



N° 11F0027MIF au catalogue — N° 007

ISSN: 1703-0412

ISBN: 0-662-87746-2

## Document de recherche

# Prise en compte des émissions de gaz à effet de serre dans le cadre conventionnel d'estimation de la productivité

par Tarek M. Harchaoui, Dmitry Kabrelyan et Rob Smith

Division de l'analyse micro-économique  
24<sup>ième</sup> étage, Immeuble R.H. Coats, Ottawa, K1A 0T6

Téléphone: 1 800 263-1136



*Toutes les opinions émises par les auteurs de ce document ne reflètent pas nécessairement celles de Statistique Canada.*



Statistique  
Canada

Statistics  
Canada

Canada

# **Prise en compte des émissions de gaz à effet de serre dans le cadre conventionnel d'estimation de la productivité**

par

Tarek M. Harchaoui  
Dmitry Kabrelyan  
Rob Smith

**11F0027 N° 007**  
**ISSN : 1703-0412**  
**ISBN : 0-662-87746-2**

Division de l'analyse micro-économique  
24<sup>ième</sup> étage, Immeuble R.H. Coats  
Ottawa, K1A 0T6  
Statistique Canada

## **Comment obtenir d'autres renseignements :**

Service national de renseignements : 1 800 263-1136  
Renseignements par courriel : [linfostats@statcan.ca](mailto:linfostats@statcan.ca)

**novembre 2002**

Le nom des auteurs est inscrit selon l'ordre alphabétique.

Ce document reflète les opinions des auteurs uniquement et non celles de Statistique Canada.

Nous tenons à remercier John Baldwin, Sëan Burrows, Pierre Mercier, Joe St. Lawrence et Cassie Seaborn de leurs commentaires fort utiles sur les ébauches antérieures.

*Also available in English*

## **SÉRIE DE DOCUMENTS DE RECHERCHE SUR L'ANALYSE ÉCONOMIQUE**

La série de documents de recherche sur l'analyse économique permet de faire connaître les travaux de recherche effectués par le personnel du Secteur des études analytiques et des comptes nationaux, les boursiers invités et les universitaires associés. La série de documents de recherche a pour but de favoriser la discussion sur un éventail de sujets tels que les répercussions de la nouvelle économie, les questions de productivité, la rentabilité des entreprises, l'utilisation de la technologie, l'incidence du financement sur la croissance des entreprises, les fonctions de dépréciation, l'utilisation de comptes satellites, les taux d'épargne, le crédit-bail, la dynamique des entreprises, les estimations hédoniques, les tendances en matière de diversification et en matière d'investissements, les différences liées au rendement des petites et des grandes entreprises ou des entreprises nationales et multinationales ainsi que les estimations relatives à la parité du pouvoir d'achat. Les lecteurs de la série sont encouragés à communiquer avec les auteurs pour leur faire part de leurs commentaires, critiques et suggestions.

Les documents sont diffusés principalement au moyen d'Internet. Ils peuvent être téléchargés gratuitement sur Internet, à [www.statcan.ca](http://www.statcan.ca). Les documents faisant partie de la série sont diffusés dans les bureaux régionaux de Statistique Canada et aux coordonnateurs statistiques provinciaux.

Tous les documents de recherche de la Série d'analyse économique, passent à travers un processus d'évaluation des pairs et institutionnel, afin de s'assurer de leur conformité au mandat confié par le gouvernement à Statistique Canada en tant qu'agence statistique et de leur pleine adhésion à des normes de bonne pratique professionnelle, partagées par la majorité.

Les documents de cette série comprennent souvent des résultats issus d'analyses statistiques multivariées ou d'autres techniques statistiques. Il faut l'admettre, les conclusions de ces analyses sont sujettes à des incertitudes dans les estimations énoncées.

Le niveau d'incertitude dépendra de plusieurs facteurs, notamment : de la nature de la forme fonctionnelle de l'analyse multivariée utilisée; de la pertinence des hypothèses statistiques sous-jacentes au modèle ou à la technique; de la représentativité des variables prises en compte dans l'analyse; et de la précision des données employées.

Toute interprétation des résultats reproduits à l'intérieur des travaux de cette série doit reconnaître le fait que l'analyse empirique comprend un certain niveau d'incertitude que les lecteurs devraient prendre en compte.

Comité de révision des publications  
Direction des études analytiques, Statistique Canada  
24<sup>e</sup> étage, Immeuble R.-H. Coats  
Ottawa, Ontario, K1A 0T6

## *Table des matières*

<b>RÉSUMÉ .....</b>	<b>IV</b>
<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>V</b>
<b>I. INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>II. COMMENT LA PRODUCTIVITÉ EST-ELLE MESURÉE ACTUELLEMENT? .....</b>	<b>1</b>
<b>III. COMMENT LE CADRE CONVENTIONNEL D'ESTIMATION DE LA PRODUCTIVITÉ POURRA-T-IL ÊTRE ÉLARGI? .....</b>	<b>3</b>
1. SPÉCIFICATION TECHNOLOGIQUE : PRODUITS CONJOINTS OU MONO-PRODUITS? .....	3
2. ÉMISSIONS DE DIOXYDE DE CARBONE, CROISSANCE ÉCONOMIQUE ET PRODUCTIVITÉ.....	5
<b>IV. MESURER LA CROISSANCE DE LA PRODUCTIVITÉ MULTIFACTORIELLE EN PRÉSENCE D'UN SOUS-PRODUIT NOCIF .....</b>	<b>8</b>
1. CADRE.....	8
2. QUESTIONS DE MESURE .....	10
3. RÉSULTATS.....	11
<b>V. CONCLUSION.....</b>	<b>12</b>
<b>ANNEXE.....</b>	<b>14</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>15</b>

## ***Résumé***

La méthode que le Canada et d'autres pays développés utilisent pour mesurer la croissance de la productivité ignore les polluants produits par les procédés industriels. Par exemple, les émissions de gaz à effet de serre, bien qu'elles soient une conséquence inévitable des processus de production, sont exclues du cadre d'estimation de la productivité. La présente étude propose une mesure élargie de la productivité qui prend en compte les polluants. Elle illustre comment elle peut-être utilisée en faisant appel au CO<sub>2</sub>. La mesure expérimentale proposée est fondée sur le cadre conventionnel d'estimation de la productivité multifactorielle rajusté pour tenir compte du coût privé des émissions de gaz à effet de serre. L'usage de cette mesure change les estimations de la croissance de la productivité du secteur des entreprises. L'étude examine d'abord comment les industries ont réduit leurs émissions de CO<sub>2</sub> relative à la production commerciale au cours des vingt dernières années. Cette amélioration est une forme de gain d'efficacité. Quand ceci est pris en compte dans le nouveau cadre d'estimation expérimental de la productivité multifactorielle, la croissance de la productivité qui en résulte est 17 pourcent plus élevée que la mesure standard pour la période 1981-1996.

**Mots clés :** productivité, environnement, éco-efficacité, CO<sub>2</sub>

## *Sommaire*

Dans le monde industrialisé, au cours du siècle dernier, le progrès a été mesuré principalement en fonction de l'efficacité et de la croissance économique. On a rarement comptabilisé les coûts des répercussions néfastes du changement économique sur les plans environnemental, social et de la santé. La présente étude propose une mesure expérimentale de la productivité qui tient compte des effets environnementaux, montre comment ils peuvent être mesurés et en indique l'incidence sur la productivité du secteur des entreprises au Canada au cours de la période 1981 à 1996.

Plus particulièrement, l'étude porte sur les cinq questions suivantes :

1) Comment la productivité multifactorielle est-elle mesurée actuellement?

