



# Évolution de l'efficacité énergétique au Canada,

1990 à 2003

Juin 2005



Ressources naturelles  
Canada

Natural Resources  
Canada

Canada

La mosaïque numérique du Canada, réalisée par Ressources naturelles Canada (Centre canadien de télédétection), est une image composite constituée de plusieurs images satellites. Les couleurs reflètent les différences de densité de la couverture végétale : vert vif pour la végétation dense des régions humides du sud; jaune pour les régions semi-arides et montagneuses; brun pour le Nord où la végétation est très clairsemée; et blanc pour les régions arctiques.

Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada  
*Engager les Canadiens sur la voie de l'efficacité énergétique  
à la maison, au travail et sur la route*

### **Catalogage avant publication**

Évolution de l'efficacité énergétique au Canada, 1990 à 2003

Annuel.

Texte en français et en anglais.

Titre de la p. de t. addit. : Energy efficiency trends in Canada, 1990 to 2003.

Publ. par : Office de l'efficacité énergétique.

ISBN 0-662-68797-3

N° de Cat. M141-1/2003

ISSN 1205-304X

1. Énergie - Consommation - Canada - Statistiques - Périodiques.
2. Gaz à effet de serre - Canada - Statistiques - Périodiques.
- I. Canada. Ressources naturelles Canada.
- II. Canada. Office de l'efficacité énergétique.
- III. Titre : Energy efficiency trends in Canada, 1990 to 2003.

TJ163.4 C3

333.79'13'0971

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2005

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires de cette publication ou d'autres publications sur l'efficacité énergétique offertes gratuitement, veuillez vous adresser à :

Publications Éconergie

Office de l'efficacité énergétique

Ressources naturelles Canada

a/s S.N.S.J.

1770, chemin Pink

Gatineau (Québec) J9J 3N7

Téléphone : 1 800 387-2000 (sans frais)

Télécopieur : (819) 779-2833

ATME : (613) 996-4397 (appareil de télécommunication pour malentendants)



Papier recyclé

# Avant-propos

Cette dixième édition de l'*Évolution de l'efficacité énergétique au Canada* poursuit l'engagement du Canada de suivre de près l'évolution de l'efficacité énergétique, de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre (GES) connexes. En améliorant l'efficacité énergétique, on réduit les émissions de GES qui contribuent aux changements climatiques. Afin d'obtenir un aperçu statistique des marchés sectoriels de l'énergie au pays, veuillez vous référer au document qui l'accompagne, le **Guide de données sur la consommation d'énergie, 1990 et 1997 à 2003**.

L'*Évolution de l'efficacité énergétique au Canada, 1990 à 2003* couvre les six secteurs analysés par l'Office de l'efficacité énergétique (OEE) de Ressources naturelles Canada : résidentiel, commercial et institutionnel, industriel, des transports, agricole et de la production d'électricité. La période de 1990 à 2003 a été choisie car 1990 est l'année de référence pour le Protocole de Kyoto, tandis que 2003 est l'année la plus récente pour laquelle des données réelles sont disponibles.

La base de données complète ainsi que la plupart des données historiques sur la consommation d'énergie et les émissions de GES que l'OEE utilise pour ses analyses peuvent être consultées sur le site Web : [oe.e.rncan.gc.ca/tableaux05](http://oe.e.rncan.gc.ca/tableaux05).

Cette année, nous avons ajouté un nouveau produit : un CD contenant les versions électroniques de ce rapport, du *Guide de données sur la consommation d'énergie*, des tableaux d'analyse de l'énergie et des émissions de GES ainsi que des tableaux détaillés pour le Canada provenant de notre base de données complète. Ce CD est disponible sur demande.

Pour plus de renseignements sur ce document ou sur les services qu'offre l'OEE, veuillez communiquer avec nous par courriel à l'adresse [euc.cec@rncan.gc.ca](mailto:euc.cec@rncan.gc.ca).

Cette publication a été préparée par Naima Behidj, Johanne Bernier, Samuel Blais, Sébastien Genest, William King, Carolyn Ramsum, Katherine Sassi et Nathalie Trudeau, de la Division de l'analyse et de l'élaboration de la politique de la demande de l'OEE, qui relève de Ressources naturelles Canada. Carolyn Ramsum était chef du projet tandis que Tim McIntosh en a assuré la gestion générale.

Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec :

Carolyn Ramsum  
Économiste principale  
Office de l'efficacité énergétique  
Ressources naturelles Canada  
580, rue Booth, 18<sup>e</sup> étage  
Ottawa (Ontario) K1A 0E4

Courriel : [euc.cec@rncan.gc.ca](mailto:euc.cec@rncan.gc.ca)



# Table des matières

<b>Avant-propos</b> .....	<b>i</b>
<b>Chapitre 1 – Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>Chapitre 2 – Ensemble du secteur d'utilisation finale</b> .....	<b>5</b>
<b>Chapitre 3 – Secteur résidentiel</b> .....	<b>13</b>
<b>Chapitre 4 – Secteur commercial et institutionnel</b> .....	<b>19</b>
<b>Chapitre 5 – Secteur industriel</b> .....	<b>27</b>
<b>Chapitre 6 – Secteur des transports</b> .....	<b>35</b>
<b>Chapitre 7 – Secteur agricole</b> .....	<b>49</b>
<b>Chapitre 8 – Secteur de la production d'électricité</b> .....	<b>57</b>
<b>Annexe – Glossaire des termes</b> .....	<b>63</b>



# Chapitre 1

## Introduction

Entre 1990 et 2003, le Canada a enregistré une amélioration de son efficacité énergétique d'environ 13 p. 100, ou 883,3 petajoules, ce qui a permis aux Canadiens d'économiser, dans la seule année 2003, environ 13,4 milliards \$ et de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 52,3 mégatonnes.

### Consommation d'énergie, efficacité énergétique et émissions de gaz à effet de serre – Précisions

Il est facile de déterminer l'incidence de l'amélioration de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie d'un véhicule, d'une pièce d'équipement ou d'un appareil ménager : on peut simplement la vérifier et la mesurer. Toutefois, il est plus compliqué de déterminer comment les différentes améliorations, dans leur ensemble, influent sur la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre (GES) connexes.

Ce rapport aborde la question complexe de l'incidence de l'efficacité énergétique au Canada. Il présente une analyse de cette incidence sur la consommation d'énergie secondaire – c'est-à-dire l'énergie que les Canadiens consomment pour chauffer et climatiser les habitations et les lieux de travail, de même que pour faire fonctionner les appareils ménagers, les véhicules et les usines – ainsi que sur la production d'électricité.

L'analyse présentée dans le rapport repose sur une méthode de factorisation qui décompose les changements observés dans la quantité d'énergie consommée par les secteurs résidentiel, commercial et institutionnel, industriel, des transports et de la production d'électricité selon les cinq facteurs suivants :

- 1. Activité :** La définition de l'activité diffère d'un secteur à l'autre. Par exemple, dans le secteur résidentiel, ce terme correspond au nombre de ménages et à la surface de plancher des habitations; dans le secteur industriel, il désigne la production industrielle, comme des tonnes d'acier; et dans le secteur de la production d'électricité, il s'agit des gigawattheures produits.
- 2. Conditions météorologiques :** Les variations climatiques influent sur les besoins en chauffage et en climatisation. Cet effet est particulièrement marqué dans les secteurs résidentiel ainsi que commercial et institutionnel, où le chauffage et la climatisation représentent une part importante de la consommation d'énergie.

- 3. Structure** : La structure reflète l'évolution de la composition de chaque secteur. Par exemple, dans le secteur industriel, un changement de structure peut consister en une augmentation relative de la production d'une industrie par rapport à une autre, tandis que dans le secteur de la production d'électricité, il peut s'agir d'une augmentation relative de l'utilisation d'un combustible par rapport à un autre.
- 4. Niveau de service** : Au cours des années 90, la pénétration accrue de l'équipement auxiliaire dans les bâtiments commerciaux et institutionnels a entraîné une hausse de la consommation d'énergie liée à cette utilisation finale. Puisque nous disposons de peu de données sur les stocks, les ventes et la consommation unitaire d'énergie de cet équipement, un indice a été estimé afin de déterminer l'incidence de l'augmentation du niveau de service au fil des années. Cet effet est mesuré uniquement dans le secteur commercial et institutionnel.
- 5. Efficacité énergétique** : L'efficacité énergétique reflète le niveau d'efficacité auquel l'énergie est utilisée, par exemple, le temps de fonctionnement d'un appareil ménager selon une quantité d'énergie donnée. Pour ce qui est du secteur de la production d'électricité, il indique les pertes de conversion.

Dans cette analyse, un problème se pose quant à la façon de traiter la consommation d'électricité secondaire qui, contrairement à la consommation finale d'autres sources d'énergie, ne produit pas d'émissions de GES. C'est pourquoi il est courant, bien qu'il ne s'agisse pas d'une pratique universelle, d'attribuer les émissions de GES liées à la production d'électricité au secteur qui la consomme. Pour ce faire, on multiplie la quantité d'électricité consommée par un facteur d'émissions qui reflète la composition moyenne des sources d'énergie utilisées pour produire de l'électricité au Canada. Dans ce rapport, les secteurs sont analysés avec et sans cette réaffectation.

On estime que les émissions totales de GES au Canada s'élevaient à 731,5 mégatonnes<sup>1</sup> (Mt) en 2003, dont 69 p. 100, soit 501,8 Mt, étaient attribuables à la consommation d'énergie secondaire (incluant les émissions de GES liées à l'électricité). Deux principaux facteurs influent sur les émissions de GES liées à la consommation d'énergie secondaire : la quantité d'énergie consommée et l'intensité en GES de l'énergie consommée (la quantité de GES émise par unité d'énergie). L'analyse sectorielle présentée dans ce rapport donne des précisions sur ces deux principaux facteurs de même que sur l'incidence de ces facteurs et de l'efficacité énergétique sur l'évolution des émissions de GES.

Le chapitre 2 analyse l'évolution de l'efficacité énergétique, de la consommation d'énergie et des émissions connexes de GES pour l'ensemble du secteur d'utilisation finale d'énergie secondaire. Les chapitres 3 à 8 font état des résultats de l'analyse sectorielle de l'efficacité énergétique et des émissions de GES. Un glossaire des termes est fourni en annexe.

<sup>1</sup> Il s'agit d'une estimation préliminaire. Environnement Canada est responsable de l'inventaire officiel des GES du Canada.



## Différences comparativement aux rapports précédents

Ce rapport est le dixième examen annuel de l'évolution de la consommation d'énergie, de l'efficacité énergétique et des émissions de GES au Canada, utilisant 1990 comme année de référence. Cette mise à jour du rapport de l'an dernier, intitulé *Évolution de l'efficacité énergétique au Canada, 1990 à 2002*, poursuit l'engagement du Canada de faire le suivi de l'efficacité énergétique, de la consommation d'énergie et des émissions de GES. Trois principaux points différencient la publication *Évolution de l'efficacité énergétique au Canada, 1990 à 2003* du précédent rapport.

La première différence a trait au secteur commercial et institutionnel où les estimations des données sur la surface de plancher ont été révisées. À la demande de l'Office de l'efficacité énergétique (OEE), Informetrica Limited a ajusté ses données pour la surface de plancher du secteur commercial et institutionnel en fonction des catégories du Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN). Il s'est avéré nécessaire d'apporter ce changement afin d'assurer la compatibilité entre les données sur la surface de plancher, sur la consommation d'énergie et sur les investissements, lesquelles sont recueillies en fonction des définitions du SCIAN. En raison des modifications apportées aux définitions, les données sur la surface de plancher sont fournies dans ce rapport pour dix types d'activités au lieu des neuf types de bâtiments utilisés dans les rapports précédents. Par ailleurs, on a maintenant exclu de la surface de plancher totale la surface de plancher des installations industrielles, qui était auparavant attribuée aux bâtiments commerciaux.

La deuxième différence, également dans le secteur commercial et institutionnel, concerne un changement à la définition du niveau de service dans l'analyse de factorisation. Nous avons été en mesure d'estimer, à partir des données de l'*Enquête sur la consommation d'énergie dans les bâtiments commerciaux et institutionnels* de 2000, un taux de pénétration des climatiseurs qui nous a permis de déterminer la surface de plancher climatisée; par conséquent, nous avons retiré l'incidence de la climatisation de l'impact du niveau de service. L'indice utilisé pour évaluer les changements dans le niveau de service ne représente désormais que la pénétration de l'équipement auxiliaire.

La troisième différence touche le sous-secteur du transport des voyageurs où, pour cette année, une nouvelle série chronologique du taux d'occupation des voitures et des camions légers a été établie. Le taux d'occupation étant un élément essentiel au calcul des voyageurs-kilomètres (la variable de l'activité pour le transport des voyageurs), ce changement a eu une incidence sur les résultats de la factorisation présentés pour ce sous-secteur. Comparativement aux rapports précédents, l'incidence de l'activité est considérablement plus importante et, par conséquent, on a enregistré une plus grande amélioration de l'efficacité énergétique.

---

*Dans ce document, les chiffres des figures étant arrondis, ils peuvent ne pas correspondre aux totaux indiqués.*

---

# Chapitre 2

## Ensemble du secteur d'utilisation finale

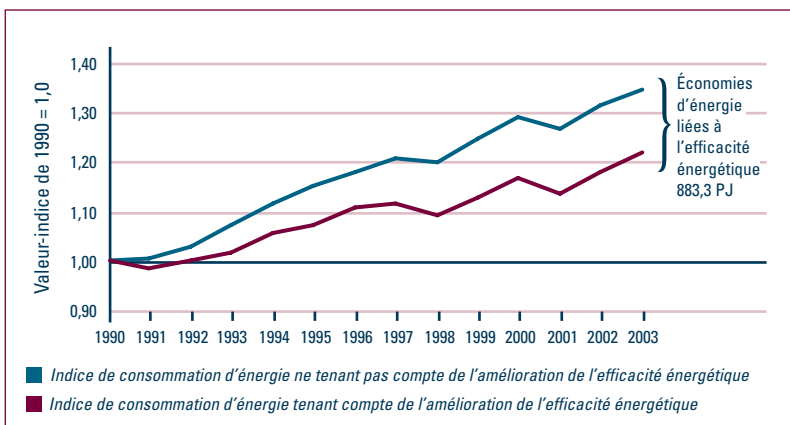
**Définition** : L'ensemble du secteur d'utilisation finale correspond au regroupement des cinq secteurs d'utilisation finale suivants : résidentiel, commercial et institutionnel, industriel, des transports et agricole.

Entre 1990 et 2003, la consommation d'énergie secondaire, c'est-à-dire l'énergie que les Canadiens consomment pour chauffer et climatiser les habitations et les lieux de travail ainsi que pour faire fonctionner les appareils ménagers, les véhicules et les usines, a augmenté de 22 p. 100, passant de 6 950,8 à 8 457,3 petajoules (PJ). Cette augmentation a entraîné une hausse des émissions de GES attribuables à la consommation d'énergie secondaire (incluant les émissions liées à l'électricité) de 23 p. 100, lesquelles sont passées de 407,9 à 501,8 mégatonnes (Mt).

*Un petajoule correspond à la consommation annuelle d'énergie d'une petite ville d'environ 3 700 habitants, et ce, pour toutes les utilisations, tant pour les habitations et le transport que pour les services locaux et industriels.*

Comme le montre la figure 2.1, n'eût été d'importantes et constantes améliorations de l'efficacité énergétique dans tous les secteurs d'utilisation finale, la consommation d'énergie secondaire aurait été, en 2003, de 13 p. 100 supérieure à ce qu'elle était. Ces économies d'énergie de 883,3 PJ correspondent à environ 84 p. 100 de la consommation d'énergie de toutes les voitures et de tous les camions légers servant au transport des voyageurs.

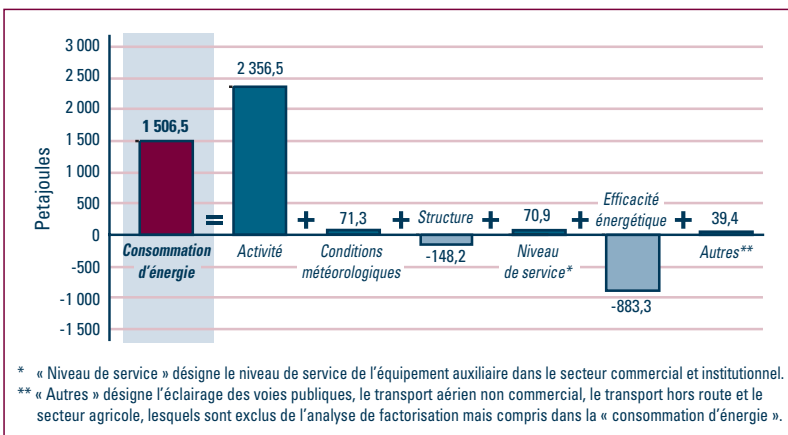
**Figure 2.1** Consommation d'énergie secondaire tenant compte ou non de l'amélioration de l'efficacité énergétique, 1990-2003 (valeur-indexe de 1990 = 1,0)



La figure 2.2 indique que les changements dans la consommation d'énergie et les émissions de GES connexes sont attribuables aux facteurs suivants :

- une augmentation de 35 p. 100 de l'activité (incluant la surface de plancher des secteurs résidentiel et commercial et institutionnel, le nombre de ménages, le nombre de voyageurs-kilomètres et de tonnes-kilomètres ainsi que la production brute, la production physique et le produit intérieur brut [PIB] du secteur industriel) a entraîné une hausse de la consommation d'énergie de 2 356,5 PJ et des émissions de GES connexes de 136,7 Mt;
- en 2003, l'hiver a été 5 p. 100 plus froid et l'été, 24 p. 100 plus chaud qu'en 1990, ce qui a entraîné une hausse de la demande d'énergie secondaire de 71,3 PJ ainsi que des émissions de GES connexes de 4,0 Mt;
- la baisse de la consommation d'énergie attribuable aux changements structurels observés dans le secteur industriel a plus que compensé cette hausse dans les autres secteurs. Dans l'ensemble, les changements structurels ont entraîné une diminution de la consommation d'énergie de 148,2 PJ et des émissions de GES de 4,6 Mt;
- les changements dans le niveau de service de l'équipement auxiliaire (c.-à-d. une utilisation accrue des ordinateurs, des imprimantes et des télécopieurs dans le secteur commercial et institutionnel) ont entraîné une hausse de la consommation d'énergie de 70,9 PJ et des émissions de GES connexes de 4,2 Mt;
- l'amélioration de l'efficacité énergétique a permis d'économiser 883,3 PJ d'énergie et de réduire les émissions de GES de 52,3 Mt.

**Figure 2.2 Incidence de l'activité, des conditions météorologiques, de la structure, du niveau de service et de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie, 1990-2003 (petajoules)**

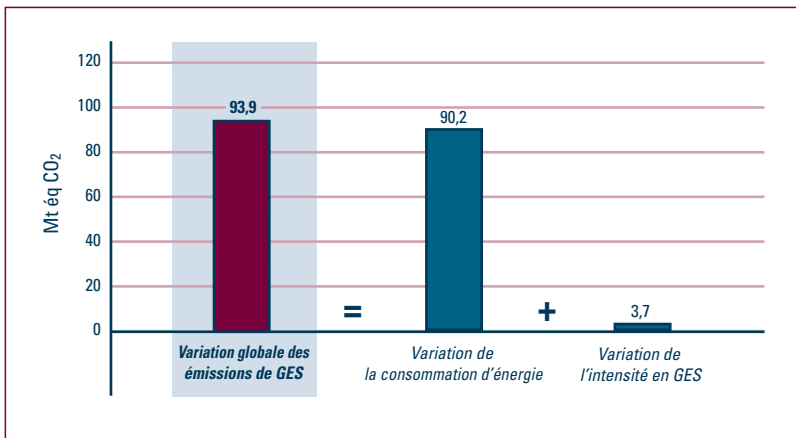


Dans l'ensemble, si l'on inclut les émissions de GES attribuables à la production d'électricité, on observe une augmentation des émissions de GES, laquelle est attribuable à la hausse de la consommation d'énergie secondaire. L'intensité en GES de l'énergie a peu changé au cours de la période à l'étude, car l'utilisation accrue de combustibles produisant moins de GES a contrebalancé l'intensité en GES plus élevée pour la production d'électricité.

Tel que l'illustre la figure 2.3, les émissions de GES attribuables à la consommation d'énergie secondaire ont été de 23 p. 100, soit 93,9 Mt, plus élevées en 2003 qu'en 1990.

