comparable.

## Construction et entretien des routes

La conception et la qualité des revêtements routiers influent sur les émissions des véhicules, en faisant varier la puissance requise pour déplacer le véhicule sur la route. Une surface lisse et dure offre moins de résistance au roulement qu'une surface meuble ou rugueuse. Au Canada, les routes dans les zones urbaines sont généralement de grande qualité et sont faites d'asphalte ou de béton. En hiver, les deux types de surfaces ont un comportement identique et sont rigides. En été toutefois, lorsque la température est élevée, les surfaces asphaltées deviennent plus malléables et augmentent la résistance au roulement, surtout dans le cas des camions et des autobus lourds. L'effet de cette malléabilité se manifeste par la formation d'ornières sur certaines de nos principales routes asphaltées.

Les écarts de dureté entre les chaussées en asphalte et les chaussées en béton ont été mesurés sur des tronçons d'autoroutes interurbaines dans des conditions de vitesse constante.<sup>30</sup> Dans la plupart des conditions de température, les écarts mesurés étaient minimes entre les deux types de revêtements. Cependant, par temps chaud, on a calculé une diminution de 8 p. 100 de la

consommation de carburant sur le revêtement de béton par rapport au revêtement d'asphalte. L'effet de la différence de la chaussée à plus basse vitesse en conduite urbaine n'a pas été mesuré, mais il est probablement plus marqué car la chaussée asphaltée dans les villes a plus de temps pour se déformer.

De la même façon, la rugosité de la chaussée augmente la résistance au roulement, ce qui accroît la consommation de carburant et les émissions générées. Au cours des mêmes essais, on a établi qu'une surface lisse permettait de réduire la consommation de 10 p. 100 comparativement à une surface rugueuse. Ainsi, le maintien en bon état de la chaussée par de fréquentes réparations ou de fréquents resurfaçages peut jouer un rôle prépondérant dans la réduction des émissions. Comme les avantages se font sentir toute l'année, une chaussée lisse constitue un facteur plus important que son type de revêtement.

## Formation des conducteurs

La réglementation sur les émissions vise à contrôler et à réduire le plus possible les niveaux d'émission dans tous les régimes de conduite, sans tenir compte du conducteur, mais le rendement de ce dernier peut aussi avoir un effet sur la consommation de carburant et la génération d'émissions des camions. Comme on l'a vu antérieurement, la gestion de la vitesse et la réduction du nombre d'arrêts – par une bonne planification de l'itinéraire et une conduite prévoyante – peuvent réduire considérablement la consommation d'énergie et les émissions produites. Des études ont démontré que le comportement du conducteur (par exemple la différence entre la conduite passive et la conduite agressive), même si la conduite se fait selon des modes prescrits, tels le cycle officiel de mesure d'émissions, peut faire fluctuer de 5 p. 100 la consommation d'énergie et les émissions. Lorsque cet effet est ajouté à la régulation de la vitesse maximale et de la vitesse en régime de ralenti, on a estimé qu'une meilleure formation des conducteurs et une meilleure gestion du véhicule par le conducteur pouvaient se traduire par des réductions moyennes de 10 p. 100 sur le plan de la consommation de carburant et des émissions produites.<sup>31</sup>

<sup>30</sup> Conseil national de recherches du Canada, *Effect of Pavement Surface on Heavy Truck Fuel Consumption*, préparé pour l'Association canadienne du ciment, Ottawa, 1999.

<sup>31</sup> National Climate Change Program, Transportation Table, Trucking Sub-Group, *Environmental Awareness and Outreach Measures to Reduce GHG Emissions from the Trucking Sector*, August 1999.

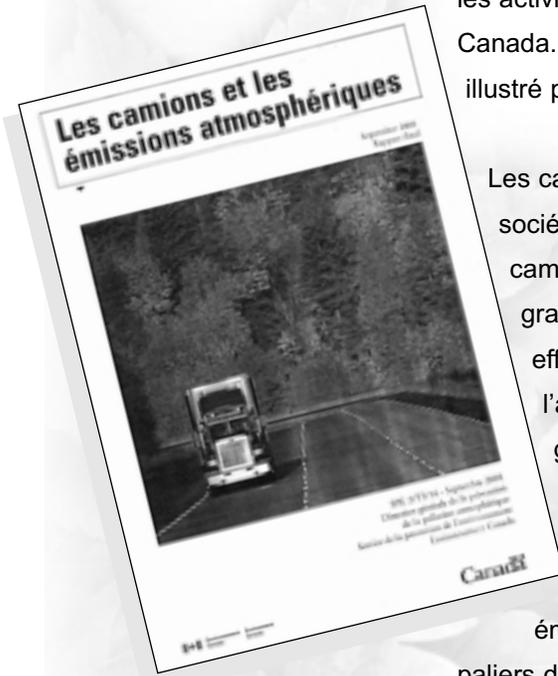
La plupart de ces réductions de consommation et d'émissions seront possibles à mesure que se généralisera l'utilisation d'ordinateurs de bord « intelligents » et de moyens de transmission de données en temps réel entre les véhicules et les sièges sociaux des entreprises. Ces technologies limiteront automatiquement l'enveloppe opérationnelle du conducteur ou augmenteront la capacité de surveillance de la direction. De plus, les systèmes des groupes motopropulseurs des véhicules deviendront moins sensibles aux erreurs du conducteur dans son choix des rapports de vitesses. Pour le moment, les propriétaires et les exploitants de camions ont besoin de soutien à la formation et de méthodes de gestion simples et efficaces pour savoir qui conduit le véhicule et comment. De cette façon, ils seront en mesure de réduire au minimum les émissions et la consommation de carburant de leurs véhicules.

# Les camions et les émissions atmosphériques

Le présent rapport présente d'importants faits et chiffres concernant les camions, les activités de camionnage et l'incidence de ces activités sur l'environnement au Canada. Il sert d'introduction sur le sujet et le texte rédigé en langage clair est bien illustré par des figures et des tableaux.

Les camions jouent un rôle prépondérant dans de nombreuses facettes de la société canadienne et ils sont essentiels au maintien de notre niveau de vie. Les camions modernes sont munis d'une technologie d'avant-garde qui a grandement permis, au cours des vingt dernières années, d'accroître leur efficacité opérationnelle et de réduire les émissions déversées dans l'atmosphère. Malgré ces percées, les camions contribuent encore grandement à la pollution atmosphérique au Canada.

Ce rapport présente des renseignements essentiels sur les camions et leurs émissions au Canada et décrit les programmes de contrôle des émissions en Amérique du Nord et ailleurs. Il énonce la façon dont tous les paliers de gouvernement ne cessent de resserrer les normes afin de contrôler les émissions des véhicules lourds et il dresse les nouvelles technologies, les carburants de remplacement et les percées opérationnelles, ce qui se traduira par une diminution de la pollution et un air plus propre pour la population canadienne.



## POUR OBTENIR UN EXEMPLAIRE GRATUIT...

Nom : \_\_\_\_\_

Compagnie : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

Ville : \_\_\_\_\_

Province/État : \_\_\_\_\_

Code postal : \_\_\_\_\_

Pays : \_\_\_\_\_

Téléphone : \_\_\_\_\_

Télécopieur : \_\_\_\_\_

Expédiez vos commandes à :

Infomathèque  
Environnement Canada  
Ottawa, (Ontario)  
CANADA K1A 0H3

Tél. : (819) 997-2800 ou

Tél. : 1 800 668-6767 (sans frais)

Télec. : (819) 953-2225

Courriel : [enviroinfo@ec.gc.ca](mailto:enviroinfo@ec.gc.ca)