La productivité, c'est-à-dire l'efficacité avec laquelle l'économie transforme les intrants (capital, travail, matières et services) en produits, est l'un des indicateurs clés de la performance économique. Elle est mesurée comme étant le taux de croissance de la production moins le taux de croissance des intrants combinés.

La méthodologie et les données utilisées pour calculer ces mesures de productivité ont été améliorées récemment. La mesure de l'intrant travail permet maintenant de faire la distinction entre les catégories de travail dont l'effet sur la productivité diffère en raison de leur niveau de scolarité ou de leur expérience. La mesure de l'intrant capital tient compte des différences dans le volume de services fournis par différents types d'équipements et de structures.

Malgré les progrès réalisés, les mesures conventionnelles de la croissance de la productivité continuent de faire abstraction des produits pour lesquels il n'existe pas de prix, comme la pollution. La transformation et la fabrication de biens produit plusieurs centaines de millions de tonnes de déchets et d'effluents qui sont rejetés annuellement dans l'environnement.

2) Le cadre actuel d'estimation de la productivité peut-il être modifié de manière à rendre compte de l'éco-efficacité, c'est-à-dire de la mesure avec laquelle l'activité économique utilise efficacement l'environnement comme un intrant?

Oui. Un cadre d'estimation de la productivité élargi a été proposé et on procède à sa mise en place dans cette étude. La mesure proposée expérimentale, qui se situe dans le prolongement du cadre d'estimation de la productivité actuel, comprend la production des biens et services qui sont commercialisés ainsi que la pollution qui est un sous-produit de l'activité des entreprises.

Pour calculer la nouvelle mesure de la productivité, il faut estimer le coût des émissions, qui est déterminé dans l'étude comme les coûts privés ayant résulté du changement du niveau des émissions passées.

- 3) Quelle est la tendance en ce qui a trait au changement des émissions par rapport à la production commercialisée déclarée par les branches d'activité canadiennes?

Nous entreprenons une étude de cas, avec les émissions de gaz à effet de serre comme exemple, sur les gains en termes d'efficacité environnementale dans plusieurs industries canadiennes importantes. Au cours des années, plusieurs industries ont réduit leurs émissions relativement à la production commercialisée. La production a augmenté plus rapidement que les émissions et donc la productivité avec la quelle l'environnement a été utilisé (mesuré comme la production par unité d'émissions) a augmenté.

- 4) Quelles sont les sources de la croissance associés aux gains de cet indicateur partiel de productivité?

Au cours de la période 1981 à 1996, les émissions de gaz à effet de serre par unité de production commercialisée ont diminué de 0,9 % en moyenne, ce qui représente un gain d'efficacité. Le changement des émissions de gaz à effet de serre par unité de production commercialisée peut être décomposé en des changements de ses deux composantes 1) les émissions de gaz à effet de serre par unité d'énergie consommée et 2) l'énergie consommée par unité de production commercialisée. L'augmentation annuelle moyenne de 0,8 % d'émissions de gaz à effet de serre par unité de consommation d'énergie a été largement compensée par la baisse de 1,7 % de la consommation d'énergie par unité de production commercialisée.

- 5) La prise en compte des gaz à effet de serre dans le cadre actuel d'estimation de la productivité a-t-elle pour effet de modifier les données sur la productivité des entreprises canadiennes?

Oui. La méthode révisée tient compte d'une source de croissance de la productivité qui échappe totalement à la méthode conventionnelle : une croissance plus rapide de la valeur de la production totale attribuable à l'augmentation de la production qui revêt une grande valeur au détriment des déchets auxquels on attribue une valeur négative. Ce gain sur le plan de l'efficacité est aussi important que tout autre. Dans la branche de la fabrication, il a contribué sensiblement à accroître la productivité.

Selon la mesure conventionnelle, la croissance moyenne de la productivité dans l'ensemble des industries étudiées ici a augmenté de 1981 à 1996 au taux annuel moyen de 0,77 %. Cependant, selon les données révisées de manière à tenir compte de l'augmentation de la production par unité d'émission de gaz à effet de serre, la productivité a augmenté au rythme de 0,90 % par an, ce qui représente une hausse de 17 % par rapport à la mesure courante.

## ***I. Introduction***

La productivité, c'est-à-dire l'efficacité avec laquelle l'économie transforme les intrants en produits, est importante dans la mesure où elle détermine largement les revenus réels. Le niveau de vie au Canada est élevé non seulement parce que les travailleurs disposent de plus d'équipement et de ressources, mais aussi parce que les entreprises canadiennes ont appris à utiliser le travail et d'autres ressources efficacement.

La productivité peut être mesurée de différentes façons : la productivité du travail mesure la production par heure travaillée; la productivité multifactorielle, un indicateur plus général, mesure l'efficacité sur le plan de la production des intrants travail et capital ainsi que d'autres intrants pris dans leur ensemble. Quoi qu'il en soit, la productivité est un indicateur clé du progrès que les entreprises ont accompli en termes d'efficacité technologique et organisationnelle.

Au fil du temps, le taux de croissance de la productivité détermine la rapidité de l'accroissement des revenus réels. Si la disponibilité de biens et services était entièrement limitée par la croissance progressive du travail et du stock de capital, le niveau de vie au Canada serait moins élevé qu'il ne l'est actuellement. Par exemple, de 1961 jusqu'à la fin de 1999, la production agricole canadienne a augmenté à un taux annuel moyen de 3,7 %, alors que les intrants combinés ont diminué (-0,02 % pour l'utilisation du capital et -1,5 % pour l'utilisation du travail). La rapidité des gains de productivité réalisés a fait la différence.

Les mesures de la productivité nous indiquent dans quelle mesure la production augmente plus rapidement que les ressources utilisées dans le processus de production. Habituellement, ces mesures prennent en compte seulement les biens et services commercialisés. Ils ne considèrent pas les polluants qui sont produits conjointement avec les biens qui sont vendus aux consommateurs et producteurs. Cette étude est une première étape pour combler cette carence.

## ***II. Comment la productivité est-elle mesurée actuellement?***

Jusqu'en 1987, Statistique Canada produisait seulement les chiffres sur la productivité du travail, mesurée en termes de production par personne occupée<sup>1</sup>. Plus récemment, l'Agence a reconnu l'importance croissante du travail à temps partiel. De ce fait, elle a adopté l'usage des heures travaillées plutôt que le nombre d'employé(e)s.

La mesure de la productivité du travail reflète non seulement l'évolution de la technologie et la réaffectation du travail aux branches d'activité auxquelles on attribue une valeur plus élevée, mais aussi la variation du capital disponible par heure, laquelle résulte de l'accumulation du capital plutôt que de l'augmentation de l'efficacité du travail. La productivité du travail prend en compte l'efficacité avec lequel un intrant (le travail) est transformé en production. Elle constitue ainsi une mesure partielle de la productivité. D'autres mesures partielles peuvent également être

---

<sup>1</sup> Pour un aperçu du programme de productivité de Statistique Canada, voir Harchaoui et coll. (2002).

construites : la production par unité de capital, la production par unité de matières et la production par unité d'énergie consommée. Chacune de ces mesures rend compte de la mesure avec laquelle le processus de production devient plus efficace en termes de l'usage particulier de cet intrant.

Pour considérer de façon conjointe tous les intrants dans leur ensemble, Statistique Canada a suivi la recommandation des économistes et adopté une mesure plus vaste. Appelée mesure de la productivité multifactorielle, elle reflète l'efficacité avec laquelle sont utilisés les intrants, soit le capital, les matières et le travail. La croissance de la productivité multifactorielle est définie comme la différence entre la croissance de la production et celle des intrants combinés. La croissance de la productivité multifactorielle, représente l'augmentation de la production autre que celle attribuable aux simples augmentations de l'utilisation des intrants. Cette augmentation est attribuable aux progrès technologiques et aux améliorations sur le plan organisationnel.