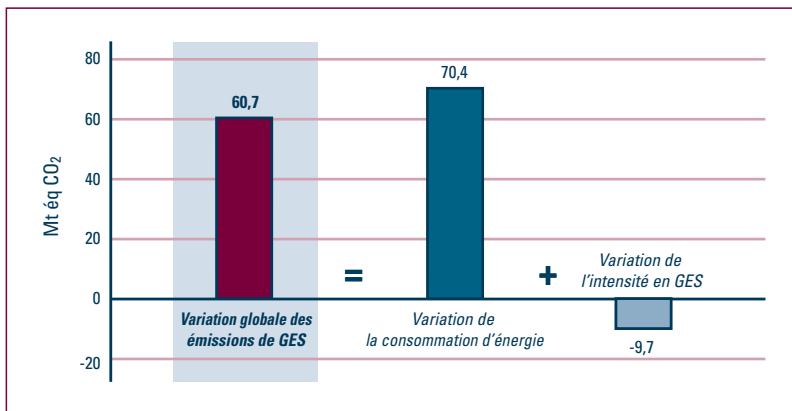
*Le volume d'une tonne de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) correspond à celui de deux maisons de dimension moyenne au Canada, ce qui signifie qu'une mégatonne de CO<sub>2</sub> pourrait remplir environ 2 millions de maisons de dimension moyenne.*

**Figure 2.3 Incidence de la consommation d'énergie secondaire et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, incluant celles liées à l'électricité, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>)**



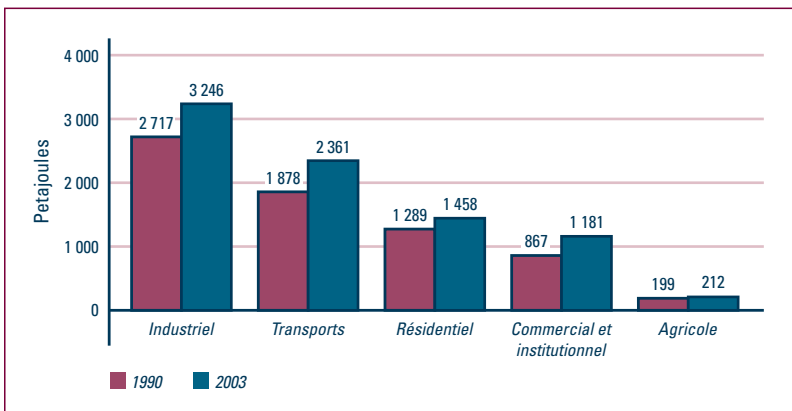
Si l'on exclut les émissions de GES liées à l'électricité, on constate une hausse de 19 p. 100 des émissions de GES attribuables à la consommation d'énergie secondaire, ce qui équivaut à 60,7 Mt (figure 2.4). Une augmentation relative de la consommation de biomasse et de gaz naturel, de même qu'une baisse dans l'utilisation de mazouts lourds, de coke et de gaz de fours à coke, ont contribué à une diminution de 2 p. 100 de l'intensité en GES de l'énergie.

**Figure 2.4 Incidence de la consommation d'énergie secondaire et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, excluant celles liées à l'électricité, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>)**

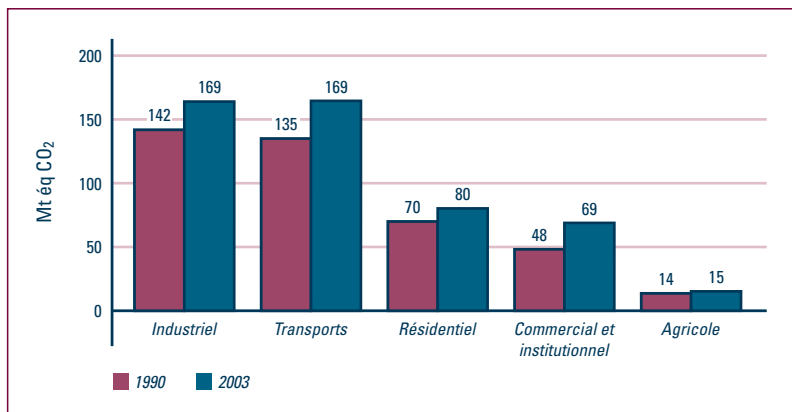


Les figures 2.5, 2.6 et 2.7 montrent la répartition de la hausse de la consommation d'énergie et des émissions de GES dans chacun des secteurs d'utilisation finale de l'économie entre 1990 et 2003. Les augmentations observées ne sont pas surprenantes, compte tenu de la croissance considérable de l'activité (PIB, surface de plancher, etc.) dans les divers secteurs.

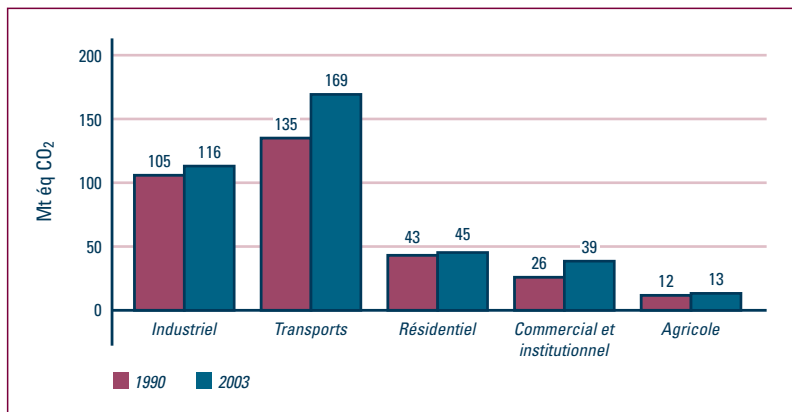
**Figure 2.5 Consommation d'énergie selon le secteur, 1990 et 2003 (petajoules)**



**Figure 2.6 Émissions de GES, incluant celles liées à l'électricité, selon le secteur, 1990 et 2003 (mégatonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>)**



**Figure 2.7 Émissions de GES, excluant celles liées à l'électricité, selon le secteur, 1990 et 2003 (mégatonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>)**



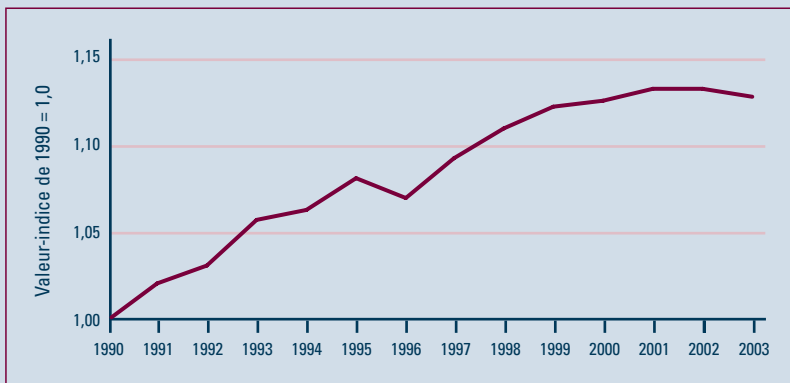
Les chapitres suivants expliquent l'incidence des changements de l'activité, des conditions météorologiques, de la structure, du niveau de service et de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie. L'influence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur les émissions de chaque secteur y est également expliquée.

### Indice d'efficacité énergétique de l'OEE

Ce rapport donne une estimation de l'incidence de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie des secteurs résidentiel, commercial et institutionnel, industriel<sup>1</sup> ainsi que des transports pour la période 1990-2003. Ces variations de l'efficacité énergétique sont regroupées en un seul indice d'efficacité énergétique au Canada, qui est appelé l'indice d'efficacité énergétique de l'OEE.

L'indice présenté à la figure 2.8 illustre une tendance à la hausse d'environ 1 p. 100 par an entre 1990 et 2003, soit une amélioration de l'efficacité énergétique de l'ordre de 13 p. 100. Cette amélioration s'est traduite en 2003 par des économies d'énergie de 883,3 PJ et une réduction des émissions de GES de 52,3 Mt. La stabilité de l'indice entre 2001 et 2003 est principalement attribuable au secteur industriel, où une intensité plus élevée dans certaines industries, des substitutions de combustibles et des taux plus faibles d'utilisation de la capacité ont contrebalancé l'amélioration de l'efficacité.

**Figure 2.8** *Indice d'efficacité énergétique de l'OEE, 1990-2003*  
(valeur-indice de 1990 = 1,0)

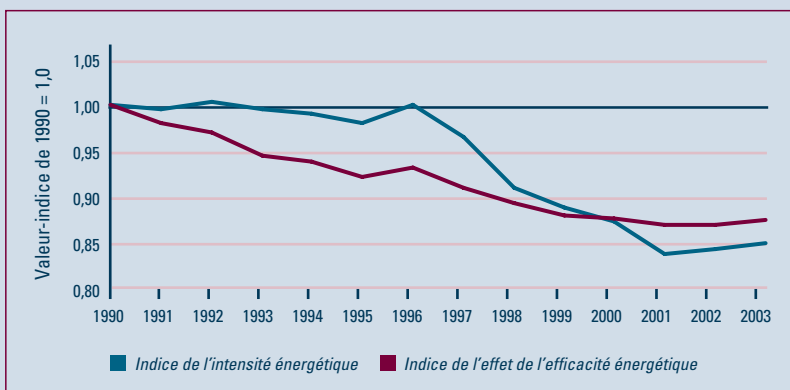


<sup>1</sup>Dans le secteur industriel, les données relatives à quelques industries préparées par Statistique Canada conformément au SCIAN ne sont pas disponibles pour la période de 1991 à 1994. Pour ces années, l'incidence de l'efficacité énergétique a été estimée en utilisant l'analyse (données basées sur le Système de classification des industries) provenant du rapport de 2000 pour calculer des taux de croissance, qui ont été appliqués aux données de 1995 pour effectuer une extrapolation rétrospective des années manquantes. Les résultats obtenus ont par la suite été calibrés avec les données sur l'activité et l'intensité basées sur le SCIAN.



L'indice d'efficacité énergétique de l'OEE fournit une meilleure estimation de l'évolution de l'efficacité énergétique que le rapport couramment utilisé d'énergie consommée par unité du PIB, c'est-à-dire l'intensité énergétique. L'intensité énergétique varie non seulement en fonction de l'évolution de l'efficacité énergétique mais aussi de celle d'autres facteurs tels que les conditions météorologiques et la structure de l'économie. La figure 2.9 illustre les différences entre les deux indices. L'incidence de l'efficacité énergétique est l'image miroir de l'indice de l'OEE présenté à la figure 2.8, elle est transposée aux fins de comparaison à l'indice de l'intensité énergétique.

**Figure 2.9** Changements dans l'intensité énergétique et l'effet de l'efficacité énergétique, 1990-2003 (valeur-indice de 1990 = 1,0)



Comme l'illustre la figure 2.9, l'intensité énergétique sous-estime l'incidence de l'efficacité énergétique au Canada au début des années 90 et surestime son incidence vers la fin de la période d'analyse. Avant 1998, l'amélioration de l'intensité semble modeste en raison des températures froides (1992-1997) et un virage vers les industries à plus forte intensité énergétique (1990-1993) qui ont masqué les progrès en matière d'efficacité énergétique. En 2000, l'indice de l'intensité est tombé sous l'indice de l'incidence de l'efficacité énergétique. Un virage vers les industries à moins forte intensité énergétique, qui a débuté au milieu des années 90, combiné à une amélioration de l'efficacité énergétique, ont accéléré le déclin de l'intensité énergétique observé.



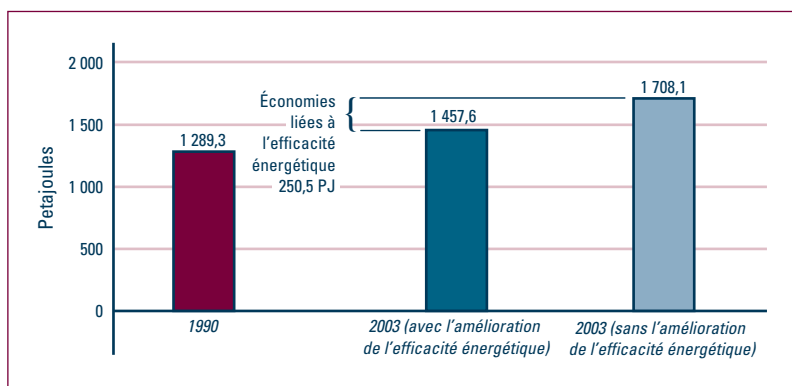
# Chapitre 3

## Secteur résidentiel

**Définition :** Au Canada, le secteur résidentiel comprend quatre grands types de logements : les maisons unifamiliales, les maisons individuelles attenantes, les appartements et les maisons mobiles. Les ménages consomment de l'énergie principalement pour le chauffage des locaux et de l'eau ainsi que pour le fonctionnement des appareils ménagers, l'éclairage et la climatisation.

Entre 1990 et 2003, la consommation d'énergie du secteur résidentiel a augmenté de 13 p. 100, soit de 168,2 PJ (figure 3.1), ce qui a entraîné une hausse des émissions de GES connexes (incluant les émissions liées à l'électricité) de 15 p. 100, soit de 10,3 Mt. Sans les améliorations de l'efficacité énergétique, l'augmentation de la consommation d'énergie entre 1990 et 2003 aurait été de 32 p. 100, au lieu des 13 p. 100 observés.

**Figure 3.1** Consommation d'énergie, tenant compte ou non de l'amélioration de l'efficacité énergétique, 1990 et 2003 (petajoules)

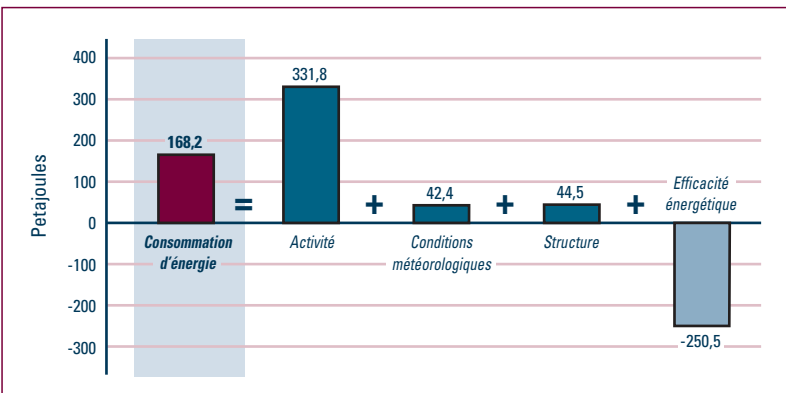


*Au cours d'un été typique à Toronto, le climatiseur central d'une maison ordinaire consomme de 1 969 à 2 317 kilowattheures. La production de l'électricité nécessaire au fonctionnement de l'appareil entraîne des émissions de GES de près de 0,5 tonne à la centrale électrique.*

Tel que l'indique la figure 3.2, les facteurs suivants sont à l'origine de la variation de la consommation d'énergie et des émissions de GES connexes :

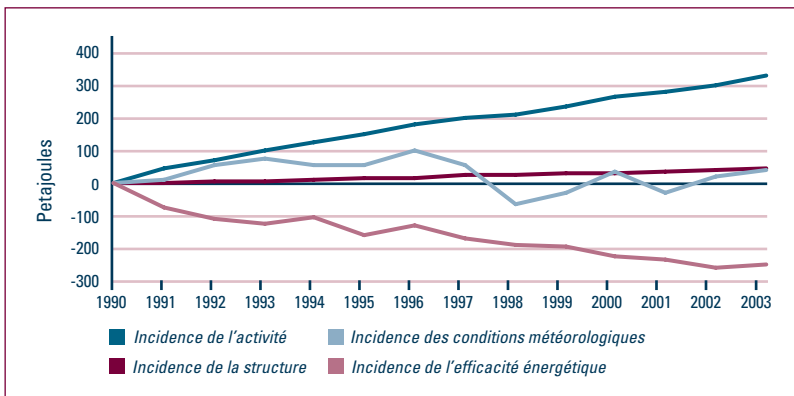
- une augmentation de 26 p. 100 de l'activité (nombre de ménages et surface de plancher des habitations) a entraîné une hausse de la consommation d'énergie de 331,8 PJ et des émissions de GES de 18,2 Mt. L'accroissement de l'activité est attribuable à une hausse de 29 p. 100 de la surface de plancher totale et de 23 p. 100 du nombre de ménages;
- en 2003, l'hiver a été plus froid et l'été plus chaud qu'en 1990. Par conséquent, on a enregistré une hausse de la demande d'énergie pour le chauffage et la climatisation des locaux de 42,4 PJ et une augmentation des émissions de GES de 2,3 Mt;
- les changements observés dans la structure du secteur résidentiel, c'est-à-dire la composition d'utilisations finales, en particulier l'augmentation de la proportion relative d'énergie consommée pour le chauffage de l'eau, l'éclairage et la climatisation des locaux, ont eu pour effet d'accroître la consommation d'énergie du secteur de 44,5 PJ et les émissions connexes de GES de 2,4 Mt;
- l'amélioration de l'enveloppe thermique des habitations et de l'efficacité des appareils ménagers ainsi que des appareils de chauffage des locaux et de l'eau s'est traduite par une hausse de l'efficacité énergétique dans l'ensemble du secteur, laquelle a permis de réaliser des économies d'énergie de 250,5 PJ et de réduire les émissions de GES de 13,7 Mt.

**Figure 3.2 Incidence de l'activité, des conditions météorologiques, de la structure et de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie, 1990-2003 (petajoules)**



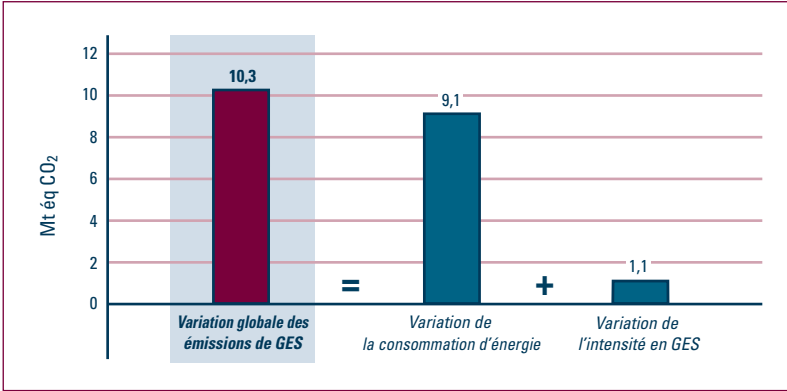
Comme le montre la figure 3.3, l'activité et, dans une moindre mesure, la structure (soit la composition d'utilisations finales) ont constamment contribué à l'augmentation de la consommation d'énergie au fil des années. Les améliorations de l'efficacité énergétique ont cependant compensé en grande partie l'incidence de l'activité et de la structure. Les conditions météorologiques représentent le seul facteur ne permettant pas de discerner une tendance définie au cours de la période visée.

**Figure 3.3** Variation de la consommation d'énergie attribuable à l'activité, aux conditions météorologiques, à la structure et à l'efficacité énergétique, 1990-2003 (petajoules)



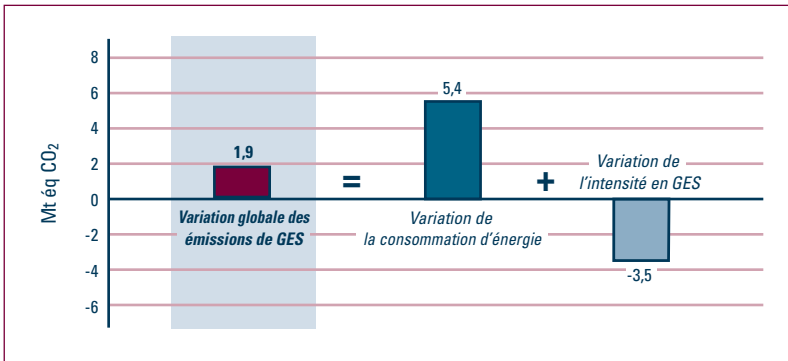
Dans l'ensemble, si l'on inclut les émissions de GES liées à l'électricité, on observe une hausse des émissions de GES du secteur résidentiel, laquelle est attribuable à l'augmentation de la consommation d'énergie et de l'intensité moyenne de GES des combustibles utilisés pour produire l'électricité. Comme le montre la figure 3.4, les émissions de GES du secteur résidentiel étaient de 15 p. 100 plus élevées en 2003 qu'en 1990, ce qui équivalait à 10,3 Mt de plus.