On a consacré beaucoup de temps et d'énergie à l'amélioration de la méthode et des données utilisées pour calculer ces indicateurs de la productivité. La mesure de l'intrant travail a été modifiée de manière à permettre de faire une distinction entre les catégories de travail dont l'effet sur la productivité diffère en raison de leur niveau de scolarité ou de leur expérience (voir Gu *et coll.*, 2002). La mesure de l'intrant capital a été réexaminée de manière à tenir compte de la composition du capital en différents types d'actifs (voir Harchaoui et Tarkhani, 2002). Enfin, la mesure de la production a été améliorée par la distinction faite entre les améliorations sur le plan de la qualité et les augmentations quantitatives en ce qui a trait à la production de biens et services.

Les mesures conventionnelles de la croissance de la productivité ne tiennent compte que des produits et des intrants dont le prix est déterminé sur les marchés. Ils font abstraction des produits comme les gaz à effet de serre pour lesquels il n'existe pas de prix. Dans le reste du présent document, nous expliquons comment cette omission influe sur la productivité du secteur des entreprises. Nous proposons ensuite un cadre expérimental pour étendre la mesure de la productivité multifactorielle à celle de la productivité multiressources, un indicateur utile pour des considérations de développement durable. Le cadre proposé, analogue au concept de la productivité totale des ressources suggéré récemment par Gollop et Swinand (2001), est tout simplement le cadre conventionnel d'estimation de la productivité multifactorielle rajusté pour tenir compte des effets sur l'environnement des émissions de produits nocifs. Nos résultats, fondés sur les données du secteur des entreprises au Canada pour la période de 1981 à 1996, montrent que faire abstraction des effets sur l'environnement a tendance à introduire un biais à la baisse dans l'estimation de la productivité. Les nouvelles estimations expérimentales présentées dans notre étude sont plus élevées que les estimations conventionnelles qui excluent les émissions de gaz à effet de serre<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Gollop et Swinand (2001) ont obtenu un résultat similaire dans leur étude sur le secteur agricole américain durant la période 1973-1993.

### ***III. Comment le cadre conventionnel d'estimation de la productivité pourra-t-il être élargi?***

#### ***1. Spécification technologique : Produits conjoints ou mono-produits?***

La mesure conventionnelle de la productivité repose sur une description incomplète des procédés industriels. Les industries transforment les intrants en matières premières et en énergie en produits commercialisés. Ces transformations obéissent aux lois physiques, y compris de conservation de la matière et de l'énergie, qui veulent que toutes les matières premières utilisées dans un procédé industriel ressortent sous une forme quelconque. Un ingénieur industriel peut déterminer l'utilisation des matières premières et de l'énergie dans un procédé industriel en indiquant que tous les intrants vont tous quelque part, certains dans le produit et d'autres dans le flux de déchets.

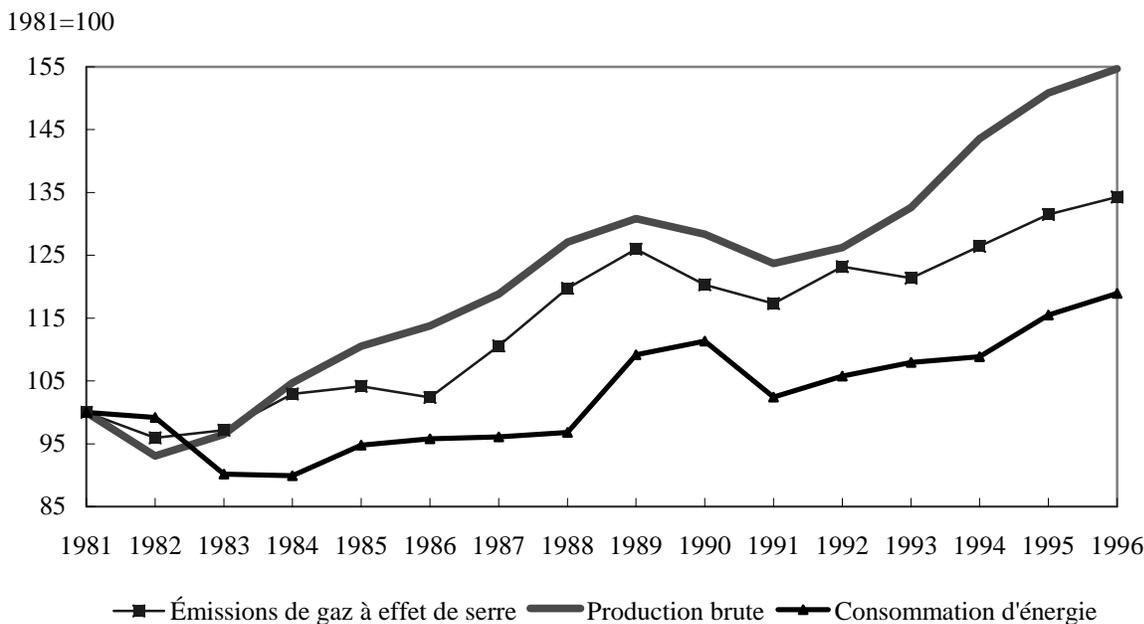
Par exemple, une centrale au charbon de 500 mégawatts typique produit annuellement non seulement 3,5 milliards de kilowatt-heures d'électricité — la « production » mesurée — mais aussi 5 000 tonnes d'oxydes de soufre, 10 000 tonnes d'oxydes d'azote, 500 tonnes de particules, 225 livres d'arsenic, 4,1 livres de cadmium et 114 livres de plomb, ainsi que des quantités infimes d'autres minéraux qui se trouvent dans le charbon. Les 1,5 million de tonnes de charbon brûlées dans l'usine chaque année pour produire de l'énergie se transforment en cendres, émissions et autres déchets, y compris plus d'un million de tonnes de carbone dont pratiquement la totalité sous forme d'émissions de dioxydes de carbone. L'usine produit aussi beaucoup d'énergie résiduelle, généralement dissipée dans de l'eau de refroidissement.

La transformation et la fabrication de biens produit plusieurs centaines de millions de tonnes de déchets et d'effluents qui sont rejetés dans l'environnement. De même, les émissions de gaz à effet de serre dont on fait abstraction ne sont pas négligeables. En 1996, pour une production de près de 480 millions de dollars, le secteur des entreprises au Canada a généré 386 millions de tonnes de gaz à effet de serre<sup>3</sup>. La croissance annuelle moyenne de 2 % de la production de gaz à effet de serre du secteur des entreprises au Canada durant la période de 1981 à 1996 suit de près l'allure de la croissance économique et de la consommation d'énergie qui ont enregistré, respectivement, une augmentation de 3 % et de 1,2 % durant la même période (figure 1).

---

<sup>3</sup> La définition du secteur des entreprises utilisée aux fins du présent document est plus étroite que celle employée traditionnellement pour le programme de mesure de la productivité. Les branches suivantes ont été exclues de la définition habituelle du secteur des entreprises : intermédiaires financiers et services immobiliers, assurances, services aux entreprises, services d'enseignement, services de soins de santé et services sociaux, hébergement et restauration, services de divertissements et loisirs, services personnels et domestiques, autres branches des services.