**Figure 3.4 Incidence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, incluant celles liées à l'électricité, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>)**



Si l'on exclut les émissions de GES liées à l'électricité, on observe une baisse de 8 p. 100 de l'intensité en GES de l'énergie consommée (figure 3.5) entre 1990 et 2003. La baisse de l'utilisation du mazout de chauffage et du propane en faveur du gaz naturel et du bois a eu pour effet de réduire l'intensité en GES dans le secteur et de contrebalancer l'augmentation de GES attribuable à une plus grande consommation d'énergie.

**Figure 3.5 Incidence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, excluant celles liées à l'électricité, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>)**



## Évolution de la climatisation dans le secteur résidentiel

Même si le Canada est reconnu pour ses hivers froids, certaines régions du pays connaissent un été court mais chaud. L'utilisation d'un climatiseur en été est particulièrement courant en Ontario, au Québec et au Manitoba. Cette situation a entraîné une hausse de la consommation d'énergie pour la climatisation, cette dernière passant de 8,3 PJ en 1990 à 17,7 PJ en 2003 (113 p. 100). En dépit de cette croissance rapide, la climatisation représentait seulement un peu plus de 1 p. 100 de la consommation totale d'énergie du secteur résidentiel en 2003.

L'utilisation des climatiseurs est très courante dans certaines régions pour maintenir le confort des logements en été. Au cours d'une saison de climatisation typique à Toronto, la consommation d'un climatiseur individuel d'une puissance de 8 000 British thermal units (Btu) par heure s'établit entre 421 et 502 kilowattheures (kWh), selon l'efficacité de l'appareil<sup>1</sup>, ce qui est similaire à la consommation annuelle d'un réfrigérateur neuf de 2003. Un climatiseur central est utilisé pour climatiser un grand espace tel qu'une maison. Ce type d'appareil (32 000 Btu par heure) peut consommer de 1 969 à 2 317 kWh pendant la saison de climatisation – ce qui équivaut approximativement à la consommation d'énergie annuelle d'un réfrigérateur neuf de 2003 combinée à celle d'une cuisinière et d'une sècheuse neuves de 2003. On compte actuellement près de deux fois plus d'appareils centraux que de plus petits appareils individuels moins énergivores (voir tableau 3.1).

Pourquoi la consommation d'énergie pour la climatisation augmente-t-elle si rapidement? L'activité a contribué à cette augmentation. Entre 1990 et 2003, alors que le nombre de ménages s'est accru de 23 p. 100 celui des climatiseurs a augmenté de 88 p. 100 (voir tableau 3.1). Les étés plus chauds que la moyenne depuis 1998 (excepté en 2000) peuvent avoir contribué à la hausse des achats de climatiseurs.

**Tableau 3.1 Stock de climatiseurs, 1990 et 2003 (milliers)**

Types de climatiseurs	1990	2003	Taux de croissance 1990-2003 (%)
Individuel	1 090	1 728	58
Central	1 376	2 919	112
<b>Total</b>	<b>2 466</b>	<b>4 647</b>	<b>88</b>

Source : Ressources naturelles Canada, Modèle d'utilisation finale pour le secteur résidentiel, février 2005.

Au Canada, les besoins en climatisation varient considérablement d'une région à l'autre. Comme on peut s'y attendre, c'est dans les provinces où les étés sont très chauds (p. ex., en Ontario, au Québec et au Manitoba), ou ayant le plus grand nombre de degrés-jours de réfrigération (DJR)<sup>2</sup>, qu'on enregistre le taux de pénétration

<sup>1</sup> Ressources naturelles Canada, *Répertoire ÉnerGuide des climatiseurs individuels*, 2004, Ottawa, 2004, p. 80.

<sup>2</sup> Consulter l'annexe pour la définition des DJR.

— suite

le plus élevé des climatiseurs (voir tableau 3.2). C'est en Ontario que l'on retrouve 63 p. 100 de tous les climatiseurs utilisés au Canada, lesquels représentent 74 p. 100 de la consommation d'énergie pour la climatisation au pays en 2003.

**Tableau 3.2 Variables explicatives de la climatisation pour certaines provinces**

	DJR moyens par année	Taux de pénétration des climatiseurs – 2003	Part des climatiseurs (%) – 2003	Part de la consommation d'énergie des climatiseurs (%) – 2003
Québec	223	0,28	19	13
Ontario	242	0,65	63	74
Manitoba	178	0,65	6	7
Alberta	55	0,10	2	1
<b>Canada</b>	<b>171</b>	<b>0,38</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Source : Ressources naturelles Canada, Modèle d'utilisation finale pour le secteur résidentiel, février 2005.

Depuis 1990, le taux de pénétration des climatiseurs a augmenté considérablement. Afin d'établir le potentiel de croissance additionnelle de la consommation d'énergie liée à cette utilisation, on a posé la question suivante : À combien s'établirait la consommation d'énergie si tous les ménages canadiens possédaient un climatiseur<sup>3</sup>? Dans ce contexte, on estime qu'en 2003 la consommation d'énergie pour la climatisation aurait été de 37,4 PJ au lieu de 17,7 PJ, soit plus que le double de la consommation actuelle. En raison des étés chauds et du faible taux de pénétration actuel des climatiseurs, c'est au Québec que cette incidence serait la plus marquée, car la consommation d'énergie aurait été trois ou quatre fois plus élevée, passant de 2,4 à 8,5 PJ en 2003. Dans la simulation, les hausses de la consommation d'énergie étaient négligeables dans les régions plus froides, comme les provinces de l'Atlantique et les Territoires, où, même si l'on suppose que toutes les maisons étaient dotées d'un climatiseur, ce dernier serait peu utilisé.

Depuis 1995, les climatiseurs individuels et centraux sont visés par le *Règlement sur l'efficacité énergétique* du Canada. N'eût été de l'amélioration de l'efficacité des nouveaux appareils et du retrait des anciens appareils moins éconergétiques, la croissance de la consommation d'énergie entre 1990 et 2003 aurait été environ 30 p. 100 plus élevée qu'elle ne l'a été<sup>4</sup>. Une réglementation plus rigoureuse concernant les climatiseurs individuels a été adoptée en avril 2003 et de nouvelles exigences réglementaires pour les climatiseurs centraux devraient entrer en vigueur le 26 janvier 2006. Compte tenu de la croissance rapide du taux de pénétration des climatiseurs au cours des dernières années, et de la possibilité d'une pénétration encore plus marquée, le Règlement devrait aider à modérer la croissance future de la consommation d'énergie pour la climatisation.

<sup>3</sup>On a présumé que les conditions météorologiques et la répartition entre les climatiseurs individuels et centraux étaient les mêmes qu'en 2003.

<sup>4</sup>Voir l'analyse de factorisation de la climatisation des locaux dans les tableaux d'analyse de *l'Évolution de l'efficacité énergétique au Canada*, à l'adresse Web [oeen.rncan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/tableauxanalyse2/res\\_00\\_1\\_f\\_1\\_1.cfm](http://oeen.rncan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/tableauxanalyse2/res_00_1_f_1_1.cfm)



# Chapitre 4

## Secteur commercial et institutionnel

**Définition :** Au Canada, le secteur commercial et institutionnel englobe les activités liées au commerce, à la finance, aux services immobiliers, aux administrations publiques, à l'éducation et aux services commerciaux (y compris le tourisme). Ces activités ont été groupées en dix types d'activités basées sur le Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (voir l'encadré ci-dessous). Bien que l'éclairage des voies publiques soit compris dans la consommation d'énergie totale du secteur, il est exclu de l'analyse de factorisation car il n'est associé à aucune surface de plancher.

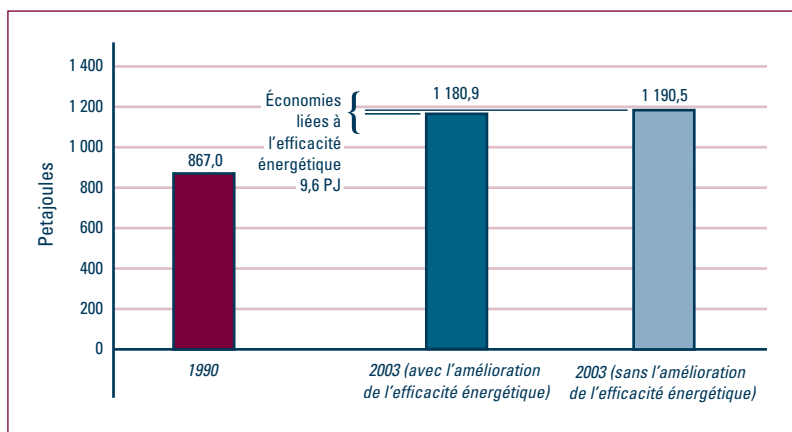
### Changements des estimations des données de la surface de plancher du secteur commercial et institutionnel

Cette année, à la demande de l'Office de l'efficacité énergétique (OEE), Informetrica Limited a ajusté ses estimations des données pour la surface de plancher du secteur commercial et institutionnel en fonction des catégories du Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN). Il s'est avéré nécessaire d'apporter ce changement afin d'assurer la compatibilité des données sur la surface de plancher avec les données sur la consommation d'énergie et les investissements, lesquelles sont recueillies en fonction des définitions du SCIAN. En raison des modifications apportées aux définitions, les données sur la surface de plancher sont fournies dans ce rapport pour dix types d'activités au lieu des neuf types de bâtiments utilisés dans les rapports précédents. Par ailleurs, on a maintenant exclu de la surface de plancher totale du secteur celle des installations industrielles qui était auparavant attribuée aux types de bâtiments commerciaux.

Entre 1990 et 2003, la consommation d'énergie du secteur commercial et institutionnel a augmenté de 36 p. 100, soit de 313,9 PJ (figure 4.1). Par conséquent, les émissions de GES connexes (incluant celles liées à l'électricité et à l'éclairage des voies publiques) ont augmenté de 45 p. 100, soit 21,5 Mt. Sans l'amélioration de l'efficacité énergétique, la consommation d'énergie aurait augmenté de 37 p. 100 entre 1990 et 2003, au lieu des 36 p. 100 observés.

*En 2003, les activités liées aux soins de santé et à l'assistance sociale, dont l'intensité énergétique s'élevait à 3,1 GJ/m<sup>2</sup>, étaient les plus énergivores du secteur commercial et institutionnel. Les services d'éducation affichaient l'intensité énergétique la moins élevée, soit de 1,3 GJ/m<sup>2</sup>.*

**Figure 4.1 Consommation d'énergie, tenant compte ou non de l'amélioration de l'efficacité énergétique, 1990 et 2003 (petajoules)**

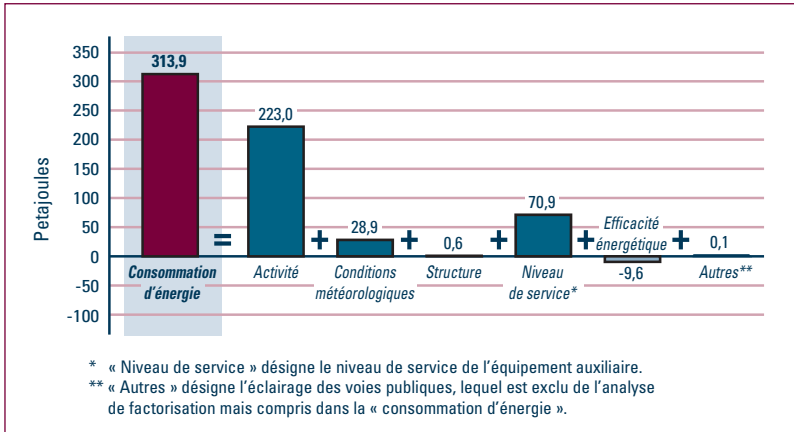


La figure 4.2 montre les différents facteurs influant sur la variation de la consommation d'énergie et des émissions de GES connexes :

- une augmentation de 25 p. 100 de l'activité (surface de plancher) attribuable à la croissance économique<sup>1</sup>, a entraîné une hausse de la consommation d'énergie de 223,0 PJ et des émissions de GES de 13,1 Mt;
- en 2003, l'hiver a été plus froid qu'en 1990 et l'été a été plus chaud que la normale, ce qui a donné lieu à une hausse de la demande d'énergie du secteur pour le chauffage et la climatisation des locaux de 28,9 PJ et des émissions de GES de 1,7 Mt;
- les changements observés dans la structure (composition des types d'activités) ont accru la consommation d'énergie de 0,6 PJ, ce qui a entraîné un changement marginal des émissions de GES;
- une augmentation du niveau de service de l'équipement auxiliaire, ou des taux de pénétration et de l'utilisation de l'équipement de bureau (p. ex., ordinateurs, télécopieurs et photocopieurs), a donné lieu à une hausse de la consommation d'énergie de 70,9 PJ et des émissions de GES de 4,2 Mt;
- l'amélioration de l'efficacité énergétique du secteur s'est traduite par des économies d'énergie de 9,6 PJ et une réduction des émissions de GES de 0,6 Mt.

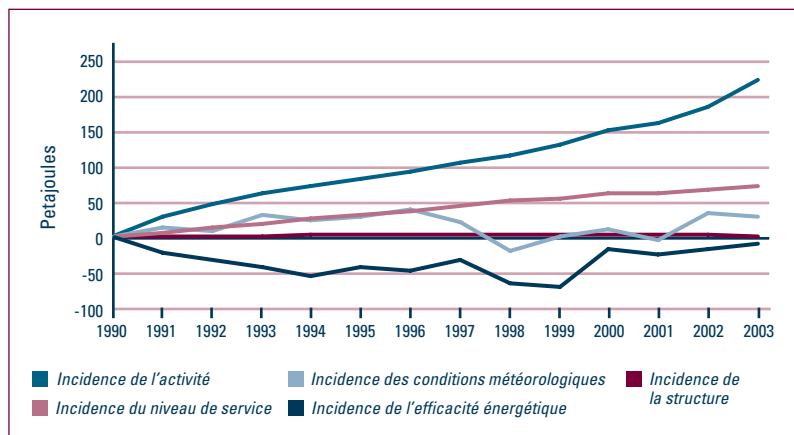
<sup>1</sup> Il y a souvent un délai de deux à trois ans entre la décision de construire (fondée sur les conditions économiques du moment) et l'achèvement de la construction de la nouvelle surface de plancher.

**Figure 4.2 Incidence de l'activité, des conditions météorologiques, de la structure, du niveau de service et de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie, 1990-2003 (petajoules)**



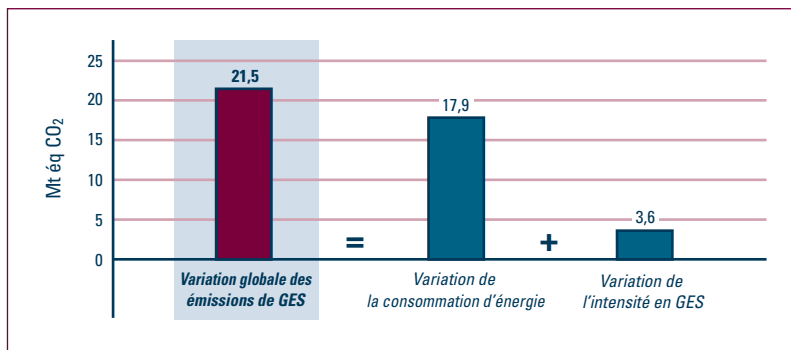
La figure 4.3 montre l'incidence de l'activité, des conditions météorologiques, de la structure, du niveau de service et de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie. L'incidence des changements de structure a été marginale et il n'y a pas eu de tendances clairement définies concernant le climat. La croissance continue de l'activité et, dans une moindre mesure, du niveau de service entre 1990 et 2003 sont les facteurs qui ont le plus contribué à l'augmentation de la consommation d'énergie. L'amélioration de l'efficacité énergétique a ralenti cette hausse mais, depuis 1999, cette compensation s'est atténuée. Au début de cette période, l'augmentation relative de la consommation de gaz naturel aux dépens du mazout a aidé à améliorer l'efficacité énergétique. Après 1999, en raison d'une hausse rapide des prix du gaz naturel, on a assisté à l'augmentation relative de la consommation de mazouts légers, renversant une partie des gains antérieurs de l'efficacité. Une montée soudaine dans la consommation des mazouts lourds entre 2002 et 2003 a contribué davantage à la baisse de l'incidence de l'efficacité énergétique.

**Figure 4.3** Variation de la consommation d'énergie attribuable à l'activité, aux conditions météorologiques, à la structure, au niveau de service et à l'efficacité énergétique, 1990-2003 (petajoules)



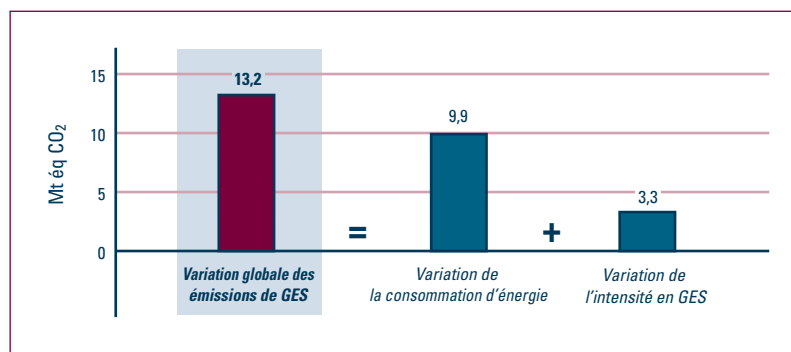
Comme l'illustre la figure 4.4, entre 1990 et 2003 on a enregistré une hausse de 45 p. 100, soit de 21,5 Mt, des émissions de GES attribuables au secteur commercial et institutionnel, incluant celles liées à l'électricité. La majeure partie de cette augmentation découle de l'accroissement de la consommation d'énergie, bien qu'une hausse de l'intensité en GES (attribuable à l'augmentation relative de la consommation des mazouts lourds) y ait aussi contribué. Malgré une baisse de la part d'électricité au cours de la période visée, l'augmentation de l'intensité en GES liée à la production d'électricité a contribué à l'intensité élevée en GES à l'échelle du secteur.

**Figure 4.4 Incidence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, incluant celles liées à l'électricité, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>)**



Si l'on exclut les émissions liées à l'électricité, on constate qu'en 2003 les émissions de GES étaient de 51 p. 100 plus élevées qu'en 1990, soit 13,2 Mt de plus (figure 4.5). L'augmentation de l'intensité en GES de l'énergie consommée est attribuable à l'augmentation relative de la consommation de mazouts lourds.

**Figure 4.5 Incidence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, excluant celles liées à l'électricité, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>)**



### Avantages des toitures vertes sur la consommation d'énergie et les GES connexes

Une « toiture verte », ou toiture-jardin, toiture sur laquelle on fait pousser des végétaux, permet une réduction des besoins en énergie pour le chauffage et la climatisation. En Europe cette technologie existe déjà depuis vingt ans. Par exemple, pour promouvoir l'aménagement de toitures-jardins en Allemagne<sup>2</sup>, plus de 40 p. 100 des villes offrent des incitatifs aux propriétaires de maisons ou d'édifices. Au Canada, les toitures vertes sont un concept assez récent et, de ce fait, moins répandues.

La technologie des toitures vertes est très flexible. Elle peut être adaptée à tous les types de climats<sup>3</sup> et est utilisable sur tous les types de bâtiments (c.-à-d. résidentiel, commercial et industriel). Ces toitures peuvent être installées sur un toit en pente allant jusqu'à 40 p. 100 d'inclinaison. Il existe deux types de toitures vertes : extensif et intensif. Le type extensif demande peu d'entretien mais nécessite l'installation d'une mince couche de terre pour supporter des végétaux possédant des racines superficielles (herbe). Le type intensif, quant à lui, utilise une couche de terre plus épaisse permettant l'implantation d'une grande variété de plantes incluant des arbres et des arbustes, ce qui permet d'aménager des terrasses-jardins et des espaces publics. Les toitures vertes intensives nécessitent un système d'irrigation et de drainage; leur aménagement doit donc être prévu à la conception initiale du bâtiment. La rénovation d'un bâtiment déjà existant pour accommoder un tel toit serait trop coûteux. Par contre, les toitures de type extensif peuvent être ajoutées à des bâtiments existants.

Afin de quantifier les avantages des toitures vertes, l'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches Canada (CNRC) a réalisé une étude utilisant une installation expérimentale située à Ottawa avec une toiture de 72 mètres carrés (m<sup>2</sup>). La surface était divisée en deux sections : une toiture verte de type extensif a été installée sur l'une des deux sections alors que l'autre était demeurée inchangée et servait de référence pour l'expérience. Le tableau 4.1 résume les résultats du projet.