**Figure 1. Évolution de la croissance des émissions de gaz à effet de serre, de la consommation de l'énergie et de la production**



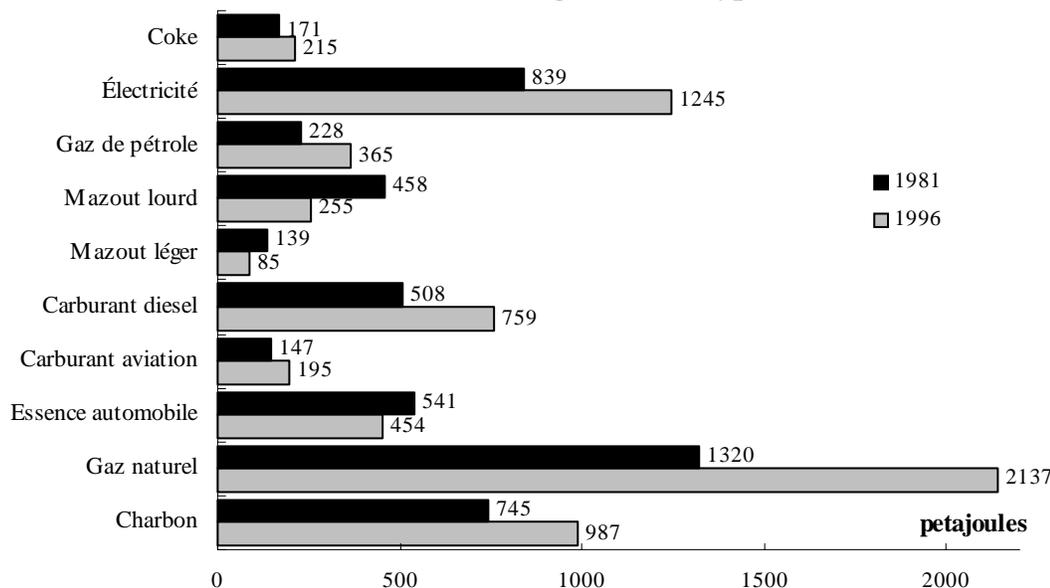
La consommation d'énergie sous forme de combustion de combustibles fossiles contribue le plus aux émissions de gaz à effet de serre au Canada et dans le monde (70,2 % en 1996)<sup>4</sup>. En 1996, les plus importantes sources d'énergie du secteur des entreprises au Canada étaient le gaz naturel (32 %), suivi de l'électricité (19 %) et du carburant diesel (11 %). Au cours des 15 dernières années, le pétrole et le mazout lourd ont été largement remplacés comme source d'énergie par le gaz naturel, principalement en raison d'un certain nombre de facteurs dont la disponibilité, les prix plus avantageux et la possibilité de gains sur le plan de l'efficacité (figure 2). De façon générale, les générateurs au gaz naturel émettent moins d'émissions de gaz à effet de serre que les générateurs à mazout; par conséquent, le remplacement de certaines sources d'énergie par d'autres a entraîné une réduction de l'intensité des émissions dues à la combustion.

À court terme, la variation d'une année à l'autre de la consommation d'énergie et des émissions de dioxyde de carbone tend à être attribuable principalement aux changements météorologiques, aux fluctuations économiques et aux mouvements des prix de l'énergie. À plus long terme, d'autres facteurs influent sur la consommation d'énergie et les émissions, comme les choix des consommateurs d'énergie en matière de carburant et de combustible, d'appareils ménagers et de biens d'équipement (par exemple, véhicules, aéronefs et usines et matériel d'usage industriel). Les changements dans l'efficacité de la consommation d'énergie s'opèrent graduellement car le

<sup>4</sup> Les autres émissions de gaz à effet de serre comprennent le dioxyde de carbone de sources autre que la combustion (procédés industriels, agriculture et incinération), le méthane, l'oxyde nitreux et d'autres gaz. Une majeure partie des émissions de méthane et d'oxyde nitreux sont causées par la décomposition biologique de divers flux de déchets et d'engrais, des émissions fugitives de procédés chimiques, de la production de combustibles fossiles, de l'agriculture et de nombreuses sources plus faibles. Le présent document porte principalement sur les émissions de gaz à effet de serre qui résultent de la consommation d'énergie.

stock de capital qui utilise l'énergie du secteur canadien des entreprises — automobiles et camions, aéronefs, installations de chauffage et de refroidissement dans les entreprises, aciéries, alumineries, cimenteries et raffineries de pétrole — évolue lentement d'une année à l'autre. Les biens d'équipement sont mis au rencart seulement lorsqu'ils commencent à tomber en panne ou deviennent désuets.

**Figure 2. Évolution de la consommation d'énergie selon le type de combustible**



Au cours des 15 dernières années, la consommation d'énergie, comme les émissions, a augmenté relativement lentement, les fluctuations d'une année à l'autre du taux de croissance de la consommation d'énergie étant attribuables principalement aux cycles économiques et la température.

## 2. Émissions de dioxyde de carbone, croissance économique et productivité

À la section précédente, nous avons souligné le lien étroit qui existe entre les émissions CO<sub>2</sub> et la consommation d'énergie. Dans la présente section, nous tâchons de déterminer dans quelle mesure le rapport de l'utilisation de CO<sub>2</sub> à la consommation d'énergie  $\frac{B}{E}$  ( $B$  représente les sous-produits nocifs, soit, dans notre contexte, les émissions de CO<sub>2</sub>), ainsi que l'intensité énergétique de la production  $\frac{E}{Y}$  ( $E, Y$  représentent, respectivement, la consommation d'énergie réelle et la production brute réelle), contribue à l'accroissement du ratio entre les émissions CO<sub>2</sub> et la production  $\frac{B}{Y}$  (voir annexe).

Selon le cadre proposé, la variation de  $\frac{B}{Y}$ , l'intensité de la production en carbone, peut tenir à différents facteurs qui peuvent être regroupés en deux éléments clés, soit  $\frac{B}{E}$  et  $\frac{E}{Y}$ . Le deuxième élément peut être ensuite décomposé en deux sous-éléments, soit l'énergie par unité de tous les intrants combinés  $\frac{E}{Z}$  et le ratio de tous les intrants par unité de production  $\frac{Z}{Y}$ , soit l'inverse de la productivité multifactorielle

$$\frac{B}{Y} = \frac{B}{E} \times \frac{E}{Z} \times \frac{Z}{Y}. \quad (1)$$

Le ratio  $\frac{B}{Y}$  saisit la relation entre les émissions de CO<sub>2</sub> et la croissance économique. Il peut aussi servir à vérifier la validité de la « courbe environnementale de Kuznets » au niveau industriel<sup>5</sup>. La courbe environnementale de Kuznets suggère qu'il existe une relation en U inversé entre divers indicateurs de la dégradation environnementale et le revenu<sup>6</sup>. Elle laisserait donc supposer que la croissance économique peut remédier ultérieurement aux répercussions environnementales des étapes initiales du développement économique et que la croissance mènera à d'autres améliorations sur le plan environnemental. Loin de constituer une menace à l'environnement à long terme, comme l'ont affirmé entre autres Meadows et coll. (1972, 1992) dans *The Limits to Growth* et *Beyond the Limits*, la croissance économique est nécessaire au maintien ou à l'amélioration de la qualité de l'environnement. C'est là une partie essentielle de l'argument en faveur du développement durable avancé dans *Notre avenir à tous* par la WCED (1987). Dans les ouvrages publiés sur la courbe de Kuznets, les chercheurs ont examiné des données empiriques pour évaluer ce dernier point de vue.