<sup>2</sup>Marie-Christine Tremblay, « Tendence : la toiture-jardin », [www.decormag.com/decormag/client/fr/Chroniques/DetailNouvelle2.asp?idNews=2925&idSM=219](http://www.decormag.com/decormag/client/fr/Chroniques/DetailNouvelle2.asp?idNews=2925&idSM=219), téléchargé en décembre 2004.

<sup>3</sup>SOPREMA, une société d'envergure internationale, spécialisée dans la fabrication de membranes d'étanchéité à base de bitume élastomère pour la construction, le génie civil et la protection de l'environnement, « SOPRANATURE : La nature règne sur les toits », [greenbuilding.ca/soprema/sopran-f.htm](http://greenbuilding.ca/soprema/sopran-f.htm), téléchargé en décembre 2004.

**Tableau 4.1 Comparaison du flux thermique sur une toiture verte et un toit de référence, CNRC, Ottawa, 2000-2002**

	Toit de référence	Toiture verte	Réduction (%)
Gain de chaleur	19,3 kWh/m <sup>2</sup>	0,9 kWh/m <sup>2</sup>	95
Perte de chaleur	44,1 kWh/m <sup>2</sup>	32,8 kWh/m <sup>2</sup>	26
<b>Flux total de chaleur</b>	<b>63,4 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>33,7 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>47</b>

Source : B. Baskaran et K. Liu, « The Thermal Performance of Green Roofs Through Field Evaluation », CNRC, Institut de recherche en construction, NRCC-46412, 2003.

La toiture verte a été très efficace en ce qui a trait à la réduction des gains de chaleur au printemps et en été, en procurant de l'ombrage, de l'isolation et du refroidissement par évaporation (de l'humidité dans le sol), ce qui a grandement amélioré l'efficacité énergétique. En automne et au début de l'hiver, elle a permis de réduire la perte de chaleur en procurant une isolation additionnelle. Cependant, une fois le sol gelé et le toit recouvert de neige, on notait peu de différence entre les deux toits en ce qui touche à l'efficacité énergétique. Globalement, la technologie de toiture verte réduit la consommation d'énergie et les GES connexes reliés au chauffage des locaux et à la climatisation. Néanmoins, tel qu'on le mentionne dans l'étude, le potentiel d'économie d'énergie qu'offrent les toitures vertes est plus grand dans les régions où le climat est plus chaud<sup>4</sup>.

Outre les économies d'énergie qu'elles procurent, les toitures vertes protègent les toits des bâtiments contre les effets dégradants de la chaleur, aident au prolongement de leur durée de vie et réduisent les coûts d'entretien. De plus, l'installation d'un nombre suffisant de toitures vertes contribuerait à réduire l'effet d'îlot thermique, défini comme un dôme d'air chaud et pollué qui couvre une zone urbaine et qui emprisonne la chaleur, faisant ainsi augmenter la température. Selon Environnement Canada, l'aménagement à Toronto de 6 p. 100 des toits disponibles en toitures vertes permettrait de diminuer la température de cette ville de 1 °C à 2 °C. Le CNRC estime qu'une réduction de 1 °C de l'effet d'îlot thermique entraînerait une baisse de 5 p. 100 de la demande en électricité pour la climatisation et la réfrigération, ce qui se traduirait par des économies de chauffage de 1 million \$ par année<sup>5</sup>. Enfin, les toitures vertes filtrent et assainissent l'air ambiant, sans compter qu'elles ajoutent à l'esthétisme de l'espace environnant.

<sup>4</sup>B. Baskaran et K. Liu, « The Thermal Performance of Green Roofs Through Field Evaluation », CNRC, Institut de recherche en construction, NRCC-46412, 2003.

<sup>5</sup>Conseil national de recherches Canada, « Le gouvernement du Canada annonce que la multiplication des toitures-jardins réduirait grandement les gaz à effet de serre et améliorerait la qualité de l'air », salle de presse à l'adresse [www.nrc-cnrc.gc.ca/newsroom/news/2002/green02-print\\_f.html](http://www.nrc-cnrc.gc.ca/newsroom/news/2002/green02-print_f.html), 9 octobre 2002.

— suite

Les toitures vertes, comme toute nouvelle technologie, n'ont pas que des avantages; leur coût d'installation constitue un inconvénient. Ce coût varie selon plusieurs facteurs tels que l'épaisseur de la couche de terre, le type de végétation plantée ainsi que les systèmes d'irrigation et de drainage utilisés. Par exemple, une toiture de type extensif avec membrane imperméable à l'eau munie d'un système d'irrigation coûterait<sup>6</sup> entre 129 et 258 \$US/m<sup>2</sup>, soit entre 12 et 24 \$US/pi<sup>2</sup>. Mais les prix varient. La toiture verte de l'immeuble à usage mixte Waterfall<sup>7</sup> à Vancouver, en Colombie-Britannique, installée en 2000 et 2001, a coûté 538 500 \$CAN, soit environ 1 615 \$CAN/m<sup>2</sup> (150 \$/pi<sup>2</sup>). Ce toit est aménagé avec les deux types de végétation : intensive et extensive.

Le risque d'infiltration d'eau et les coûts de réparation qui peuvent en découler constituent un autre désavantage des toitures vertes. Lorsqu'une infiltration survient, elle peut ne pas être détectée immédiatement, ce qui augmente les risques de détérioration du toit. Une fois l'infiltration détectée, il peut être difficile d'en trouver la source, ce qui augmente encore le coût des réparations. Pour découvrir ces problèmes, on suggère donc l'ajout d'un système de détection d'infiltrations, qui facilite la détection et la localisation des infiltrations, ainsi que d'un système d'étanchéité à haute résistance, qui minimise d'emblée les risques de fuites<sup>8</sup>.

Bien que la proportion de toitures vertes au Canada soit encore faible par rapport à l'Europe, on y retrouve néanmoins quelques exemples<sup>9</sup> : l'hôtel Novotel à Montréal, la Bibliothèque de Vancouver et le siège social de Ducks Unlimited à Winnipeg. Quelques projets commerciaux et résidentiels de toitures vertes sont en cours, dont une vingtaine au Québec.

<sup>6</sup>Green Roofs for Healthy Cities, « About Green Roofs », [www.greenroofs.org/index.php?page=aboutgreen](http://www.greenroofs.org/index.php?page=aboutgreen), téléchargé en décembre 2004.

<sup>7</sup>Société canadienne d'hypothèques et de logement, « Toiture verte de l'immeuble Waterfall », [www.cmhc-schl.gc.ca/fr/amquablo/toenha/inim\\_019.cfm](http://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/amquablo/toenha/inim_019.cfm), téléchargé en février 2005.

<sup>8</sup>Claudine Léger, spécialiste des toitures et de l'imperméabilisation, 18<sup>e</sup> conférence de l'Association québécoise pour la maîtrise de l'énergie, Sherbrooke, avril 2004, téléchargé du site [aqme.org/pros2003/activite/Congres/Congres18\\_2004/Conferences/Claudine\\_Leger.pdf](http://aqme.org/pros2003/activite/Congres/Congres18_2004/Conferences/Claudine_Leger.pdf).

<sup>9</sup>Dany Laroche et coll., « Les toits verts aujourd'hui; c'est construire le Montréal de demain », mémoire présenté à l'Office de consultation publique de Montréal, juin 2004, téléchargé du site [www2.ville.montreal.qc.ca/ocpm/pdf/41/8aa.pdf](http://www2.ville.montreal.qc.ca/ocpm/pdf/41/8aa.pdf).



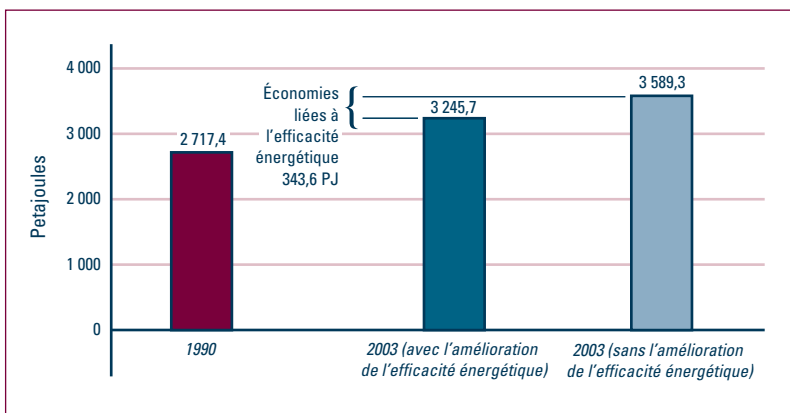
# Chapitre 5

## Secteur industriel

**Définition :** Le secteur industriel canadien englobe l'ensemble des industries manufacturières, l'exploitation minière, les activités forestières et la construction.

Entre 1990 et 2003, on a enregistré une hausse de la consommation d'énergie du secteur industriel de 19 p. 100, soit de 528,3 PJ (figure 5.1), et des émissions de GES connexes (incluant celles liées à l'électricité) de 19 p. 100, soit 27,2 Mt. Sans l'amélioration de l'efficacité énergétique, la consommation d'énergie aurait augmenté de 32 p. 100 entre 1990 et 2003, au lieu des 19 p. 100 observés.

**Figure 5.1** Consommation d'énergie, tenant compte ou non de l'amélioration de l'efficacité énergétique, 1990 et 2003 (petajoules)

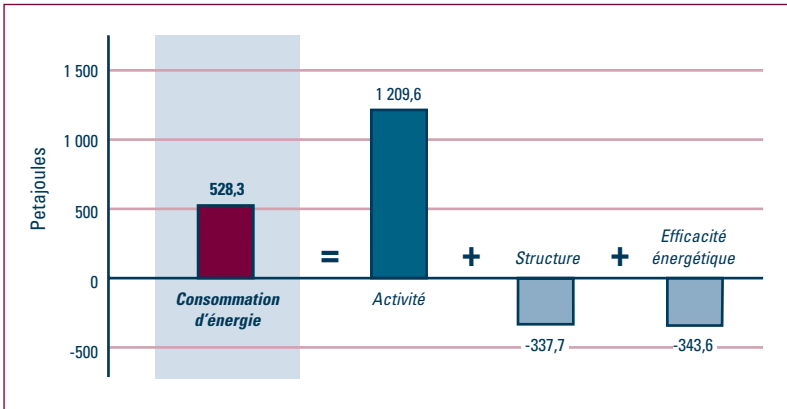


*L'industrie des pâtes et papiers représentait 26 p. 100 de la consommation d'énergie du secteur industriel en 2003. Néanmoins, en raison de la part importante de biomasse dans la composition des combustibles, cette industrie n'a été responsable que de 14 p. 100 des émissions de GES connexes.*

La figure 5.2 montre les différents facteurs ayant eu une incidence sur la variation de la consommation d'énergie et des émissions de GES connexes :

- une augmentation de l'activité industrielle (une combinaison de PIB, de production brute et d'unités de production) de 45 p. 100 a entraîné une hausse de la consommation d'énergie de 1 209,6 PJ et des émissions de GES connexes de 62,9 Mt;
- les changements structurels observés dans le secteur industriel, plus particulièrement une baisse relative de l'activité des industries à forte intensité énergétique, ont contribué à réduire la consommation d'énergie du secteur de 337,7 PJ et les émissions de GES connexes de 17,6 Mt. Notez que les industries consommant plus de 6 MJ par dollar de PIB (p. ex., pâtes et papiers, raffinage pétrolier et chaux) représentaient 42 p. 100 de l'activité industrielle en 1990 comparativement à 25 p. 100 en 2003;
- l'efficacité énergétique accrue du secteur industriel s'est traduite par une réduction de la consommation d'énergie de 343,6 PJ et des émissions de GES connexes de 17,9 Mt.

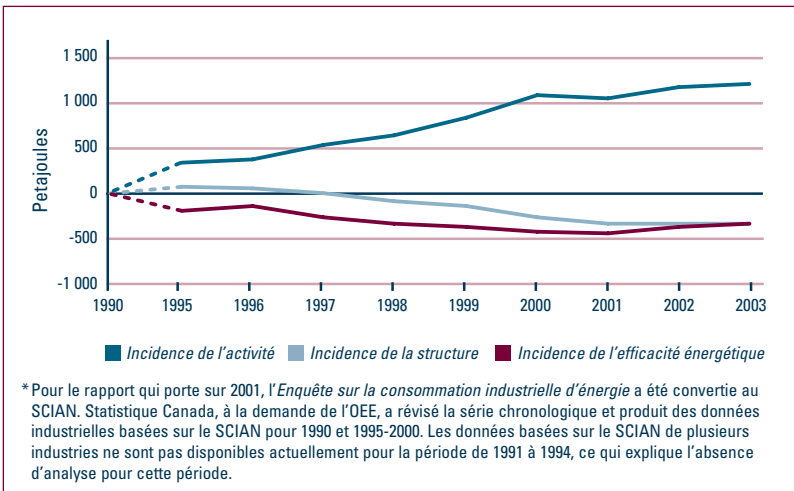
**Figure 5.2 Incidence de l'activité, de la structure et de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie, 1990-2003 (petajoules)**



Entre 1990 et 2003, l'incidence de l'activité sur la consommation d'énergie dans le secteur industriel a augmenté considérablement (figure 5.3). Entre 1995 et 2003, on enregistrait une hausse de l'activité pour toutes les années, sauf en 2001, alors que l'industrie canadienne a connu un ralentissement économique. De 1995 à 2003, l'incidence de l'efficacité énergétique a en partie contrebalancé l'augmentation de la consommation d'énergie découlant de l'activité. Cet effet compensatoire a toutefois été moins marqué depuis 2001. Entre 2000 et 2003,

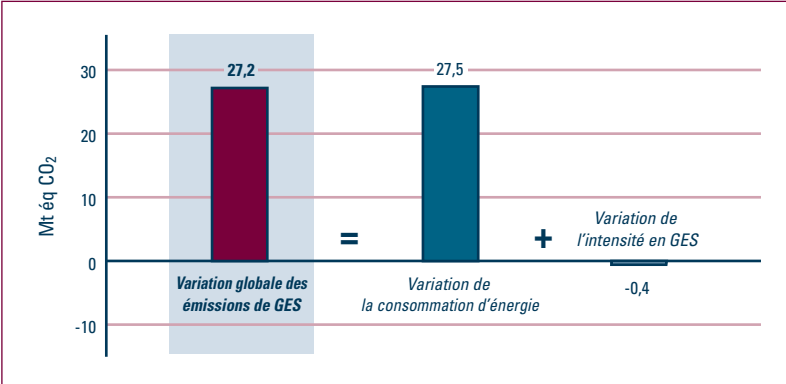
des hausses de l'intensité énergétique dans certaines industries telles que l'exploitation minière en amont et la fonte et l'affinage de métaux non ferreux (excluant la production primaire d'alumine et d'aluminium) ont masqué les progrès réalisés par d'autres industries, expliquant en partie la baisse de l'efficacité énergétique. Cela peut aussi être attribuable à la substitution de combustibles au profit de combustibles plus énergivores, comme la biomasse, c'est-à-dire qui requièrent davantage d'énergie pour produire la même quantité d'énergie utile, ainsi qu'à des taux d'utilisation de la capacité moindres dans l'ensemble du secteur (voir l'encadré à la page 31). L'incidence de la structure montre que la croissance au sein de l'industrie canadienne touchait principalement les industries à forte intensité énergétique jusqu'en 1997, suivie d'un virage en faveur d'industries à intensité énergétique moindre, a contribué à réduire la hausse de la consommation d'énergie attribuable à l'activité.

**Figure 5.3** Variation de la consommation d'énergie attribuable à l'activité, à la structure et à l'efficacité énergétique, 1990-2003\* (petajoules)



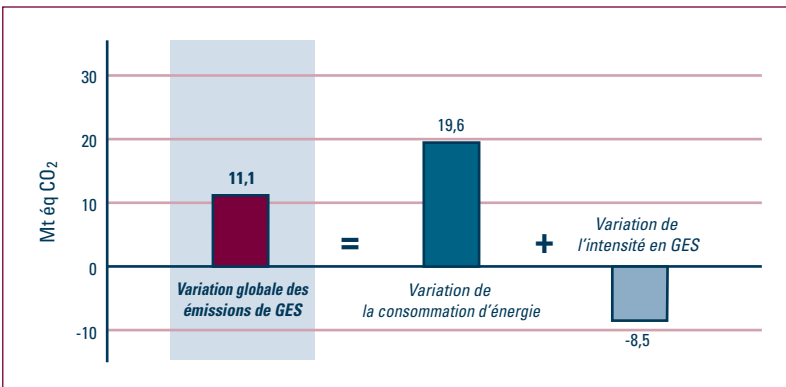
Comme l'illustre la figure 5.4, les émissions de GES du secteur industriel, incluant celles liées à l'électricité, ont été de 19 p. 100 plus élevées en 2003 qu'en 1990, soit de 27,2 Mt de plus. Cette augmentation des émissions est principalement attribuable à la hausse de la consommation d'énergie. Le changement de l'intensité en GES était minime puisque l'utilisation accrue des combustibles à moins forte intensité en GES du secteur industriel a contrebalancé une intensité en GES plus élevée pour la production d'électricité.

**Figure 5.4 Incidence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, incluant celles liées à l'électricité, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>)**



Si l'on exclut les émissions liées à l'électricité, on constate une hausse de 11 p. 100, soit de 11,1 Mt, des émissions de GES entre 1990 et 2003 (figure 5.5). L'augmentation relative de la consommation de biomasse ainsi qu'une baisse de la consommation de mazouts lourds, de coke et de gaz de fours à coke, expliquent la diminution de 7 p. 100 de l'intensité en GES au cours de la période visée.

**Figure 5.5 Incidence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, excluant celles liées à l'électricité, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>)**




## Incidence de l'utilisation de la capacité sur la consommation d'énergie

L'utilisation de la capacité est la mesure de la proportion dans laquelle les industries utilisent leur capacité de production. Elle correspond au pourcentage de la production réelle comparativement à la production potentielle et varie en fonction des niveaux de production. En général, une hausse du taux d'utilisation de la capacité est liée à une baisse de l'intensité énergétique (quantité d'énergie par unité de production). Une production plus élevée dans une installation existante permet à l'entreprise d'utiliser plus efficacement ses ressources.

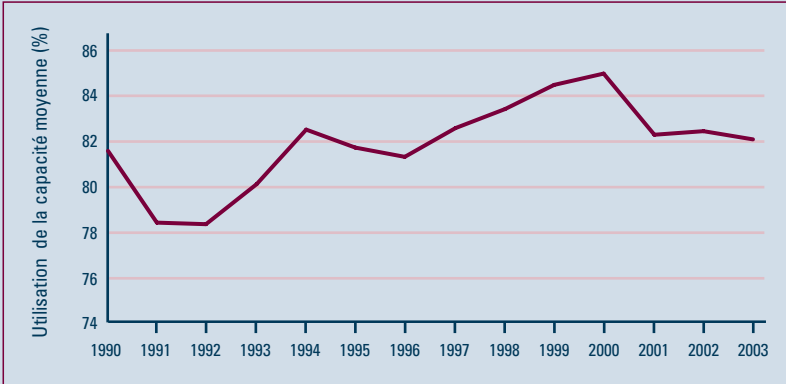
La consommation d'énergie d'une usine peut être divisée en deux catégories. D'abord, il y a les composants fixes de la consommation d'énergie. Ces derniers ne changent pas en fonction des niveaux de production et incluent notamment le chauffage des locaux ou l'éclairage des usines. Ils incluent également certains types d'équipement, comme les hauts fourneaux, lesquels consomment une certaine quantité d'énergie même lorsqu'ils ne produisent pas d'extrants. Ensuite vient la consommation d'énergie des composants variables, ceux-ci augmentent avec les niveaux de production. Ils tiennent compte, entre autres, des heures de fonctionnement additionnelles de l'équipement de production, ou le fait de remettre en service de vieux appareils. À court terme, une installation utilisera davantage sa capacité de production pour répondre à la demande accrue en produits. Lorsque la production augmente, les composants variables de la consommation d'énergie augmenteront au même taux ou légèrement plus rapidement (les vieux appareils peuvent être moins efficaces que les nouveaux) alors que les composants fixes de l'énergie sont répartis sur une plus grande production. Par conséquent, la consommation d'énergie augmentera plus lentement que les niveaux de production, diminuant ainsi l'intensité énergétique.