Le thème de la courbe environnementale de Kuznets a été repris dans le *Rapport sur le développement dans le monde de 1992* de la Banque mondiale (IBRD 1992). Les auteurs ont signalé que : « Le point de vue selon lequel l'accroissement de l'activité économique est inévitablement néfaste à l'environnement est fondé sur des hypothèses statiques au sujet de la technologie, des goûts et des investissements environnementaux » (p. 38), et qu'« à mesure que les revenus augmentent, la demande d'amélioration de la qualité de l'environnement augmentera également, de même que les ressources financières disponibles » (p.39). D'aucuns se sont montrés encore plus catégoriques : « il y a des preuves manifestes que, si la croissance économique mène généralement à la dégradation de l'environnement aux étapes initiales du processus, en fin de compte le meilleur — et probablement le seul — moyen pour la plupart des pays d'assurer la salubrité de leur environnement est de devenir riches » (Beckerman 1992).

L'équation (1) laisse supposer que l'intensité de la production en carbone  $\frac{B}{Y}$  peut changer à cause d'améliorations sur le plan de la technologie, d'une modification de la composition de la production ou de changements dans l'ensemble des intrants. Il importe de distinguer entre ces deux derniers effets.

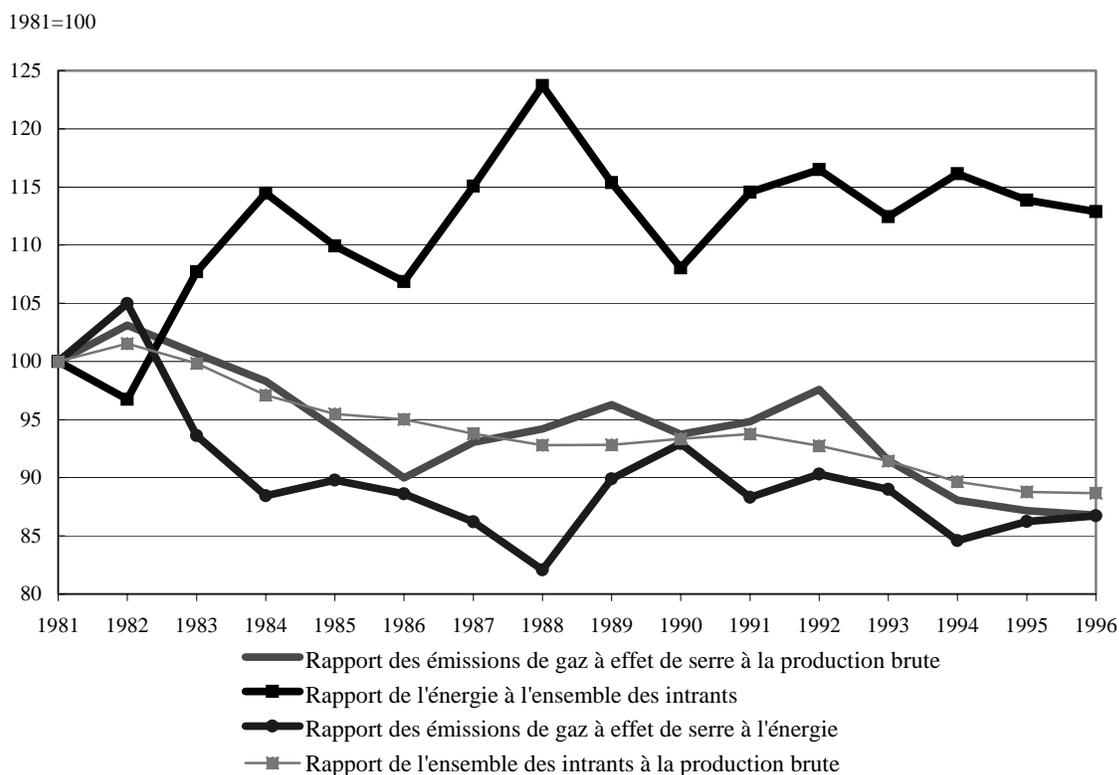
Au cours de la période allant de 1981 à 1996, le rapport  $\frac{B}{Y}$  a diminué en moyenne de 0,9 % par an (l'énergie et la production sont mesurées en prix constants) (figure 3). Le terme  $\frac{B}{E}$ , qui montre les effets de la variation dans la composition des formes d'énergie consommées sur les émissions de carbone, a augmenté au cours de la même période de près de 0,81 % en moyenne. Le deuxième facteur qui peut aider à expliquer l'évolution du ratio  $\frac{B}{Y}$  est l'intensité énergétique de la production  $\frac{E}{Y}$ , qui indique la mesure avec laquelle une entreprise utilise l'énergie efficacement.

<sup>5</sup> Kuznets (1955, 1963) a effectivement examiné la relation entre le degré de l'inégalité du revenu et le niveau du revenu.

<sup>6</sup> On trouvera dans Grossman et Krueger (1995) une étude innovatrice de l'estimation de la courbe environnementale de Kuznets et de ses répercussions à l'échelle mondiale.

La croissance économique peut contribuer en soi à réduire les émissions, notamment par l'entremise de l'évolution de la composition de l'activité économique, par exemple la réorientation de l'activité fondée sur des ressources naturelles vers la fabrication et, subséquemment, vers les services. La croissance économique peut aussi procurer des avantages environnementaux grâce à l'élaboration et à l'adoption d'une nouvelle technologie qui peut améliorer l'efficacité énergétique et aboutir à l'adoption de méthodes de production plus « propres ». Au cours de la même période, les entreprises canadiennes ont enregistré une baisse du rapport de l'énergie à la production  $\frac{E}{Y}$  de 1,74 % en moyenne. Cette tendance à la baisse est attribuable à la plus faible intensité énergétique de tous les intrants  $\frac{E}{Z}$  (-0,95 %) et à la plus faible intensité des intrants en termes de la production des intrants au  $\frac{Z}{Y}$ , soit l'inverse de la productivité multifactorielle (-0,80 %).

**Figure 3. Intensité en carbone de la production et ses sources de croissance**



Nota : L'intensité en carbone est le rapport des émissions de gaz à effet de serre à la production réelle

## ***IV. Mesurer la croissance de la productivité multifactorielle en présence d'un sous-produit nocif***

### ***1. Cadre***

Le cadre conventionnel d'estimation de la productivité qui est utilisé pour mesurer la productivité du secteur des entreprises fait abstraction de toute une catégorie de produits moins désirables, soit ceux qui sont des nuisances pour la société et, par conséquent, invendables. On obtient alors un indicateur incomplet de l'efficacité.

Dans la présente section, nous tâchons de tenir compte des émissions de gaz à effet de serre dans le cadre conventionnel de la croissance de la productivité multifactorielle PMF établie comme suit :

$$\frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} - \left[ s_K \frac{\dot{K}(t)}{K(t)} + s_L \frac{\dot{L}(t)}{L(t)} + s_E \frac{\dot{E}(t)}{E(t)} + s_M \frac{\dot{M}(t)}{M(t)} + s_S \frac{\dot{S}(t)}{S(t)} \right], \quad (2)$$

où  $Y(t)$ ,  $K(t)$ ,  $L(t)$ ,  $M(t)$ ,  $E(t)$  et  $S(t)$  représentent, respectivement, les intrants, capital, travail, matières, énergie et services. Le symbole «  $\dot{\cdot}$  » sur chaque variable représente les taux de variation au fil du temps. En d'autres termes, la variation du taux de productivité est définie comme étant la différence entre le taux de croissance de l'indice de la production et le taux de croissance de l'indice des intrants. L'indice des intrants est établi en pondérant chaque intrant par la variation proportionnelle de la production qui résulte d'un petit changement dans l'intrant seul (techniquement, l'élasticité de la production). Ces facteurs de pondération sont représentés par  $s_i$  ( $i = K, L, E, M, S$ ). Dans des conditions de concurrence parfaite sur les marchés des intrants et les marchés des produits et de rendements d'échelle constants, ces facteurs de pondération sont égaux aux parts des coûts totaux attribuables aux intrants individuels et, par conséquent, leur somme est égale à l'unité.