La figure 5.6 ci-dessous montre les taux moyens d'utilisation de la capacité du secteur industriel. Signalons que plus la production réelle se rapproche de la production potentielle (théorique) des installations existantes, plus le taux d'utilisation de la capacité se rapproche de 100 p. 100. Par contre, lorsque les taux de production diminuent dans les installations existantes, l'utilisation de la capacité baisse aussi. Comparativement à un faible taux de 78 p. 100 en 1991-1992 (attribuable à la récession), les taux d'utilisation de la capacité de l'industrie ont augmenté, atteignant 85 p. 100 en 2000. En 2001, en raison du ralentissement économique, on a observé une importante baisse du taux d'utilisation de la capacité. Par la suite, les taux sont demeurés stables jusqu'en 2003.

suite 

▲ suite

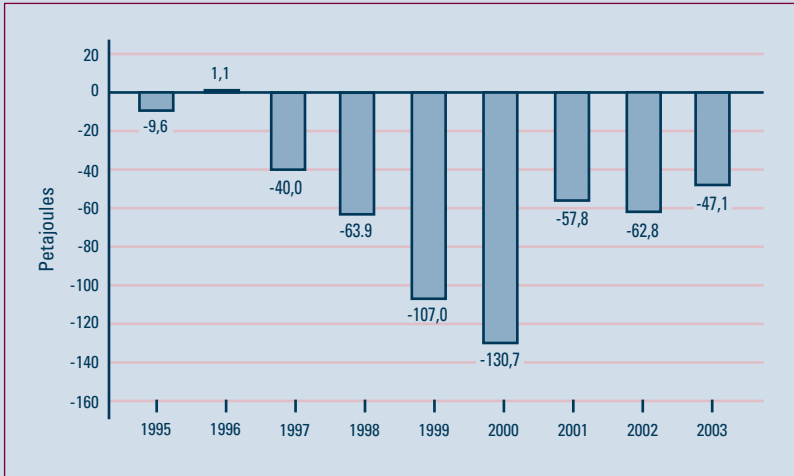
**Figure 5.6 Utilisation de la capacité moyenne du secteur industriel, 1990-2003 (pourcentage)**



Source : Statistique Canada, *L'Observateur économique canadien : Supplément statistique historique*, Ottawa, juillet 2004 (n° de cat. 11-210-X1B).

Une analyse de factorisation a été utilisée pour isoler l'incidence au cours de la période de 1995 à 2003 de l'augmentation de l'utilisation de la capacité sur les changements dans la consommation d'énergie comparativement à 1990 (voir figure 5.7). Les résultats appuient l'hypothèse déjà présentée dans l'analyse, c'est-à-dire qu'une hausse de l'utilisation de la capacité a aidé à réduire considérablement la consommation d'énergie dans le secteur industriel. En 2000 (si l'on suppose que tous les autres facteurs étaient demeurés constants), une hausse de 3 points de pourcentage du taux d'utilisation de la capacité depuis 1990 a réduit la consommation d'énergie de 130,7 PJ. Les économies d'énergie découlant de la hausse du taux d'utilisation de la capacité varient d'une année à l'autre, ce qui illustre la rapidité avec laquelle les entreprises peuvent modifier leur taux de production. Entre 1999 et 2000, l'utilisation de la capacité additionnelle a permis d'économiser 23,7 PJ de plus. Toutefois, les niveaux de production ont diminué entre 2000 et 2001 en raison du ralentissement de l'économie, ce qui a entraîné une réduction de 72,8 PJ des économies d'énergie découlant des économies d'échelle.

**Figure 5.7 Incidence des changements dans l'utilisation de la capacité sur la consommation d'énergie depuis 1990, 1995-2003 (petajoules)**



Source : Calcul effectué en utilisant les renseignements provenant du Modèle d'utilisation finale pour le secteur industriel de Ressources naturelles Canada.

Selon la méthode actuelle de factorisation, la mesure de l'incidence de l'efficacité énergétique tient compte de l'incidence de l'utilisation de la capacité. En 2003, les changements dans le taux d'utilisation de la capacité représentaient environ 14 p. 100 des gains d'efficacité énergétique du secteur.





# Chapitre 6

## Secteur des transports

**Définition** : Le secteur des transports englobe les activités liées au transport routier, ferroviaire, maritime et aérien des voyageurs et des marchandises. Il inclut aussi les véhicules hors route, comme les motoneiges et les tondeuses à gazon.

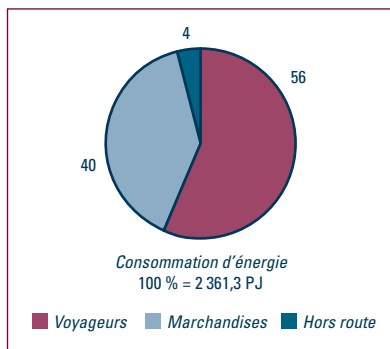
La consommation d'énergie liée au transport aérien non commercial et au transport hors route est comprise dans la consommation d'énergie du secteur. Toutefois, comme ces modes ne se rapportent pas au mouvement des voyageurs ou des marchandises comme tel, ils sont exclus de l'analyse de factorisation.

### Vue d'ensemble

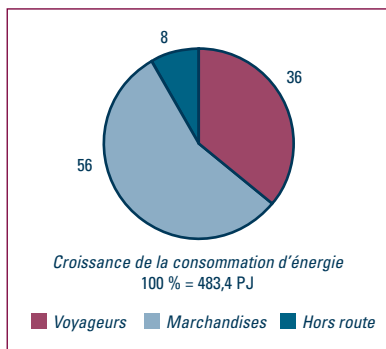
Entre 1990 et 2003, la consommation d'énergie dans le secteur des transports a augmenté de 26 p. 100, passant de 1 877,9 à 2 361,3 PJ. Les émissions de GES connexes ont augmenté de 25 p. 100, passant de 135,0 à 168,8 Mt.

Comme le montre la figure 6.1, le transport des voyageurs a été le sous-secteur dont la consommation d'énergie a été la plus élevée en 2003, soit de 56 p. 100 du total du secteur, suivi du transport des marchandises de 40 p. 100, et des véhicules hors route, de 4 p. 100. Par contre, au chapitre de la croissance (figure 6.2), le transport des marchandises a connu l'évolution la plus rapide du secteur, représentant 56 p. 100 de la variation de la consommation d'énergie pour l'ensemble du secteur des transports. Signalons que les camions légers et lourds, avec une croissance combinée de 404,2 PJ, représentaient à eux seuls 84 p. 100 de l'ensemble de la croissance de la consommation d'énergie du secteur.

**Figure 6.1** Distribution de la consommation d'énergie par sous-secteur du secteur des transports, 2003 (pourcentage)



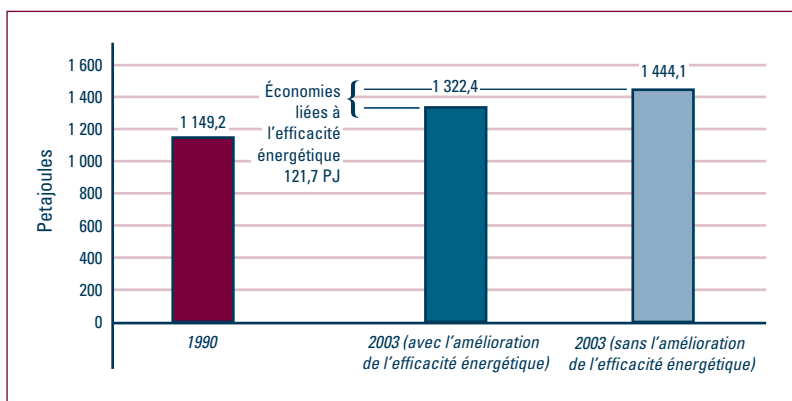
**Figure 6.2** Variation de la consommation d'énergie par sous-secteur du secteur des transports, 1990-2003 (pourcentage)



## Transport des voyageurs

Tel que l'illustre la figure 6.3, la consommation d'énergie liée au transport des voyageurs a augmenté de 15 p. 100, passant de 1 149,2 PJ en 1990 à 1 322,4 PJ en 2003. De même, les émissions de GES connexes se sont accrues de 14 p. 100, pour passer de 81,9 à 93,5 Mt<sup>1</sup>. Sans l'amélioration de l'efficacité énergétique, la consommation d'énergie aurait augmenté de 26 p. 100 entre 1990 et 2003, au lieu des 15 p. 100 observés.

**Figure 6.3 Consommation d'énergie, tenant compte ou non de l'amélioration de l'efficacité énergétique, 1990 et 2003 (petajoules)**



Cette année, une nouvelle série chronologique a été développée pour le taux d'occupation des voitures et des camions légers. Puisque les taux d'occupation sont essentiels au calcul des voyageurs-kilomètres (la mesure d'activité du transport des voyageurs), ce changement a eu une incidence sur les résultats de la factorisation présentés à la figure 6.4. Comparativement aux rapports précédents, l'incidence de l'activité est notablement plus grande et, de ce fait, les améliorations de l'efficacité énergétique ont également augmenté.

Comme l'illustre la figure 6.4, les facteurs suivants sont à l'origine de la variation de la consommation d'énergie et des émissions de GES :

- une augmentation de 27 p. 100 du nombre de voyageurs-kilomètres a entraîné une hausse de la consommation d'énergie de 289,2 PJ et des émissions de GES connexes de 20,4 Mt. Cette hausse du nombre de voyageurs-kilomètres est principalement attribuable à une augmentation de 73 p.100 de l'activité des camions légers et de 52 p. 100 de celle du transport aérien au cours de la période;

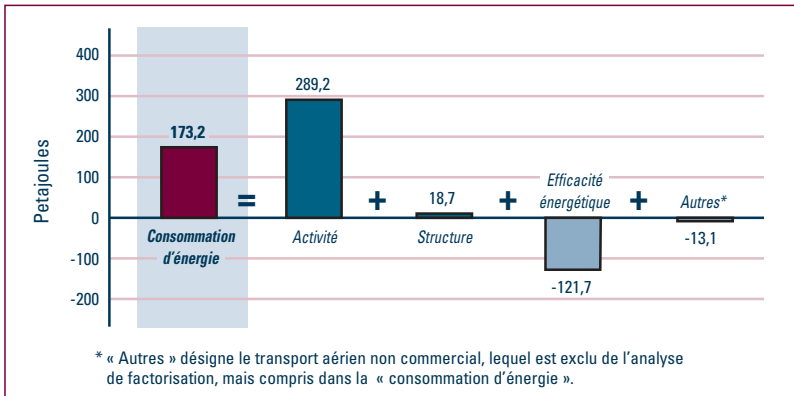
<sup>1</sup>Cette valeur inclut les émissions de GES se rapportant à la consommation d'électricité. L'électricité ne représente que 0,2 p. 100 de la consommation d'énergie liée au transport des voyageurs et elle est surtout attribuable au transport urbain.

- les variations dans la combinaison des modes de transport, c'est-à-dire dans la part relative du nombre de voyageurs-kilomètres attribuable aux transports aérien, ferroviaire et routier, sont utilisées pour mesurer les variations de la structure. La popularité croissante des mini-fourgonnettes et des véhicules utilitaires sport (VUS) a considérablement accru la part des camions légers comparativement aux autres modes de transport, entraînant une hausse de la consommation d'énergie de 18,7 PJ et des émissions de GES connexes de 1,3 Mt;

*Si la puissance des moteurs de voitures était demeurée aux niveaux de 1990, les modèles d'aujourd'hui seraient environ 33 p. 100 plus éconergétiques, permettant aux propriétaires de véhicules de réduire leurs coûts de carburant de plus de 400 \$ par 20 000 kilomètres.*

- l'amélioration de l'efficacité énergétique globale du transport des voyageurs a permis de réduire la consommation d'énergie de 121,7 PJ et les émissions de GES connexes de 8,6 Mt. Malgré la popularité croissante des véhicules légers plus gros, plus lourds et plus puissants, les véhicules légers (automobiles, camions légers et motocyclettes) du transport des voyageurs ont contribué à réduire la consommation d'énergie de 93,6 PJ, alors que le transport aérien a permis une diminution de 23,2 PJ.

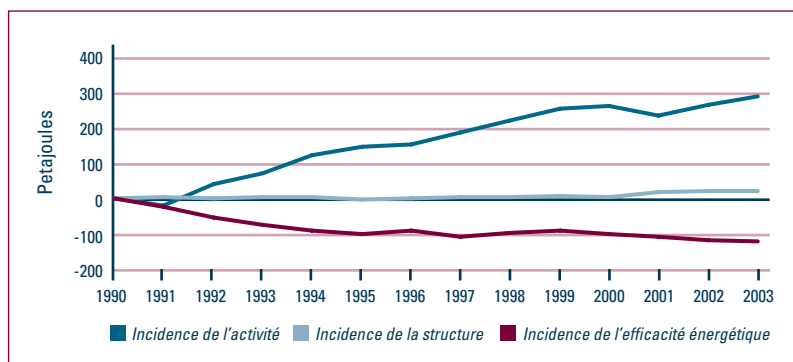
**Figure 6.4 Incidence de l'activité, de la structure et de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie, 1990-2003 (petajoules)**



La figure 6.5 illustre l'évolution de l'incidence de l'activité, de la structure et de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie pour le transport des voyageurs au cours de la période 1990-2003. L'activité a été le principal facteur contribuant à l'augmentation de la consommation d'énergie du transport des voyageurs. Le nombre croissant de voyageurs-kilomètres des camions légers

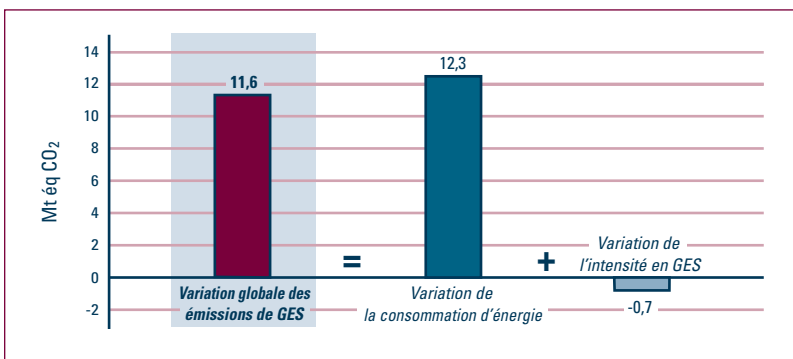
a entraîné une hausse de l'incidence de la structure (changements dans la part d'activité de chaque mode de transport) sur la consommation d'énergie. Cette incidence fut toutefois moindre que celle de l'activité. En raison de la stabilisation de la consommation de carburant en laboratoire (en litres par 100 kilomètres [L/100 km]) pour les nouvelles automobiles et les nouveaux camions légers depuis 1985, l'efficacité énergétique, quant à elle, s'est peu améliorée depuis 1994.

**Figure 6.5** *Variation de la consommation d'énergie attribuable à l'activité, à la structure et à l'efficacité énergétique, 1990-2003 (petajoules)*



Comme le montre la figure 6.6, les émissions de GES se rapportant au transport des voyageurs ont été 14 p. 100 plus élevées en 2003 qu'en 1990, ce qui équivaut à 11,6 Mt. Cette hausse s'explique principalement par une consommation d'énergie plus élevée puisque l'intensité en GES de l'énergie consommée a légèrement diminué au cours de la période visée.

**Figure 6.6** *Incidence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>)*

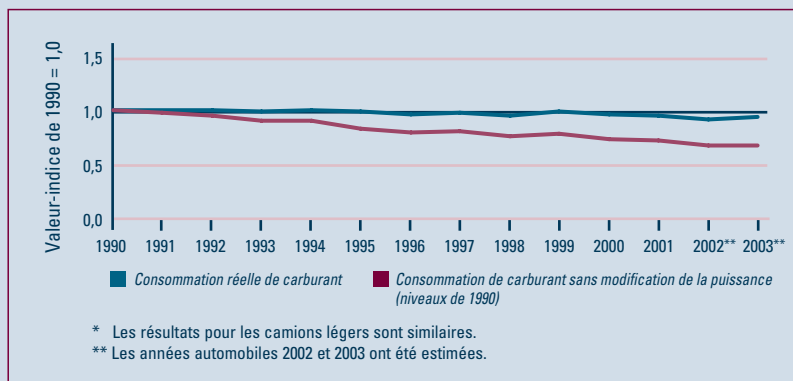


## Rôle de la consommation de carburant<sup>2</sup> dans le choix d'un véhicule personnel

Dans leur décision d'achat ou de location d'un véhicule neuf, les consommateurs examinent divers facteurs, notamment la performance, le confort, la sécurité, le prix et la consommation de carburant. Au cours des dix dernières années, les consommateurs ont affiché une nette préférence pour les véhicules très performants. Pour répondre à cette demande, l'industrie automobile a délaissé les améliorations de l'économie de carburant des véhicules neufs au profit de moteurs plus puissants. Par conséquent, la puissance moyenne, mesurée en horsepower (hp) des automobiles destinées au marché canadien a augmenté de 32 p.100, passant de 118 hp pour l'année automobile de 1990 à 156 hp pour l'année automobile de 2003.

La consommation de carburant mesurée en laboratoire des automobiles est demeurée relativement stable pour les années automobiles de 1990 à 2003, enregistrant une amélioration d'environ 6 p. 100 (de 8,1 L/100 km à 7,6 L/100 km). Si la performance des automobiles (c.-à-d. la puissance [hp]) était demeurée aux niveaux de 1990, mais que tous les autres facteurs avaient connu la même évolution, les automobiles d'aujourd'hui afficheraient une efficacité d'environ 33 p. 100 supérieure (voir figure 6.7) aux niveaux actuels.

**Figure 6.7** Consommation de carburant des automobiles, tenant compte ou non de la modification de la puissance, pour les années automobiles de 1990 à 2003\* (valeur-indexe de 1990 = 1,0)



Source : Transports Canada, *Système d'information sur l'économie de carburant des véhicules automobiles 1979-2001*, Ottawa, octobre 2003.

<sup>2</sup>Pour l'analyse, la consommation de carburant désigne le nombre de litres consommés par un véhicule pour parcourir une distance de 100 kilomètres.

▲ suite

Les Canadiens accorderont-ils davantage d'importance à la consommation de carburant qu'à la performance dans leur décision d'achat? L'avenir nous le dira. Selon les sondages auprès des propriétaires de véhicules réalisés en 2001 et 2002<sup>3</sup> par l'Association canadienne des automobilistes (CAA), la fiabilité, la performance et le prix étaient les trois principaux facteurs dont les consommateurs tenaient compte dans le choix d'un véhicule. La consommation de carburant se classait au quatrième rang dans les deux années du sondage. Bien que ce résultat soit encourageant, des analyses plus poussées montrent que cette grande préoccupation pour la consommation de carburant tient davantage au fait que les consommateurs souhaitent réduire les coûts d'utilisation plutôt que de protéger l'environnement. Dans une enquête réalisée en 2002 par Ipsos-Reid à la demande de Ressources naturelles Canada<sup>4</sup>, les préoccupations environnementales n'avaient qu'une petite incidence sur le choix d'un véhicule neuf. Cela s'explique notamment par le fait que les Canadiens ne semblent pas réaliser l'importance de la réduction de leur propre consommation de carburant sur les émissions de GES à l'échelle du pays.

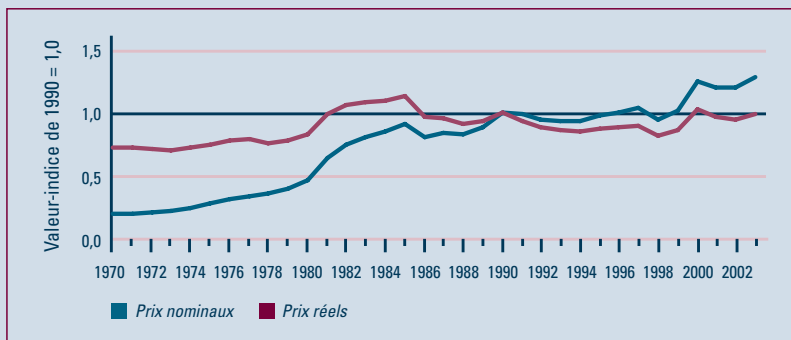
C'est au cours des deux crises du pétrole des années 70 que les conducteurs ont commencé à se préoccuper de la consommation de carburant. Les prix nominaux de l'essence, non ajustés en fonction de l'inflation, ont augmenté de 130 p. 100 entre 1979 et 1985, année où ils étaient les plus élevés (voir figure 6.8). Ce qui a incité les consommateurs à opter pour des automobiles compactes et équipées de plus petits moteurs (4 cylindres au lieu de 6 ou 8), dont les coûts d'utilisation sont moins élevés (voir figure 6.9). Ce type de véhicule a été introduit sur le marché par les constructeurs japonais, mais leurs concurrents nord-américains ont rapidement emboîté le pas. Cependant, dès que les prix de l'essence se sont stabilisés en 1986, la grande préférence des consommateurs pour la performance et les moteurs V6 a refait surface (figure 6.9). On a également observé un virage marqué vers les véhicules plus gros. La mini-fourgonnette, qui a commencé à remplacer les grosses automobiles comme les familiales, a fait son entrée sur le marché en 1987 et peu après, les VUS ont commencé à gagner la faveur des consommateurs. Au cours des années 90, les coûts d'utilisation étaient faibles en raison de la stabilité des prix de l'essence; par conséquent, dans le but de plaire aux consommateurs, les constructeurs ont continué à privilégier la taille et la performance accrue des modèles neufs au détriment de l'amélioration de la consommation de carburant.