La méthode conventionnelle utilisée pour établir l'indice de la productivité multifactorielle peut être étendue d'une manière simple pour tenir compte des dommages causés à l'environnement par les émissions de gaz à effet de serre. Puisque les émissions sont des produits joints des procédés industriels, on peut les inclure dans l'indice des produits en leur appliquant un facteur de pondération en fonction de leurs coûts marginaux.

On peut intégrer les résidus environnementaux au cadre en définissant la production totale,  $Q$ , comme étant l'agrégat des produits commercialisés,  $Y$ , et des émissions,  $B$ . La production totale affiche un taux de croissance égal à :

$$\frac{\dot{Q}(t)}{Q(t)} = s_Y \frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} + s_B \frac{\dot{B}(t)}{B(t)}. \quad (3)$$

Selon cette formule, le taux de variation de la production totale est égal à la moyenne pondérée de la croissance de la production et de la croissance des émissions. Les facteurs de pondération sont égaux aux parts de la production et des émissions dans la valeur totale de la production. Bien entendu, comme les émissions sont nocives, elles ont une valeur négative au lieu de positive; on peut donc s'attendre à des prix fictifs négatifs. Sur le plan qualitatif, leur incidence sur la productivité est la même que celle des coûts des intrants.

Si l'on définit  $PMF'$  comme étant l'indice de productivité pour la fonction de production conjointe,  $Q$ , alors le taux de croissance de  $PMF'$  est :

$$s_Y \frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} + s_B \frac{\dot{B}(t)}{B(t)} - \left[ s_K \frac{\dot{K}(t)}{K(t)} + s_L \frac{\dot{L}(t)}{L(t)} + s_E \frac{\dot{E}(t)}{E(t)} + s_M \frac{\dot{M}(t)}{M(t)} + s_S \frac{\dot{S}(t)}{S(t)} \right]. \quad (4)$$

Lorsqu'on compare les équations (2) et (4), on obtient :

$$PMF + s_B \left[ \frac{\dot{B}(t)}{B(t)} - \frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} \right] \quad (5)$$

où :

$s_B$  = le poids des émissions dans la production totale;

$\dot{B}$  = la variation des émissions;

$B$  = le niveau des émissions;

$\dot{Y}$  = la variation de la production commercialisée;

$Y$  = le niveau de la production commercialisée.

L'équation (5) ressemble à la mesure de la productivité totale des ressources proposée par Gollop et Swinand (2001). Cette mesure est égale à la croissance de la production commercialisable dans une branche d'activité, moins la croissance des intrants pondérés en fonction de leur part des coûts (capital, travail et matières), plus la croissance pondérée de la qualité environnementale du produit. De même, notre cadre montre comment la mesure conventionnelle de la productivité (2) et la mesure proposée rajustée pour tenir compte des effets environnementaux (5) sont reliées. Comme  $s_B$  est négatif, si les émissions augmentent plus lentement que la production, le nouvel indice de la productivité augmentera plus rapidement que l'indice conventionnel. En outre, si la production augmente ou demeure constante, toute baisse des émissions aboutira à un taux de croissance de la productivité plus rapide que celui mesuré par l'indice conventionnel. Si les émissions augmentent plus rapidement que les produits commercialisés, toutefois, l'indice conventionnel surestimera le taux de croissance de la productivité.

Ainsi, la méthode révisée tient compte d'une source de croissance de la productivité qui échappe à la méthode conventionnelle : une croissance plus rapide de la valeur de la production totale attribuable à l'augmentation des produits commercialisables qui revêtent une grande valeur et à la diminution des déchets auxquels on attribue une valeur négative. Sans aucun doute, il s'agit

d'un gain sur le plan de l'efficacité aussi valide et peut-être important que tout autre. Dans certaines branches d'activité, comme nous le montrons dans les sections qui suivent, il a contribué de façon importante à améliorer la productivité.

## 2. Questions de mesure

Pour calculer la nouvelle mesure de la productivité, il faut estimer  $s_B$ , la part des émissions dans la production brute totale. Pour calculer cette part, il faut estimer le prix implicite des émissions. Ceci est calculé ici comme la dérivée du coût total privé de production par rapport aux émissions. La spécification qui suit de la fonction de coût a été estimée :  $G(Y, B, w, D, t)$  est un coût total privé, où  $Y$  est le produit;  $B$  est le sous-produit nocif ou les émissions;  $w$  est un vecteur des prix des intrants (travail,  $L$ ; capital,  $K$ ; énergie,  $E$ ; matières et services,  $M$ );  $D$  est un vecteur de variables binaires qui correspondent aux effets fixes pour chaque branche d'activité, et  $t$  est une tendance. Pour que cette fonction de coût soit cohérente avec le cadre conventionnel de la productivité, l'hypothèse de rendements constants a été imposée sur la procédure d'estimation.<sup>7</sup>

La variable  $B$  est incluse dans la fonction de coût parce que les sous-produits nocifs sont produits conjointement avec  $Y$ , ou, inversement, l'environnement est utilisé comme intrant par les producteurs lorsqu'ils libèrent des émissions dans l'atmosphère. La production des sous-produits nocifs permet de produire davantage de produits vendables ou non nocifs  $Y$  au moyen d'une combinaison donnée d'intrants achetés ou, comme autre possibilité, l'utilisation des émissions comme intrant permet de produire un volume donné de  $Y$  avec d'intrants achetés à un coût moindre.

Les variables fictives propres aux producteurs  $s_B$  associées aux sous-produits nocifs, c.-à-d. les économies au titre des coûts (des intrants) résultant du fait de permettre des émissions, peuvent être mesurées par les effets sur le plan des coûts  $\frac{\partial \ln TC}{\partial \ln B} = s_B$  ( $TC$  indique le coût total privé de production). Ces valeurs fictives des émissions de gaz à effet de serre, mesurées par les effets sur le plan du coût  $\frac{\partial \ln TC}{\partial \ln B} = s_B$ , reflètent le montant marginal que le producteur supporte à mesure qu'il réduit  $B$ . Nous anticipons que  $s_B < 0$ . Dans notre cadre,  $s_B$  devrait donc être interprété comme la valeur privée des producteurs, puisqu'il représente le montant par lequel les dépenses au titre des intrants devraient être augmentées (à un niveau donné de production) pour réduire les émissions nocives pour l'environnement.

Nous avons mesuré les valeurs fictives des émissions de gaz à effet de serre et leur lien avec la demande d'autres intrants et d'autres composantes de la structure de production en nous fondant sur l'estimation d'une spécification translog de  $G(Y, B, w, D, t)$ . Nous avons effectué cette estimation en utilisant une base de données en panel produite par les programmes de la productivité et de l'environnement de Statistique Canada. Cette base de données riche, qui renferme de l'information sur les intrants et extrants sur 37 branches d'activité pour la période

---

<sup>7</sup> Dans une étude reliée à celle-ci (voir Harchaoui et Lasserre, 2002), cette hypothèse n'a pas été imposée et l'impact de la prise en compte des gaz à effet de serre sur les estimations de la productivité a été légèrement plus élevé (21% comparativement à 17% tel qu'énoncé dans la présente étude).

1981-1996, couvre le secteur primaire, le secteur de la fabrication, le secteur des services non-financiers et les branches de services publics. Nous avons également construit les estimations pour ces secteurs prise dans leur ensemble par agrégation des données des industries en utilisant les parts des industries en termes de production pour refléter la composition industrielle et son changement au cours du temps.