<sup>3</sup>Association canadienne des automobilistes, *Sondage auprès des propriétaires de véhicules*, sondage de 2002 téléchargé le 18 janvier 2005 du site [www.caa.ca/automobile/vehicules-sondage.shtml](http://www.caa.ca/automobile/vehicules-sondage.shtml);

Desrosiers Automotive Consultants Inc, *The Need for Dialogue: A Perspective on Vehicle Safety*, sondage 2001 de la CAA, téléchargé le 18 janvier 2005 du site [www.desrosiers.ca/droservations2002.html](http://www.desrosiers.ca/droservations2002.html).

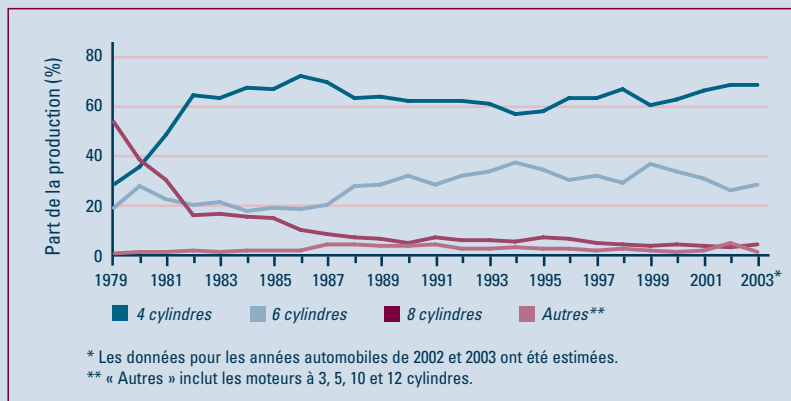
<sup>4</sup>Ipsos-Reid Corporation, *New Vehicle Owners/Lessors – Vehicle Purchase/Lease Behaviour*, rapport préliminaire produit pour Ressources naturelles Canada, 2003, p. 62.

**Figure 6.8 Prix réels et nominaux de l'essence, 1970-2003**  
(valeur-indexe de 1990 = 1,0)



Source : Statistique Canada, *Guide statistique sur l'énergie*, Ottawa, août 2004 (n° de cat. 57-601-XIF), et Informetrica Limited, *TI Model and National Reference Forecast*, Ottawa, janvier 2005.

**Figure 6.9 Nombre de cylindres du moteur des automobiles canadiennes neuves, années automobiles de 1979 à 2003 (pourcentage)**



\* Les données pour les années automobiles de 2002 et 2003 ont été estimées.

\*\* « Autres » inclut les moteurs à 3, 5, 10 et 12 cylindres.

Source : Transports Canada, *Système d'information sur l'économie de carburant des véhicules automobiles 1979-2001*, Ottawa, octobre 2003.

suite

### ▲ suite

D'autres facteurs compensent toutefois cette tendance en faveur des véhicules plus énergivores. En raison des préoccupations à l'égard de l'environnement et de la qualité de l'air, plusieurs pays ont adopté ces dernières années des règlements sur la consommation d'énergie ou des objectifs en matière d'émissions de GES pour les véhicules neufs. Cela a stimulé la mise au point de diverses technologies nouvelles, par exemple les véhicules électriques et hybrides qui font leur entrée sur le marché canadien. Par ailleurs, depuis 2000, la hausse des prix du carburant, qui entraîne une augmentation des coûts de possession et d'utilisation des gros véhicules, a incité les consommateurs à réévaluer leurs préférences. Selon l'enquête susmentionnée de la société Ipsos-Reid, une fois que les consommateurs ont choisi une catégorie ou un type de véhicule, ils se préoccupent davantage de l'économie de carburant. Il semble que certains consommateurs soient disposés à payer davantage pour obtenir un véhicule éconergétique et utiliser des carburants produisant moins d'émissions (comme l'éthanol et le biodiesel) pourvu que cela ne nuise pas à la fiabilité, au confort ou à la performance du véhicule.



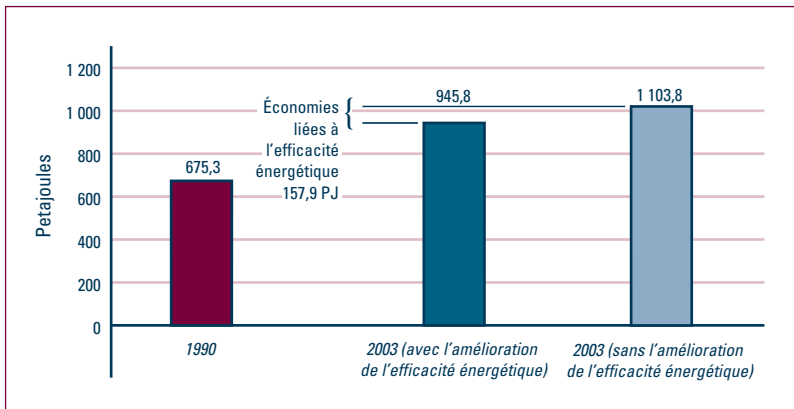
## Transport des marchandises

Au Canada, le sous-secteur du transport des marchandises comprend quatre principaux modes, à savoir le transport routier (camions), ferroviaire, maritime et aérien. En 2003, le transport routier était à l'origine de 80 p. 100 de la consommation d'énergie liée au transport des marchandises, contre 11 p. 100 pour le transport maritime, 8 p. 100 pour le transport ferroviaire, et 1 p. 100 pour le transport aérien. Les émissions totales de GES liées au transport des marchandises sont attribuables au transport routier dans une proportion de 79 p. 100, suivi des transports maritime, ferroviaire et aérien, dans une proportion de 11, 8 et 1 p. 100, respectivement.

*Pour le transport des marchandises, la part de la consommation d'énergie des camions est passée de 71 à 80 p. 100 entre 1990 et 2003. Dans l'ensemble, la croissance de la consommation d'énergie des camions assurant le transport de marchandises était supérieure (281,0 PJ) à celle de l'ensemble du sous-secteur du transport des marchandises (270,5 PJ).*

Entre 1990 et 2003, la consommation d'énergie liée au transport des marchandises a augmenté de 40 p. 100, soit de 270,5 PJ (figure 6.10). Les émissions de GES connexes étaient de 40 p. 100 plus élevées en 2003 qu'en 1990, ce qui équivaut à 19,5 Mt de plus. Sans l'amélioration de l'efficacité énergétique, la consommation d'énergie aurait augmenté de 63 p. 100 entre 1990 et 2003, au lieu des 40 p. 100 observés.

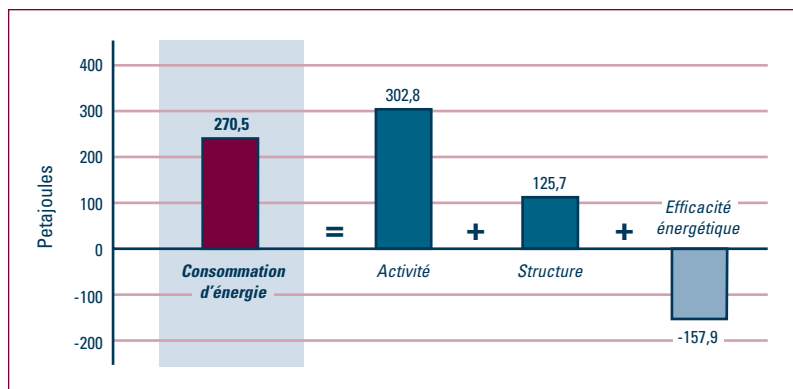
**Figure 6.10 Consommation d'énergie, tenant compte ou non de l'amélioration de l'efficacité énergétique, 1990 et 2003 (petajoules)**



La figure 6.11 montre les différents facteurs qui sont à l'origine de la variation de la consommation d'énergie et des émissions de GES connexes :

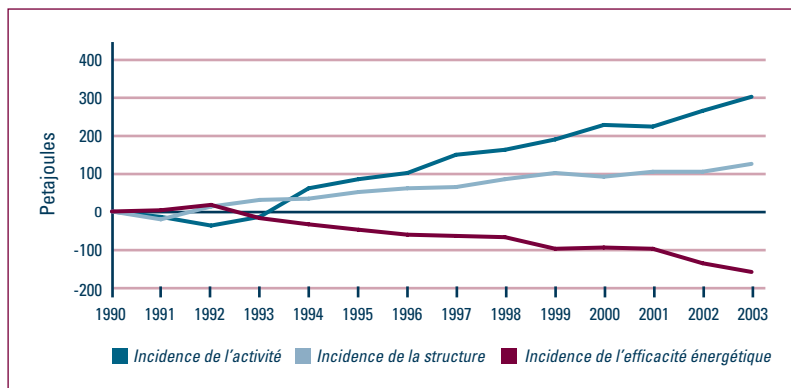
- une augmentation de l'activité de 46 p. 100 (nombre de tonnes-kilomètres transportées), découlant du libre-échange et de la déréglementation des industries du camionnage et du transport ferroviaire, a entraîné une hausse de la consommation d'énergie de 302,8 PJ et des émissions de GES connexes de 22,1 Mt;
- les changements observés dans la structure du transport des marchandises (changements dans l'activité entre les modes de transport), en particulier une augmentation de la part des marchandises transportées par camion lourd par rapport à celles transportées par d'autres modes, étaient attribuables à une croissance du commerce international et de la livraison « juste à temps » exigée par les clients. Ces changements se sont traduits par une augmentation de la consommation d'énergie du sous-secteur de 125,7 PJ et des émissions de GES de 9,2 Mt;
- une efficacité énergétique accrue du transport des marchandises a entraîné une économie d'énergie de 157,9 PJ et une réduction des émissions de GES de 11,5 Mt. Cette amélioration de l'efficacité énergétique est principalement attribuable aux camions lourds et au transport ferroviaire.

**Figure 6.11 Incidence de l'activité, de la structure et de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie, 1990-2003 (petajoules)**



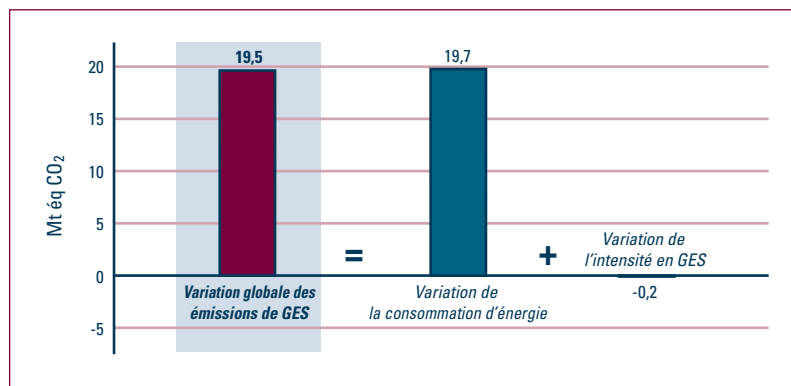
La figure 6.12 illustre l'évolution de l'incidence de l'activité, de la structure et de l'efficacité énergétique du transport des marchandises sur la consommation d'énergie entre 1990 et 2003. Quoique partiellement contrebalancées par l'amélioration considérable de l'efficacité énergétique, la croissance constante de l'activité et l'utilisation accrue des camions lourds pour le transport des marchandises (structure) au cours de la période visée ont entraîné une augmentation de la consommation d'énergie dans le sous-secteur du transport des marchandises.

**Figure 6.12** Variation de la consommation d'énergie attribuable à l'activité, la structure et l'efficacité énergétique, 1990-2003 (petajoules)



La hausse de la consommation d'énergie a entraîné une augmentation des émissions de GES provenant du transport des marchandises. Cette augmentation est presque entièrement attribuable à la hausse de la consommation d'énergie, l'intensité en GES de l'énergie consommée n'ayant que légèrement diminué au cours de la période visée. Comme le montre la figure 6.13, les émissions de GES attribuables au transport des marchandises étaient de 40 p. 100 plus élevées en 2003 qu'en 1990, soit 19,5 Mt de plus.

**Figure 6.13** Incidence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>)

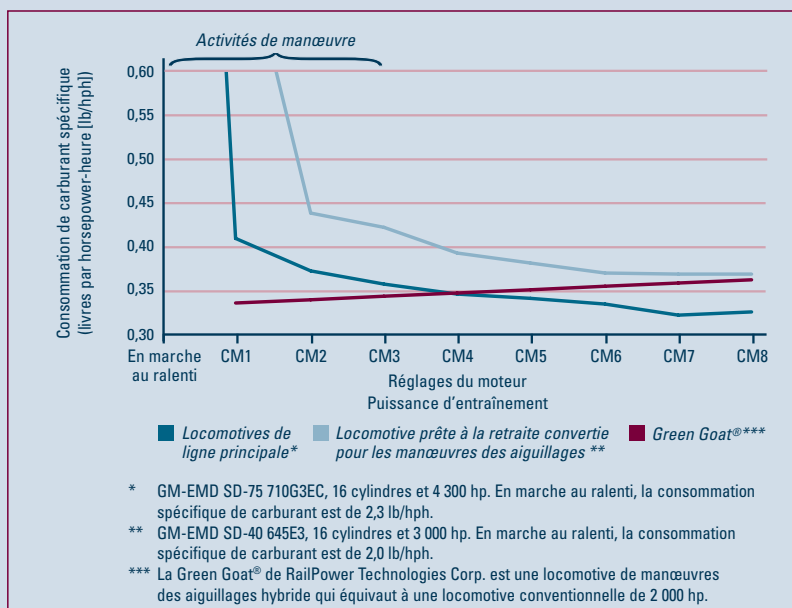


### Locomotives de transport de marchandises : Applications de la technologie hybride

Le mode du transport ferroviaire des marchandises a amélioré considérablement son intensité énergétique au Canada depuis 1990. Entre 1990 et 2003, elle est passée de 0,34 à 0,22 mégajoules par tonne-kilomètre, une amélioration de 35 p. 100. Il existe cependant des possibilités de réduire davantage la consommation d'énergie. De nouvelles technologies, notamment les locomotives hybrides, qui permettraient de réduire la consommation d'énergie et les émissions de GES connexes, pourraient avoir des applications pratiques dans le mode ferroviaire.

Une locomotive compte habituellement huit crans de marche (réglages de puissance comme les engrenages ou les vitesses). Des crans de marche particuliers conviennent à certaines tâches. Par exemple, afin de transporter des marchandises du point A au point B, un train a besoin de vitesse et fonctionne donc aux crans de marche les plus élevés. Toutefois, au centre de triage, où les trains sont assemblés (attelage des wagons à la locomotive) et les wagons sont déplacés d'une voie à l'autre, une locomotive fonctionnera sur près de 95 p. 100 de son cycle d'utilisation en marche au ralenti ou aux trois premiers crans de marche. La technologie des locomotives hybrides convient bien aux situations d'arrêt-démarrage des centres de triage : le moteur ne tourne pas au ralenti et il est plus efficace qu'un moteur diesel lorsque la locomotive fonctionne aux crans de marche moins élevés (voir figure 6.14).

Figure 6.14 Consommation de carburant d'une locomotive selon le réglage du régime et du moteur



\* GM-EMD SD-75 710G3EC, 16 cylindres et 4 300 hp. En marche au ralenti, la consommation spécifique de carburant est de 2,3 lb/hph.  
 \*\* GM-EMD SD-40 645E3, 16 cylindres et 3 000 hp. En marche au ralenti, la consommation spécifique de carburant est de 2,0 lb/hph.  
 \*\*\* La Green Goat® de RailPower Technologies Corp. est une locomotive de manœuvres des aiguillages hybride qui équivaut à une locomotive conventionnelle de 2 000 hp.

Source : Robert Dun et Peter Eggleton, « Influence of Duty Cycles and Fleet Profile on Emissions from Locomotives in Canada », préparé pour le Centre de développement des transports de Transports Canada, juin 2002, et renseignements obtenus de Ray Cousineau, RailPower Technologies Corp., février 2005.

Les activités de manœuvre des locomotives ne produisent pas de revenus, mais elles jouent un rôle important dans la préparation des expéditions afin que les marchandises arrivent à destination en temps opportun. Pour ces activités, les entreprises ferroviaires peuvent avoir recours à des locomotives de manœuvre, lesquelles sont de conception lourde afin de maximiser la traction. Toutefois, les exploitants de centre de triage hésitent à acheter de l'équipement neuf (près de 1,2 million \$US) ou remis à neuf (environ 750 000 \$US) conçu spécialement pour le travail de manœuvre. À la place, ils convertissent souvent de vieilles locomotives prêtes à être retirées du service (aucun investissement requis) pour effectuer les activités de manœuvre (coût d'entretien d'environ 250 000 \$US pour une période de 8 à 10 ans).

suite ▾

— suite

RailPower Technologies Corp. est une entreprise canadienne qui a mis au point et fait breveter une technologie hybride pour les locomotives de centre de triage et de ligne qui pourrait modifier les méthodes actuelles. Les modèles hybrides sont des locomotives remises à neuf. Le gros moteur diesel et le générateur de la locomotive sont remplacés par un moteur beaucoup plus petit (de 72 à 96 p. 100 moins puissant) qui charge une série de batteries, alors que les niveaux de puissance sont réglés par un système de gestion de l'énergie. Une locomotive de manœuvre hybride d'une puissance équivalant à 2 000 hp coûte environ 750 000 \$US. Cependant, la locomotive hybride présente des avantages comparativement aux locomotives de manœuvres ordinaires : elle offre une puissance de traction beaucoup plus grande, elle peut effectuer au moins 30 p. 100 plus de travail, elle est plus fiable; ses coûts d'entretien sont par conséquent moins élevés, et son petit moteur réduit considérablement les coûts de carburant. Si l'on tient compte de ces avantages, les coûts d'investissement d'une locomotive hybride peuvent être récupérés en moins de trois ans<sup>5</sup>.

Outre sa rentabilité, la locomotive hybride de RailPower présente une configuration qui permet de réduire considérablement la consommation d'énergie et les émissions de GES connexes, comparativement à une locomotive transformée pour les activités de manœuvre. Les données d'utilisation de RailPower montrent que l'un de ses modèles hybrides (la Green Goat<sup>®</sup>) peut réduire de 40 à 70 p. 100 la consommation de carburant et les émissions de GES connexes et diminuer de 80 à 90 p. 100 les émissions des principaux contaminants atmosphériques, comme les oxydes nitreux et les particules de diesel<sup>6</sup>. Les réductions sont plus marquées pour les activités de manœuvre requérant une grande puissance ou menées de façon continue. En remplaçant le parc de 500 locomotives de manœuvre en service au Canada par des modèles hybrides, on pourrait réduire les émissions de GES d'environ 135,5 kilotonnes par an<sup>7</sup>.

<sup>5</sup>Renseignements obtenus de Nigel Horsley, RailPower Technologies Corp., 11 janvier 2005.

<sup>6</sup>RailPower Technologies Corp., « Hybrid Locomotives: Benefits », [www.railpower.com/products\\_hl\\_benefits.html](http://www.railpower.com/products_hl_benefits.html), téléchargé le 18 janvier 2005, et renseignements obtenus de Nigel Horsley, RailPower Technologies Corp., 26 janvier 2005.

<sup>7</sup>On présume que le remplacement des locomotives de manœuvre diesels par des véhicules hybrides permettrait de réduire de 271 tonnes les émissions de GES annuelles par véhicule.