### 3. Résultats

Les résultats, indiqués dans le tableau 1, montrent qu'il est important de prendre en compte les polluants (tout au moins les CO<sub>2</sub>). Le facteur de correction,  $s_B \left[ \frac{\dot{B}(t)}{B(t)} - \frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} \right]$ , n'est pas négligeable.

Ce facteur comprend l'effet-prix et l'effet-quantité, qui peuvent ou non aller dans la même direction. On s'attend à ce l'effet-prix  $s_B$  soit négatif. Dans le cas de quatre des cinq grands secteurs examinés aux fins de la présente étude (industries primaires, fabrication, transports, services publics et autres branches d'activité), qui représentent l'essentiel des émissions de gaz à effet de serre, le prix implicite de ces émissions, tel qu'attendu, est négatif, bien qu'il ne soit pas significatif dans le cas des secteurs des transports et de la fabrication. Le secteur des services publics, autre producteur important d'émissions de gaz à effet de serre, est le seul qui affiche un prix implicite positif et significatif<sup>8</sup>. L'estimation du prix implicite de -0,14 établi pour le secteur des entreprises comme moyenne pondérée des différentes branches est aussi statistiquement significatif (au niveau de 5 %). Le secteur primaire affiche la valeur la plus élevée (en termes absolus) du prix implicite (-0,89 est significatif à un niveau inférieur à 1 %), suivi de loin par un groupe d'autres branches d'activité composées de l'industrie de la construction, des branches du commerce, des communications et de l'entreposage (-0,03 est significatif au niveau de 5 %).

**Tableau 1 : Productivité avec et sans sous-produits nocifs, de 1981 à 1996**

	$\dot{Y}$	$s_Y$	statistique t pour $s_Y$	$\dot{B}$	$s_B$	statistique t pour $s_B$	$PMF$	$PMF'$
Secteur primaire	2,61	1,13	7,70	2,70	-0,89	3,44	1,60	1,52
Fabrication	3,22	0,99	16,01	0,23	-0,03	1,39	0,68	0,78
Transports	2,75	0,97	7,89	3,82	-0,03	0,73	1,13	1,10
Services publics	2,66	0,94	9,15	2,10	0,17	5,32	0,11	0,01
Autre	2,71	1,06	21,77	1,70	-0,03	1,93	0,55	0,57
<b>Secteur des entreprises</b>	<b>2,95</b>	<b>1,03</b>	<b>16,01</b>	<b>1,98</b>	<b>-0,14</b>	<b>2,80</b>	<b>0,77</b>	<b>0,90</b>

Nota :  $\dot{Y}$  = le taux de croissance annuel moyen des produits non nocifs;  $\dot{B}$  = le taux de croissance annuel moyen des sous-produits nocifs;  $s_Y$  et  $s_B$  représentent, respectivement, les prix fictifs des produits non nocifs et des sous-produits nocifs calculés par estimation de la fonction de coût à long terme;  $PMF$  = le taux de croissance de la productivité multifactorielle selon le cadre conventionnel (fondée seulement sur les produits non nocifs);  $PMF'$  = le taux de croissance de la productivité multifactorielle selon le cadre de rechange (fondée sur les produits non nocifs et les sous-produits nocifs). Ces estimations sectorielles sont obtenues par agrégation des estimations de 37 branches d'activité en utilisant l'indice en chaîne de Fisher où les pondérations sont définies en termes de production brute nominale.

<sup>8</sup> Cette aberration s'explique probablement par le fait que le secteur des services publics est réglementé, caractéristique dont ne tient pas compte notre fonction de coût actuelle. Toutefois, l'exclusion du secteur des services publics de notre base de données ne modifie pas nos estimations agrégées de productivité de façon significative.

L'effet quantité  $\left[ \frac{\dot{B}(t)}{B(t)} - \frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} \right]$ , mesuré par l'écart entre le taux de croissance annuelle moyen des produits non nocifs et des sous-produits nocifs durant la période de 1981 à 1996, peut être soit positif, soit négatif. L'écart de -0,98 point affiché par le secteur des entreprises est attribuable principalement au secteur de la fabrication (-2,98 points), suivi des autres branches d'activité (-1,06 point) et des services publics (-0,56 point). Par contre, l'industrie des transports et le secteur primaire sont les seuls secteurs qui affichent un effet positif sur les quantités (de 1,07 et de 0,09 point, respectivement).

La combinaison d'effets négatifs sur les prix et sur les quantités pour un secteur peut avoir des répercussions positives sur la croissance de la productivité. C'est le cas tout particulièrement du secteur de la fabrication (et, dans une moindre mesure, d'autres branches d'activité) où le taux de croissance annuel moyen de la productivité multifactorielle au cours de la période 1981 à 1996 est maintenant de 0,78 %, comparativement à 0,68 % selon le cadre conventionnel, une hausse de 15 %. Dans d'autres cas où l'effet-quantité est positif, comme celui du secteur primaire, le taux moyen de croissance de la productivité a chuté — 1,52 %, soit une baisse par rapport au taux de 1,60 % lorsque les émissions de gaz à effet de serre sont exclues. Dans l'ensemble, toutefois, nos résultats montrent que le fait de ne pas prendre en compte les émissions donne lieu à une sous-estimation de la productivité du secteur des entreprises de 0,13 point pour la période de 1981 à 1996, une différence de 17 %.

Bien qu'elle soit fondée sur une approche différente appliquée à un problème environnemental différent, notre conclusion est semblable à celle de Gollop et Swinand (2001). Selon leurs résultats, la productivité totale des ressources a augmenté plus rapidement que la mesure conventionnelle de productivité totale des facteurs au cours de toutes les périodes sauf celle allant de 1972 à 1979. Selon Gollop et Swinand (2001), la croissance rapide de la productivité totale des ressources est attribuable à la diminution de la pollution de l'eau résultant de l'utilisation de pesticides depuis 1979. Ce résultat est assez semblable à notre conclusion selon laquelle il existe un écart négatif entre le taux de croissance des sous-produits nocifs et celui des produits non nocifs.

## ***V. Conclusion***

Cette étude a montré que les polluants peuvent être pris en compte dans les indicateurs de performance de productivité moyennant des changements mineurs au cadre conventionnel de la productivité multifactorielle. Pour en arriver là, plusieurs obstacles ont dû être surmontés.

Le premier défi est celui d'obtenir des prix implicites acceptables, fiables qui peuvent être associés aux émissions. Les déchets rejetés dans l'environnement, contrairement aux produits commercialisés, ne sont pas échangés sur le marché et, par conséquent, n'ont pas de valeur marchande. Comme l'a fait remarquer Schelling (1992), « les pires choses dans la vie sont gratuites ».

Incontestablement, le fait que les émissions n'aient pas de valeur marchande rend plus difficile — mais non impossible — d'estimer leur coût différentiel pour l'économie. Mais

comme nous l'avons montré dans cette étude, ceci n'est pas impossible. Quoiqu'il en soit, on doit reconnaître que les estimations rapportées ici ne sont que des estimations. Elles découlent de l'estimation d'une fonction de coût qui rarement rend compte de l'ensemble de la complexité du processus industriel. La validité de ces estimations dépend aussi des autres facteurs, tels la fiabilité des techniques statistiques et de la précision des données utilisées. Bien que nous ayons employé les meilleures données disponibles et les techniques les plus au point, nous ne pouvons affirmer de façon définitive que les estimations des prix fictifs sont aussi précises que nous l'aurions souhaité.