# Chapitre 7

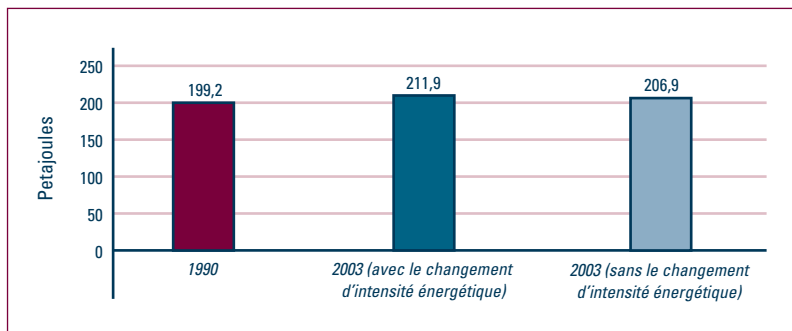
## Secteur agricole

**Définition :** Le secteur agricole du Canada englobe tous les types d'exploitations agricoles, incluant les fermes d'élevage et la culture de grande production, notamment de céréales et d'oléagineux. Il inclut également les activités liées à la chasse et au piégeage. Les données présentées dans ce chapitre se rapportent à la consommation d'énergie attribuable à la production agricole. Elles englobent la consommation d'énergie des établissements qui exercent des activités agricoles et qui fournissent des services au secteur agricole.

Entre 1990 et 2003, on a enregistré dans le secteur agricole une hausse de la consommation d'énergie de 6 p. 100, soit de 12,7 PJ (figure 7.1) et des émissions de GES connexes du secteur (y compris celles liées à l'électricité) de 9 p. 100, soit 1,2 Mt. En raison du manque de données désagrégées, ce rapport ne fait pas état de l'évolution de l'efficacité énergétique dans le secteur agricole, mais indique toutefois l'évolution de l'intensité énergétique (rapport entre la consommation d'énergie et l'activité).

*Dans les provinces des Prairies, la part de la consommation d'énergie secondaire du secteur agricole s'élevait à 52 p. 100 en 2003, soit une baisse comparativement à la part de 62 p. 100 en 1990.*

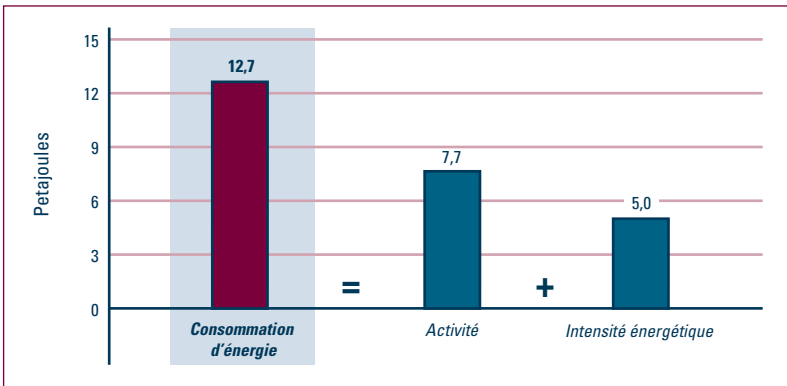
**Figure 7.1** Consommation d'énergie, tenant compte ou non du changement dans l'intensité énergétique, 1990 et 2003 (petajoules)



La figure 7.2 montre les facteurs à l'origine de la variation de la consommation d'énergie et des émissions de GES connexes :

- une augmentation de l'activité de 4 p. 100 (PIB du secteur agricole en dollars constants de 1997) a entraîné une augmentation de la consommation d'énergie de 7,7 PJ et des émissions de GES connexes de 0,5 Mt;
- une augmentation de 2 p. 100 de l'intensité énergétique du secteur s'est traduite par une hausse de 5,0 PJ de la consommation d'énergie et de 0,4 Mt des émissions de GES.

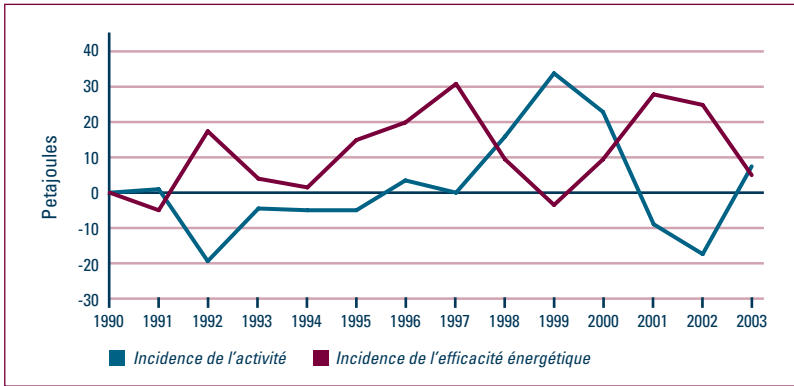
**Figure 7.2 Incidence de l'activité et de l'intensité énergétique sur la consommation d'énergie, 1990-2003 (petajoules)**



Comme l'illustre la figure 7.3, on ne retrouve pas de tendances claires, que ce soit pour l'activité ou l'intensité énergétique. L'intensité énergétique, en particulier, semble très volatile, fluctuant rapidement d'une année à l'autre. En 2003, après plusieurs années de décroissance continue, l'activité a rebondi, entraînant à la baisse l'intensité énergétique.

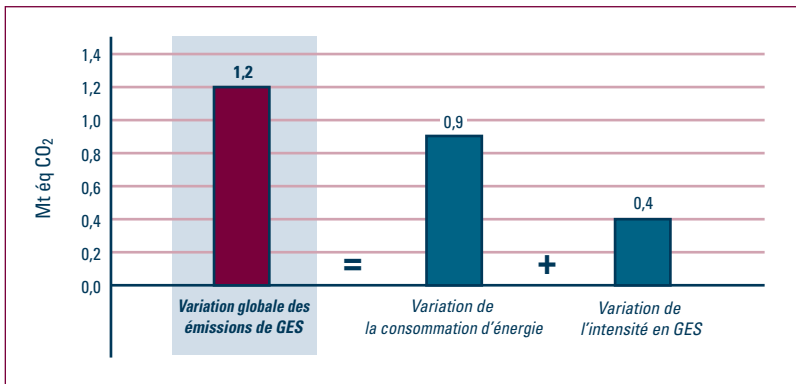


**Figure 7.3** Variation de la consommation d'énergie attribuable à l'activité et à l'intensité énergétique, 1990-2003 (petajoules)



Comme l'indique la figure 7.4, les émissions de GES attribuables au secteur agricole (y compris les émissions liées à l'électricité) étaient de 9 p. 100 plus élevées en 2003 qu'en 1990, soit 1,2 Mt de plus. Cet accroissement était attribuable à la hausse de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES des combustibles utilisés. La hausse de l'intensité en GES s'explique par une augmentation de l'intensité en GES de la production d'électricité et par une augmentation relative de la consommation de carburants à plus haute intensité en GES. Par exemple, la part de la consommation d'énergie du carburant diesel est passée de 36 p. 100 en 1990 à 41 p. 100 en 2003.

**Figure 7.4** Incidence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>)



### Incidence de l'agriculture biologique sur la consommation d'énergie

L'agriculture biologique est une méthode agricole où le recours aux produits chimiques pour la production est réduit au minimum. Elle vise à produire des récoltes ayant une valeur nutritive élevée et à améliorer la fertilité et la durabilité à long terme des terres agricoles. Les fermes biologiques doivent se conformer volontairement aux normes établies par l'Office des normes générales du Canada qui incluent, entre autres, l'abandon des pesticides de synthèse et des engrais renfermant des substances synthétiques interdites ainsi que l'interdiction d'utiliser des organismes génétiquement modifiés<sup>1</sup>.

C'est en 2001 que l'agriculture biologique a été incluse pour la première fois dans le *Recensement de l'agriculture* de Statistique Canada. On a constaté que 2 230 fermes produisaient au moins un type de produit agricole certifié biologique. Les végétaux de grande culture (p. ex., céréales, graines oléagineuses, etc.) représentaient la catégorie d'exploitation biologique la plus courante; venaient ensuite les fruits, les légumes ou produits de serre, les animaux ou produits animaux et les autres produits (p. ex., sirop d'érable, herbes, etc.) [voir figure 7.5]. Les ventes au détail dans le secteur biologique ont connu une croissance annuelle de 20 p. 100 au cours des dix dernières années, et on prévoit qu'elles atteindront 3,1 milliards \$ en 2005<sup>2</sup>. En dépit d'une hausse de 176 p. 100 du nombre de producteurs biologiques entre 1992 et 2001<sup>3</sup>, les fermes biologiques représentaient moins de 1 p. 100 de l'ensemble des fermes en 2001<sup>4</sup>.

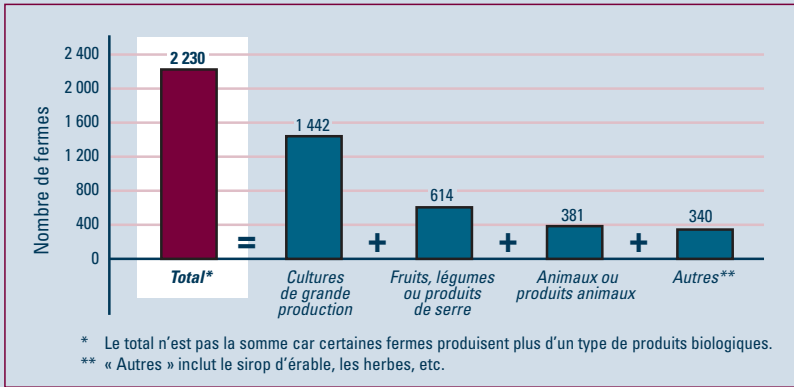
<sup>1</sup>Office des normes générales du Canada, *Systèmes de production biologique, Partie 1 : Principes généraux*, Ottawa, juin 2004.

<sup>2</sup>Agriculture et Agroalimentaire Canada, « L'industrie de l'agriculture, des aliments et des boissons au Canada, L'industrie canadienne des aliments biologiques », Fiche d'information, [ats-sea.agr.gc.ca/supply/3313\\_f.htm](http://ats-sea.agr.gc.ca/supply/3313_f.htm), fiche téléchargée en novembre 2004.

<sup>3</sup>Centre d'agriculture biologique du Canada, « Statistiques sur l'agriculture biologique », 2003, [www.agr.gc.ca/misb/hort/org-bio/pdf/OrganicsCAN2003\\_f.pdf](http://www.agr.gc.ca/misb/hort/org-bio/pdf/OrganicsCAN2003_f.pdf), fiche téléchargée en novembre 2004.

<sup>4</sup>Agriculture et Agroalimentaire Canada, fiche téléchargée en novembre 2004.


Figure 7.5 Nombre de fermes certifiées biologiques selon le type de produit, 2001



Source : Statistique Canada, *Recensement de l'agriculture de 2001*, Ottawa, mai 2002 (no de cat. 95F0301XIF).

En abandonnant l'utilisation des pesticides ou des engrais de synthèse, les fermes biologiques peuvent travailler leurs sols plus intensément et faire une plus grande rotation des cultures afin de contrôler les mauvaises herbes. Cela a une incidence à la hausse sur la consommation d'énergie, car les tracteurs et autres machines agricoles sont utilisés plus fréquemment pour travailler le sol. Toutefois, cette hausse de la consommation est en partie compensée par l'élimination de l'épandage mécanique de l'engrais et des pesticides. Outre l'augmentation des coûts d'énergie, les fermes biologiques produisant des fruits et légumes ont signalé un rendement moins élevé des cultures. Par contre, certains produits biologiques se vendent à prix plus élevé, ce qui compense partiellement ou complètement la baisse de rendement. Par conséquent, près de la moitié des récoltes biologiques de fruits et légumes produites au Canada permettent d'obtenir des revenus bruts par hectare plus élevés que ceux obtenus par les méthodes traditionnelles<sup>5</sup>.

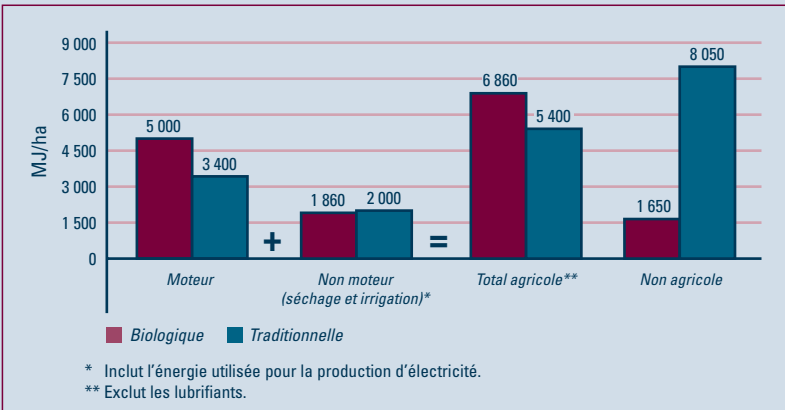
<sup>5</sup> Statistique Canada, « La production de fruits et légumes biologiques : est-ce pour vous? », *Regards sur l'industrie agro-alimentaire et la communauté agricole*, Ottawa, septembre 2002 (no de cat. 21-004-XIF).

suite 

— suite

Afin d'évaluer les variations de la consommation d'énergie des fermes biologiques et traditionnelles, examinons la production d'orge de printemps des exploitations biologiques du Danemark (voir figure 7.6). Le système biologique a recours au contrôle mécanique des mauvaises herbes plutôt qu'à l'utilisation de pesticides et à l'épandage de bouillie liquide<sup>6</sup> à la place des engrais de synthèse. Comparativement aux méthodes traditionnelles, ces fermes utilisent davantage d'énergie par hectare aux fins de carburant moteur<sup>7</sup> et moins d'énergie pour le séchage et l'irrigation (consommation de carburant non moteur). La consommation d'énergie est plus élevée tandis qu'on enregistre une baisse de 28 p. 100 des récoltes, ce qui se traduit par une intensité énergétique, ou consommation d'énergie par unité de PIB, plus élevée (on suppose que les prix sont similaires) sur cette ferme biologique.

**Figure 7.6 Consommation d'énergie de la culture de l'orge de printemps au Danemark en sol sablonneux irrigué, 2002 (mégajoules par hectare)**



Source : Dalgaard et coll., « Energy Balance Comparison of Organic and Conventional Farming », *Organic Agriculture: Sustainability, Markets and Policies*, OCDE, 2003.

<sup>6</sup>Un épais mélange liquide d'eau et de fumier.

<sup>7</sup>Dalgaard et coll., « Energy Balance Comparison of Organic and Conventional Farming », *Organic Agriculture: Sustainability, Markets and Policies*, OCDE, 2003.

Les fermes biologiques ont également une incidence sur la consommation d'énergie dans les secteurs non agricoles, notamment les secteurs industriel et des transports (voir figure 7.6). Une baisse de la demande en pesticides et celui engrais diminuera les niveaux de production et la consommation d'énergie connexe de production (y compris les matières premières requises et l'énergie pour faire fonctionner les machines) et le transport de produits de l'agriculture traditionnelle. Signalons que ces réductions de la consommation d'énergie non agricole viennent complètement compenser la hausse de la consommation d'énergie agricole attribuable aux travaux additionnels du sol.

Les fermes biologiques représentent un petit segment du marché au Canada, et leurs répercussions sur la consommation d'énergie totale du secteur agricole sont limitées. Toutefois, selon l'exemple des fermes danoises, une croissance continue de la taille et du nombre de fermes biologiques pourrait augmenter la consommation d'énergie et l'intensité du secteur agricole. Les réductions de la consommation d'énergie pour produire et transporter les engrais et les pesticides peuvent compenser la hausse de la consommation d'énergie pour la production agricole, ce qui entraînerait un déclin net de la consommation d'énergie secondaire. Il est difficile de faire des observations générales sur l'agriculture biologique puisque bon nombre de fermes produisent une vaste gamme de récoltes grâce à diverses techniques. Cette analyse donne un aperçu des différences entre les exploitations biologiques et traditionnelles par rapport à la consommation d'énergie; toutefois, il est nécessaire de recueillir davantage d'information avant de tirer des conclusions précises.



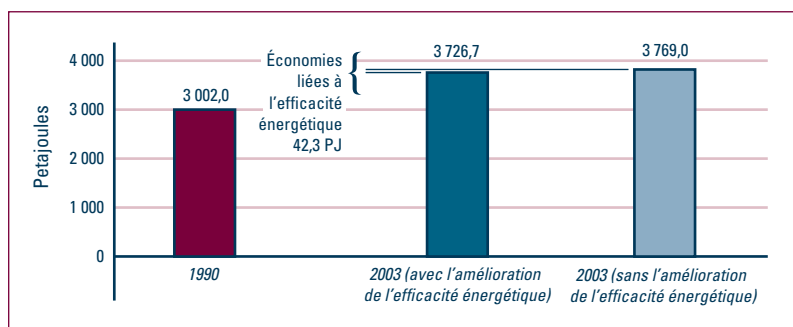
# Chapitre 8

## Secteur de la production d'électricité

**Définition :** Le secteur de la production d'électricité englobe la transformation d'autres formes d'énergie (combustibles fossiles, énergie hydraulique, énergie nucléaire et autres) en énergie électrique effectuée par les services publics et les producteurs industriels.

Entre 1990 et 2003, on a enregistré une hausse de la consommation d'énergie servant à produire l'électricité de 24 p. 100, soit de 724,8 PJ (figure 8.1) et des émissions de GES connexes de 38 p. 100, soit 35,8 Mt. Sans l'amélioration de l'efficacité énergétique, la consommation d'énergie aurait augmenté de 26 p. 100 entre 1990 et 2003, au lieu des 24 p. 100 observés.

**Figure 8.1** Consommation d'énergie, tenant compte ou non de l'amélioration de l'efficacité énergétique, 1990 et 2003 (petajoules)



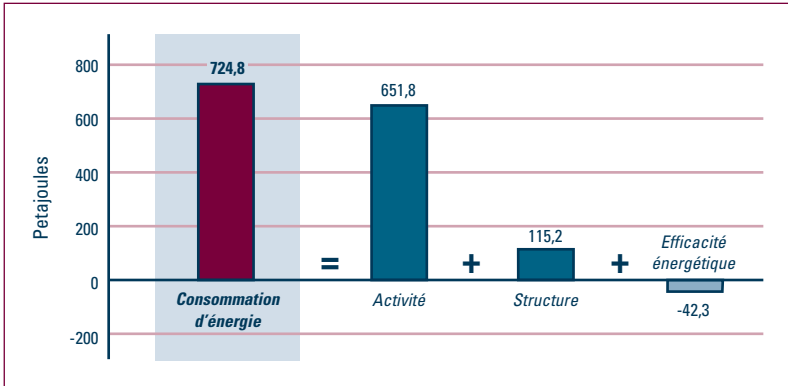
La figure 8.2 montre les différents facteurs à l'origine de la variation de la consommation d'énergie et des émissions de GES connexes :

- une augmentation de 21 p. 100 de la quantité d'électricité produite a entraîné un accroissement de la consommation d'énergie de 651,8 PJ et des émissions de GES connexes de 22,8 Mt;
- les changements structurels dans le secteur de la production d'électricité (combinaison des différentes sources d'énergie servant à la production d'électricité), en particulier une diminution de la part relative de la production hydroélectrique combinée avec une part plus grande du charbon et du gaz naturel, deux sources d'énergie qui sont plus énergivores lors de la production d'électricité. Cela a eu pour effet d'accroître de 115,2 PJ la consommation d'énergie et les émissions de GES connexes de 4,0 Mt;

**Entre 1990 et 2003, la part du gaz naturel dans les combustibles utilisés pour produire de l'électricité est passée de 3 à 9 p. 100.**

- l'amélioration de l'efficacité énergétique du secteur de la production d'électricité s'est traduite par une réduction de 42,3 PJ de la consommation d'énergie et de 1,5 Mt des émissions de GES.

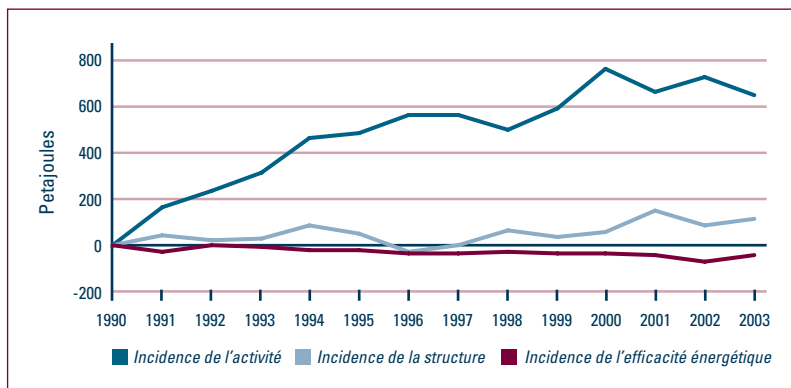
**Figure 8.2 Incidence de l'activité, de la structure et de l'efficacité énergétique sur la consommation d'énergie, 1990-2003 (petajoules)**



La figure 8.3 montre que, dans l'ensemble, l'augmentation de la consommation d'énergie entre 1990 et 2003 était principalement attribuable à l'accroissement de l'activité, soit la quantité d'électricité produite pour répondre aux besoins des secteurs d'utilisation finale. L'incidence de la structure sur la consommation d'énergie a varié en fonction des parts des combustibles utilisés, chaque combustible ayant sa propre intensité énergétique. Par exemple, une baisse de la part de l'énergie hydraulique combinée à une augmentation relative de l'utilisation du gaz naturel et des mazouts lourds pour produire de l'électricité entre 2002 et 2003 a entraîné une légère hausse de l'incidence de l'effet de la structure sur la consommation d'énergie. Le changement de l'efficacité énergétique témoigne d'une baisse quant à l'efficacité de la transformation de la plupart des combustibles en électricité.

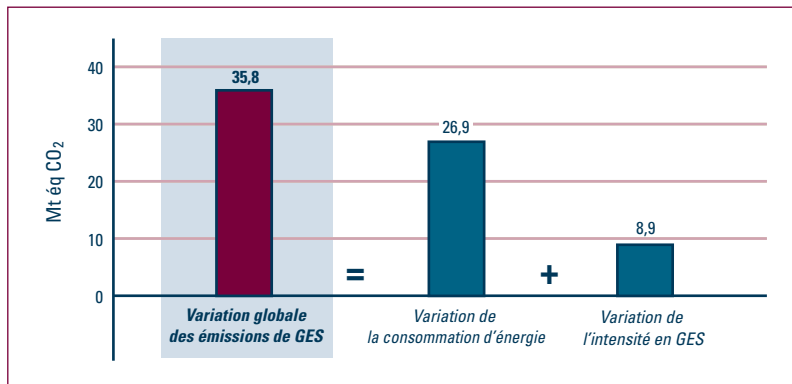


**Figure 8.3** Variation de la consommation d'énergie attribuable à l'activité, à la structure et à l'efficacité énergétique, 1990-2003 (petajoules)



Comme l'illustre la figure 8.4, les émissions de GES du secteur de la production d'électricité étaient 38 p. 100 plus élevées en 2003 qu'en 1990, ce qui équivaut à 35,8 Mt de plus. Cette augmentation découle de l'accroissement à la fois de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES de l'énergie consommée. La hausse de 13 p. 100 de l'intensité en GES était attribuable à l'augmentation relative de la production d'électricité provenant du charbon et du gaz naturel et à la diminution relative de l'utilisation des énergies nucléaire et hydraulique. L'incidence de l'intensité a augmenté comparativement à l'année dernière en raison d'une augmentation de la part relative de l'utilisation de mazouts lourds pour la production d'électricité entre 2002 et 2003.

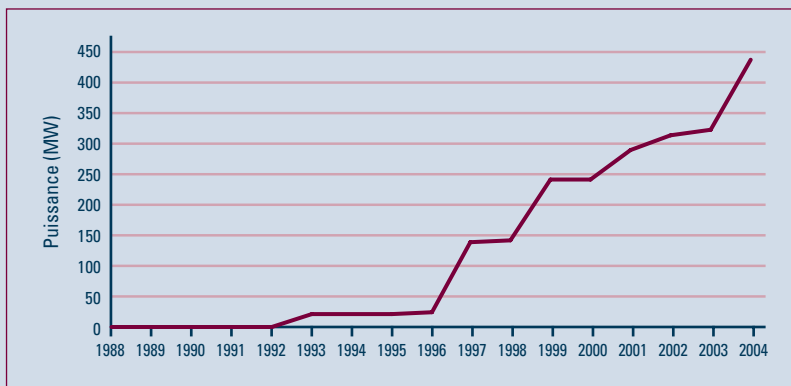
**Figure 8.4** Incidence de la consommation d'énergie et de l'intensité en GES sur la variation des émissions de GES, 1990-2003 (mégatonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>)



## Énergie éolienne : un composant mineur, mais en progression, de la production d'électricité au Canada

En 1988, la Northwest Territories Power Corporation a installé une éolienne, la première au Canada, de 20 kilowatts (kW) pour répondre aux besoins en électricité du hameau de Igloodik, au Nunavut. Dès lors, l'énergie éolienne, une source d'énergie renouvelable et non polluante, a pris de l'ampleur. En 1996, la puissance installée au Canada était de 23 mégawatts (MW), mais elle atteignit 436 MW en 2004 (voir figure 8.5). En 2004 seulement, on a enregistré une hausse d'environ 36 p. 100 de la production d'énergie éolienne. Malgré les progrès réalisés depuis 1996, l'électricité produite par l'énergie éolienne ne représentait en 2002 que 0,1 p. 100 de toute la production d'électricité au Canada. L'énergie éolienne représente en moyenne 0,5 p. 100 de la production d'électricité des pays membres de l'Agence internationale de l'énergie (AIE)<sup>1</sup>.

**Figure 8.5** Puissance éolienne installée au Canada, de 1988 à 2004 (mégawatts)



Source : Données tirées de la base de données sur l'énergie renouvelable du Centre canadien de données et d'analyse de la consommation finale d'énergie dans l'industrie et du répertoire des éoliennes canadiennes de l'Association canadienne de l'énergie.

Même si la production d'électricité d'origine éolienne s'est accrue considérablement, son utilisation présente encore des inconvénients au Canada. Le vent, par définition, est une source d'énergie intermittente (c.-à-d. que le vent ne souffle pas en permanence); puisqu'on ne peut s'y fier, on ne peut se servir du vent pour l'approvisionnement en électricité en période de pointe. De plus, la population ne voit pas toujours d'un bon œil l'énergie éolienne. Certains considèrent que les éoliennes sont bruyantes et qu'elles ruinent l'apparence du paysage. Ces deux perceptions, qui sont réfutées par les défenseurs de l'énergie éolienne, engendrent le syndrome du « pas dans ma cour ».

<sup>1</sup>Calculs effectués à l'aide des bilans énergétiques de l'AIE, Paris, édition de 2004.

La rentabilité de l'énergie éolienne s'est améliorée au cours des dernières années. D'abord le coût d'installation des éoliennes a diminué. Selon l'American Wind Energy Association (AWEA), les progrès en matière de contrôle électronique et de conception des pales ainsi que la taille accrue des tours ont contribué à diminuer les coûts d'installation. En 1981, une éolienne typique moyenne avait une puissance génératrice nominale de 25 kW et coûtait environ 2 600 \$US par kW installé. En 2000, l'éolienne typique moyenne était 66 fois plus grosse, avait une puissance génératrice nominale de 1 650 kW et coûtait 790 \$US par kW installé, soit 70 p. 100 de moins<sup>2</sup>.

Le deuxième facteur qui a changé est la taille des installations. Les entreprises tirent parti des économies d'échelle en installant davantage d'éoliennes par parc. Au Canada, entre 1988 et 1996, 18 p. 100 des projets d'éoliennes comportaient plus de cinq éoliennes installées. En 2004, cette proportion est passée à environ 31 p. 100. Selon l'AWEA, les gros parcs d'éoliennes diminuent d'environ 40 p. 100 le coût moyen par kilowattheure d'électricité en raison de l'efficacité économique découlant du partage entre un grand nombre d'éoliennes des coûts d'entretien et d'autres ressources<sup>3</sup>.

Quant aux perspectives d'avenir de l'énergie éolienne au Canada, les initiatives de Ressources naturelles Canada devraient permettre d'accroître la puissance installée de 1 000 MW entre 2002 et 2007<sup>4</sup>. L'Association canadienne de l'énergie éolienne (CanWEA) est encore plus ambitieuse; elle vise une hausse de 10 000 MW d'ici 2010. En remplaçant les combustibles habituellement utilisés pour produire l'électricité, en particulier le charbon, le mazout et le gaz naturel, par le vent, qui est une source d'énergie renouvelable ne produisant pas de GES, on pourrait réduire considérablement la consommation d'énergie et la production de GES<sup>5</sup>. Par exemple, l'atteinte de l'objectif de 10 000 MW de la CanWEA permettrait de réaliser des économies d'énergie pouvant atteindre 170,7 PJ et de réduire les émissions de GES connexes de 10,9 Mt<sup>6</sup>.

<sup>2</sup> American Wind Energy Association, « The Economics of Wind Energy », AWEA Wind Energy Fact Sheets, février 2005.

<sup>3</sup> *Ibid.*

<sup>4</sup> Ressources naturelles Canada, *Encouragement à la production d'énergie éolienne : 1 000 mégawatts sur 5 ans*, Ottawa, 2001.

<sup>5</sup> La réduction des émissions de GES découlant du remplacement de l'hydroélectricité ou de l'énergie nucléaire par l'énergie éolienne serait nulle car ces sources ne produisent pas de GES.

<sup>6</sup> On présume que le vent a un facteur de capacité de 0,29673. La réduction de la consommation d'énergie et des émissions de GES a été calculée à l'aide de la quantité moyenne d'énergie requise pour produire l'électricité (6 560,9 GJ/GWh) et les intensités en GES (63,8 tonnes/TJ) pour le Canada en 2003.



# Annexe

## Glossaire des termes

**Activité** : Terme utilisé pour décrire les principaux facteurs de consommation d'énergie dans un secteur (p. ex., la surface de plancher dans le secteur commercial et institutionnel).

**Agriculture biologique** : Une méthode agricole qui réduit au minimum le recours aux produits chimiques dans le processus de production. Elle vise à produire des récoltes ayant une valeur nutritive élevée et à améliorer la fertilité et la durabilité à long terme des terres agricoles.

**Année automobile** : Période annuelle (qui commence le 1<sup>er</sup> septembre et se termine le 31 août) au cours de laquelle l'industrie automobile nationale organise ses opérations et durant laquelle les nouveaux modèles sont annoncés. Par exemple, si « l'année automobile » est 2003, l'année commence le 1<sup>er</sup> septembre 2002 et se termine le 31 août 2003.

**Biomasse** : Comprend les déchets ligneux et les liqueurs résiduelles. Les déchets ligneux sont des combustibles composés d'écorce, de copeaux, de sciure de bois ainsi que de bois de qualité inférieure et de bois de rebut provenant des activités des usines de pâtes et papiers, des scieries et des usines de contreplaqués. Les liqueurs résiduelles sont des substances principalement composées de lignine, d'autres constituants du bois et de produits chimiques qui sont des sous-produits de la fabrication de la pâte chimique. Elles dégagent de la vapeur pour les procédés industriels lorsqu'elles sont brûlées dans une chaudière et peuvent produire de l'électricité grâce au dégagement d'énergie thermique, ou les deux.

**Camion léger** : Camion dont le poids nominal brut ne dépasse pas 3 855 kilogrammes (8 500 livres). Le poids nominal brut du véhicule équivaut à son poids à vide plus le poids de charge maximal prévu. Cette classe de véhicules inclut les camionnettes, les fourgonnettes et les véhicules utilitaires sport.

**Camion lourd** : Camion dont le poids nominal brut est égal ou supérieur à 14 970 kilogrammes (33 001 livres). Le poids nominal brut du véhicule équivaut à son poids à vide plus le poids de charge maximal prévu.

**Carburant moteur** : Comprend l'essence automobile et le carburant diesel.

**Chauffage de l'eau** : Utilisation d'énergie pour chauffer l'eau courante, l'eau de cuisson ainsi que l'eau des installations auxiliaires de chauffage de l'eau pour le bain, le nettoyage ou les applications autres que la cuisson.

**Chauffage des locaux** : Utilisation d'appareils mécaniques pour chauffer un bâtiment, en tout ou en partie. Comprend les installations principales de chauffage des locaux et le matériel de chauffage d'appoint.

**Classification type des industries (CTI)** : Système de classification regroupant les établissements ayant des activités économiques similaires.

**Climatiseur central** : Appareil électrique qui absorbe la chaleur d'une pièce et la transporte à l'extérieur de manière à assurer le confort des occupants par temps chaud et humide. Conçu pour refroidir une maison, il comporte un compresseur et un serpentin de grandes dimensions, installés à l'extérieur, et reliés par des conduits de frigorigène à un serpentin intérieur, monté dans le système de chauffage central. Le même réseau de conduits sert à la distribution de l'air chaud et de l'air froid.

**Climatiseur individuel** : Appareil électrique qui absorbe la chaleur d'une pièce et la transporte à l'extérieur de manière à assurer le confort des occupants par temps chaud et humide. Contrairement à un appareil de climatisation centrale, l'installation d'un climatiseur individuel ne comporte pas de conduit et tous les éléments sont réunis dans un même appareil qui s'installe dans une fenêtre ou dans une ouverture pratiquée dans un mur. C'est un appareil plus petit que le climatiseur central; il a pour but de climatiser des espaces moins grands, comme une pièce.

**Climatisation des locaux** : Conditionnement de l'air des locaux pour le confort des occupants par un appareil de réfrigération (p. ex., climatiseur ou thermopompe) ou par la circulation d'eau refroidie dans un système de refroidissement central ou collectif.

**Cran de marche** : Une de plusieurs valeurs prédéterminées du système de régulation de puissance (régulateur, interrupteur, etc.) d'une locomotive.

**Degré-jour de réfrigération (DJR) :** Mesure de la chaleur d'un endroit pendant une période par rapport à une température de base. La température de base est de 18 °C, et la période, d'un an. Si la température moyenne quotidienne dépasse la température de base, le nombre de DJR pour cette journée est la différence entre la température moyenne et 18 °C. Le nombre de DJR est toutefois nul si la température moyenne quotidienne est inférieure ou égale à la température de base. Le nombre de DJR pour une période plus longue est la somme des DJR de tous les jours de la période visée.

**Dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) :** Composé de carbone et d'oxygène qui se forme au moment de la combustion du carbone. Le dioxyde de carbone est un gaz incolore qui absorbe le rayonnement infrarouge, principalement sur une longueur d'ondes se situant entre 12 et 18 microns. Il agit comme un filtre unidirectionnel qui permet à la lumière visible de traverser dans un sens tout en empêchant le rayonnement infrarouge de passer dans le sens contraire. En raison de l'effet de filtre unidirectionnel du dioxyde de carbone, l'excès de rayonnement infrarouge est bloqué dans l'atmosphère. Ainsi, l'atmosphère agit comme une serre et peut augmenter la température à la surface de la Terre.

**Économies d'échelle :** Les économies d'échelle se produisent lorsqu'une entreprise tire des avantages de la production à grande échelle. Les coûts moyens à long terme diminuent à mesure que la production augmente, ce qui réduit les coûts unitaires des produits.

**Gaz à effet de serre (GES) :** Gaz qui absorbe et irradie dans la basse atmosphère la chaleur qui, autrement, aurait été perdue dans l'espace. L'effet de serre est indispensable à la vie sur la planète Terre. Il permet de garder les températures moyennes de la planète suffisamment élevées pour assurer la croissance des végétaux et des animaux. Les principaux GES sont le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>), les chlorofluorocarbones (CFC) et l'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O). Le CO<sub>2</sub> est de loin le GES le plus abondant, représentant environ 70 p. 100 des émissions totales de GES (voir Dioxyde de carbone).

**Gaz de pétrole liquéfié (GPL) et liquides de gaz naturel (LGN) des usines de gaz :** Le propane et le butane sont des gaz liquéfiés dérivés du gaz naturel (c.-à.-d. LGN des usines de gaz) ou des produits pétroliers raffinés (c.-à.-d. GPL) à l'usine de traitement.

**Horsepower (hp) :** Unité de puissance couramment utilisée pour les moteurs de véhicule. Elle correspond à 75 mètres-kilogrammes-force par seconde; ce qui équivaut à 735,49875 watts.

**Îlot thermique :** Dôme d'air chaud et pollué qui couvre une région urbaine et où la température est plus élevée que celle des régions environnantes.

**Intensité énergétique :** Quantité d'énergie consommée par unité d'activité. Au nombre des mesures de l'activité mentionnées dans ce rapport, citons les ménages, la surface de plancher, les voyageurs-kilomètres, les tonnes-kilomètres, les unités physiques de production et la valeur du produit intérieur brut en dollars constants.

**Intensité en gaz à effet de serre :** Quantité d'émissions de gaz à effet de serre par unité d'énergie.

**Kilowattheure (kWh) :** Unité d'énergie électrique commerciale établie à 1 000 wattheures. Un kilowattheure est la quantité d'électricité consommée par 10 ampoules de 100 watts pendant une heure. Un kilowattheure égale 3,6 millions de joules.

**Marche au ralenti :** Se produit lorsque de la puissance est produite par un moteur, mais n'est toutefois pas utilisée pour un travail utile.

**Ménage :** Personne ou groupe de personnes occupant un logement. Le nombre de ménages est donc égal au nombre de logements occupés. La ou les personnes occupant un logement privé forment un ménage privé.

**Méthode de factorisation :** Une méthode statistique, reposant sur l'indice de Laspeyres, qui est utilisée dans ce rapport pour séparer les changements dans la consommation d'énergie en cinq facteurs : activité, conditions météorologiques, structure, niveau de service et efficacité énergétique.

**Niveau de service :** Terme utilisé pour caractériser la pénétration accrue de l'équipement auxiliaire dans les bâtiments commerciaux et institutionnels.

**Petajoule (PJ) :** Unité de mesure qui équivaut à  $1 \times 10^{15}$  joules. Le joule est l'unité de mesure internationale de l'énergie. Il s'agit de l'énergie produite pendant une seconde par la puissance d'un watt. Il y a 3,6 millions de joules dans un kilowattheure (voir Kilowattheure).



**Produit intérieur brut (PIB) :** Valeur totale des biens et des services produits au Canada au cours d'une année donnée. Il est aussi appelé production économique annuelle ou tout simplement production. Pour que les biens et les services ne soient pas pris en compte plus d'une fois, le PIB n'englobe que les biens et services finaux – pas ceux qui servent à fabriquer un autre produit. Le PIB est exprimé en dollars constants de 1997.

**Secteur :** Catégorie générale pour laquelle on étudie la consommation d'énergie et l'intensité énergétique dans l'économie canadienne (p. ex., secteurs résidentiel, commercial et institutionnel, industriel, des transports, agricole et de la production d'électricité).

**Source d'énergie :** Toute substance qui fournit de la chaleur ou de la puissance (p. ex., pétrole, gaz naturel, charbon, énergie renouvelable et électricité, y compris une substance utilisée comme charge d'alimentation non énergétique).

**Structure :** La structure représente les changements dans la composition de chaque secteur. Par exemple, dans le secteur industriel, une hausse relative d'une industrie comparativement à une autre est considérée comme un changement structurel; dans le secteur de la production d'électricité, une hausse relative d'un combustible comparativement à un autre est considéré comme un changement structurel.

**Surface de plancher (superficie) :** Espace délimité par les murs extérieurs d'un bâtiment. Elle exclut les aires de stationnement, les sous-sols ou les autres étages sous le niveau du sol dans le secteur résidentiel, alors qu'elle les inclut dans le secteur commercial et institutionnel. Elle se mesure en mètres carrés.

**Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN) :** Système de classification regroupant les établissements ayant des activités économiques similaires. La structure du SCIAN, adoptée par Statistique Canada en 1997 pour remplacer la Classification type des industries (CTI) de 1980, a été mise au point par les organismes de collecte de données statistiques du Canada, du Mexique et des États-Unis.

**Toiture verte extensive :** Installation d'une mince couche de terre pour assurer le développement de divers végétaux ayant des racines de surface; nécessite peu d'entretien.

**Toiture verte intensive** : Installation d'une épaisse couche de terre, qui peut assurer le développement de divers végétaux, y compris des arbres et des arbustes; nécessite un système d'irrigation et de drainage.

**Tonne-kilomètre (Tkm)** : Transport d'une tonne sur une distance d'un kilomètre.

**Utilisation de la capacité** : Les taux d'utilisation de la capacité sont des mesures de l'intensité avec laquelle les industries utilisent leur capacité de production. C'est le rapport entre la production réelle de l'industrie et sa production potentielle.

**Utilisation finale** : Toute activité spécifique qui nécessite de l'énergie (p. ex., réfrigération, chauffage des locaux, chauffage de l'eau, procédés de fabrication et charges d'alimentation).

**Voyageur-kilomètre (Vkm)** : Mesure de transport d'un voyageur sur une distance d'un kilomètre.

**Watt (W)** : Unité de puissance, ou du taux de consommation d'énergie, par exemple, une ampoule de 40 watts consomme 40 watts d'électricité (voir Kilowattheure).