Le second défi qui empêche d'avoir des comptes de productivité plus complet est le développement d'une base de données complète sur les polluants en utilisant le cadre des tableaux entrées-sorties. Pour établir et tenir à jour des données révisées sur la croissance de la productivité, il faut disposer d'une base d'information adéquate. Statistique Canada a fait d'énormes progrès pour ce qui est d'élaborer des bases de données environnementales, de les utiliser aux fins d'analyse économique et de les mettre à la disposition du public. La présente étude constitue un premier pas dans l'utilisation d'une méthode expérimentale pour prendre en compte l'incidence des émissions de gaz à effet de serre sur la croissance de la productivité. Accessoirement, il établit le prix fictif de ces émissions, qui montre le coût privé supporté par les entreprises à mesure qu'elles ont réduit les émissions de CO<sub>2</sub>. Des estimations crédibles des prix environnementaux implicites peuvent être utiles non seulement pour mesurer la productivité, mais pour établir des priorités aux fins de politiques environnementales et de l'analyse des règlements ainsi qu'à d'autres fins.

Les entreprises s'intéressent vivement aux données sur leur productivité, et celles qui mènent des activités dans des secteurs sensibles à l'environnement cherchent des mesures de performance et des indicateurs susceptibles de refléter adéquatement leurs progrès vers l'éco-efficacité. La méthode exposée ici peut être facilement adaptée à cette fin. Elle permet de mesurer les gains d'efficacité attribuables à l'utilisation des intrants conventionnels, soit le capital et le travail, ainsi que les matières premières et les intrants intermédiaires. En outre, elle permet de mesurer les progrès réalisés sur le plan de la réduction des émissions et des effluents. Il faudrait établir des estimations des coûts liés aux dommages à l'environnement pour les différents sites des entreprises et selon la composition des flux de déchets de chacune. Les gestionnaires de l'environnement disposeraient alors de renseignements utiles aux fins de l'établissement des priorités. Les entreprises dont les pratiques sont respectueuses de l'environnement et qui entreprennent de faire le suivi de leurs propres améliorations sur le plan de la productivité au moyen de cette méthode de base seront mieux en mesure d'intégrer leurs pratiques de gestion de l'environnement et leurs pratiques de gestion des activités.

## Annexe

### Production par unité de gaz à effet de serre, taux de croissance annuel moyen (pourcentage)

	1981-1996	1981-1988	1988-1996
Agricoles et de services connexes	3,2	-0,9	6,9
Pêche et du piégeage	1,7	5,2	-1,3
Exploitation forestière et foresterie	0,3	2,8	-1,9
Mines	2,3	4,1	0,7
Pétrole brut et du gaz naturel	-0,5	-3,3	2,1
Carrières et sablières	2,0	8,9	-3,6
Services miniers	6,0	3,8	8,0
Aliments	1,0	0,7	1,3
Boissons	4,0	5,6	2,7
Tabac	1,3	0,7	1,8
Produits en caoutchouc	6,2	3,0	9,1
Produits en matière plastique	3,2	1,0	5,1
Cuir et des produits connexes	0,6	-1,2	2,1
Textiles de première transformation	4,7	7,8	2,1
Produits textiles	-1,0	-5,6	3,3
Habillement	3,7	-2,4	9,4
Bois	0,9	5,0	-2,6
Meuble et articles d'ameublement	0,1	-3,4	3,3
Papier et produits connexes	2,7	7,6	-1,4
Imprimerie, édition et connexes	-2,1	-4,6	0,2
Première transformation des métaux	2,8	2,7	2,9
Fabrication des produits métalliques	-0,4	-2,5	1,5
Machinerie (sauf électrique)	1,8	-1,9	5,1
Matériel de transport	4,3	2,7	5,7
Produits électriques et électroniques	11,7	8,1	14,9
Produits minéraux non métalliques	-0,2	2,0	-2,0
Produits raffinés du pétrole et du charbon	-1,4	-1,9	-1,0
Chimiques	2,0	1,4	2,5
Autres activités de fabrication	2,7	-2,3	7,3
Construction	1,0	4,8	-2,2
Transport	-0,0	0,9	-0,8
Transport par pipelines	-1,8	-1,4	-2,2
Entreposage et de l'emmagasinage	2,9	-4,1	9,5
Communications	-0,7	5,6	-5,9
Autres de services publics	0,6	-0,9	1,8
Commerce de gros	2,1	7,7	-2,7
Commerce de détail	1,6	4,9	-1,2
Finances et services immobilières	0,8	-0,3	1,8
Assurances	4,8	10,2	0,3
Services aux entreprises	5,0	2,6	7,1
Services d'enseignement	2,7	-3,3	8,3
Services de soins de santé et des services sociaux	3,4	3,7	3,1
Hébergement et de la restauration	5,2	5,0	5,5
Services de divertissements et loisirs	-2,2	3,5	-7,0
Services personnels et domestiques	5,1	5,0	5,1
Autres services	0,4	1,7	-0,8
<b>Secteur commercial (moyenne pondérée)</b>	<b>1,9</b>	<b>2,3</b>	<b>2,0</b>

## ***Bibliographie***

Beckerman, W. 1992. « Economic Growth and the Environment: Whose Growth? Whose Environment? » *World Development* 20: 481-96.

Gollop, F. et G. Swinand. 2001. « Total Resource Productivity: Accounting for Changing Environmental Quality, » in E. Dean, M. Harper and C. Hulten, (eds.); *New Directions in Productivity Analysis*, Conference on Research in Income and Wealth.

Grossman, G.M. et A.B. Krueger 1995. « Economic Growth and the Environment. » *Quarterly Journal of Economics* 112: 353-378.

Gu, W., M Kaci, J.-P. Maynard et M-A. Sillamaa. 2002 « *Changement de la composition de la population active canadienne et son influence sur la croissance de la productivité* », dans Baldwin, J.R. et T .M. Harchaoui: *Croissance de la productivité au Canada*, Statistique Canada, N°. 15-204-XPF au catalogue. À paraître.

Harchaoui, T.M. et P. Lasserre. 2002. « L'impact des émissions de gaz à effet de serre sur la croissance de la productivité au Canada, 1981-1996, une approche expérimentale. » *Analyse économique Document de recherche N°. 9*. Ottawa: Statistique Canada.

Harchaoui, T.M., M. Kaci et J.-P. Maynard. 2001. « Le programme de productivité de Statistique Canada : Concepts et méthodes, dans Baldwin, J.R. et coll.: *Croissance de la productivité au Canada*, pp. 149-185, Statistique Canada, N°. 15-204-XPF au catalogue.

Harchaoui, T.M. et F. Tarkhani.2002; « Révision complète de la méthode d'estimation du facteur capital pour le Programme de la productivité multifactorielle de Statistique Canada. » dans Baldwin, J.R. et T .M. Harchaoui: *Croissance de la productivité au Canada*, Statistique Canada, N°. 15-204-XPF au catalogue. À paraître.

IBRD, *World Development Report 1992: Development and the Environment* New York, Oxford University Press, 1992.

Kuznets, S. 1955. « Economic Growth and Income Inequality. » *American Economic Review* 49: 1-28.

Kuznets, S. 1963. « Quantitative Aspects of the Economic Growth of Nations, VIII: The Distribution of Income by Size. » *Economic Development and Cultural Change*: 11, 1-92.

Meadows, D.H., D.L. Meadows, J. Randers 1992; *Beyond the Limits: Global Collapse or a Sustainable Future*, Earthscan, London.

Meadows, D.H., D.L. Meadows, J. Randers, et W. Behrens (1972); *The Limits to Growth*, Universe Books, New York.

Schelling, T.C. (1992). « Some Economics of Global Warming. » *American Economic Review* 82: 1-14.

WCED (1987). *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford.