

Ébauche. Ne pas citer

Utilisation de l'eau, prix fictifs et productivité du secteur canadien des entreprises*

Par

Kaïs Dachraoui
dachkai@statcan.ca

et

Tarek M. Harchaoui
harctar@statcan.ca

Division de l'analyse microéconomique
Statistique Canada

Première ébauche : août 2002
Ébauche courante : Mars 2003

* Une version antérieure du présent document a été présentée à l'assemblée de 2002 de *La société canadienne de science économique*, à Aylmer et à l'atelier sur la productivité tenu à Ottawa en novembre 2002. Nous remercions John Baldwin, Mel Fuss, Erwin Diewert et deux examinateurs anonymes de leurs commentaires. Nous remercions aussi Tom Blais et Dave Leblanc de leurs éclaircissements utiles sur le traitement de l'eau dans les tableaux d'entrées-sorties du Canada. Les avis de non-responsabilité habituels s'appliquent.

Résumé : Ce document développe un cadre de la mesure de la production qui tient compte de l'auto-provisionnement en eau, un facteur « naturel » dont le prix n'est pas établi. On utilise par la suite ce cadre pour estimer les prix fictifs correspondants de l'eau et pour déterminer dans quelle mesure cette ressource a des répercussions sur la productivité multifactorielle du secteur des entreprises au Canada. Même en tenant compte de l'approvisionnement en eau, la croissance agrégée de la productivité multifactorielle du secteur des entreprises demeure à peu près inchangée au cours de la période de 1981 à 1996, mais la performance en matière de productivité des branches qui sont les plus grandes utilisatrices de cette ressource a augmenté de 0,7 point de pourcentage en moyenne. Le prix fictif de l'approvisionnement en eau s'est chiffré à 0,73 \$ le mètre cube et a varié de façon significative selon la branche d'activité, reflétant ainsi des différences entre les branches d'activité quant à la volonté de payer. Même si la recirculation de l'eau, une forme de recyclage, ne semble pas modifier de façon significative la plupart de ces résultats, elle entraîne une réduction du prix fictif à 0,55 \$ le mètre cube et en améliore la fiabilité, particulièrement dans le cas des branches d'activité qui sont les plus grandes consommatrices d'eau. On a déterminé que l'eau constitue un substitut des intrants capital et travail, ce qui laisse supposer qu'un nombre plus important de ces intrants sont nécessaires pour réaliser des économies du point de vue de la consommation d'eau.

I. Introduction

La croissance économique, le réchauffement planétaire et la compression des budgets de réglementation sont des facteurs qui suscitent tous une inquiétude croissante en ce qui concerne la consommation d'eau au Canada. L'eau joue un rôle important dans les procédés de production des entreprises canadiennes (refroidissement, production de vapeur sous haute pression, désinfection, intrant direct dans la fabrication de la bière et évacuation des déchets), mais les auteurs de nombreux articles économiques soutiennent qu'elle est utilisée inefficacement (voir Renzetti et Dupont, 1995). Les causes de l'utilisation inefficace de l'eau sont multiples, mais liées en grande partie à l'établissement incorrect du prix de l'eau en tant que ressource. La plupart des entreprises payent un prix quasi nul (ou un prix minimal très faible) pour l'eau qu'elles consomment à titre d'intrant. Il en est ainsi des entreprises qui achètent leur eau aux services municipaux de distribution d'eau et, particulièrement, de celles qui s'autoapprovisionnent en eau (c.-à-d. celles qui puisent directement l'eau d'une source superficielle ou souterraine), l'autoapprovisionnement étant la source principale de prélèvement d'eau au Canada.

L'effet du prélèvement d'eau sur la productivité des entreprises est une question importante pour les décideurs et les analystes de la productivité qui s'intéressent au développement durable. Cependant, il est difficile de procéder à une évaluation détaillée, car le prix payé pour l'eau est soit nul, soit nettement inférieur au coût de renonciation. Comme la consommation d'eau ne fait pas moins jouer des coûts de renonciation réels que la consommation de travail, de capital ou de matières premières, la mesure type de la croissance de la productivité multifactorielle peut être considérée comme un baromètre incomplet du succès avec lequel la société répartit ses ressources rares. L'argument en faveur de l'élargissement du concept de productivité multifactorielle pour passer à la productivité multiressources est évident. En fin de compte, l'évaluation du développement durable l'exige.

Dans le présent article, nous élaborons une approche en vue de calculer le prix fictif de l'eau en tant qu'intrant dans un procédé de fabrication qui aboutit à un produit de valeur pour la société (qui est vendu sur le marché). La contribution de l'étude relève de l'école de Solow, en ce sens qu'elle s'appuie sur la théorie économique pour inférer, d'après des données statistiques, l'information qui, autrement, ferait défaut. Le prix fictif est défini comme étant le montant marginal que les producteurs seraient prêts à payer pour avoir la capacité d'utiliser l'eau comme intrant gratuit. Par conséquent, on peut évaluer la grandeur de ces avantages économiques en estimant les coûts privés qui seraient subis si

on réduisait le prélèvement d'eau en tant qu'intrant gratuit pour un niveau donné de production.

Bien que le prélèvement d'eau soit répandu dans toutes les branches d'activité du secteur canadien des entreprises, les études visant à estimer son prix fictif sont étonnamment rares. Par contre, on a analysé de façon exhaustive le rôle d'autres intrants naturels, comme les réserves minérales, dans la productivité des entreprises minières [voir Diaz et Harchaoui (1997) ainsi que les références mentionnées dans ce document]. Jusqu'à présent, les travaux limités portant sur la demande industrielle d'eau ont visé à estimer l'élasticité-prix de la demande d'eau et d'établir la relation entre l'eau et les autres intrants [voir Renzetti et Dupont (1995) pour une revue de la littérature sur l'eau].

Malheureusement, les auteurs de ces travaux n'ont pas accordé suffisamment d'attention aux problèmes que peut poser l'utilisation des prix existants de l'eau. Les prix de l'eau facturés aux entreprises sont inférieurs au coût de renonciation des ressources requises pour fournir les ressources hydriques. Par conséquent, la demande de sources d'eau est plus élevée qu'il n'est socialement nécessaire. D'autres articles publiés, représentés le mieux par Renzetti (1992) et par Dupont et Renzetti (1999), décrivent l'établissement du prix fictif de l'eau consommée par le secteur canadien de la fabrication de 1981 à 1991. Bien que ces travaux représentent l'une des rares tentatives en vue d'établir la valeur privée du prélèvement d'eau comme intrant « gratuit », la méthodologie appliquée impose des hypothèses restrictives concernant la technologie utilisée par les entreprises¹.

Le présent article étoffe de plusieurs façons la littérature existante sur la consommation industrielle d'eau au Canada.

Premièrement, nous couvrons la plupart des branches d'activité du secteur canadien des entreprises durant la période allant de 1981 à 1996, y compris certaines branches de la fabrication qui sont de grandes consommatrices d'eau, comme celles du papier, de la première transformation des métaux, des produits raffinés du pétrole et du

¹ Pour calculer le prix fictif de l'eau, Renzetti (1992) et Dupont et Renzetti (1995) considèrent uniquement les dépenses occasionnées par les activités liées au prélèvement, comme le dégrillage et le traitement, qui sont des dépenses opérationnelles et de maintenance à l'usine. Par conséquent, ils supposent que la technologie sous-jacente à la consommation d'eau est indépendante de celle qui sous-tend la production. Comme cela deviendra évident plus loin, notre cadre de travail empirique n'impose pas cette hypothèse.

charbon et des produits chimiques. D'autres branches d'activité n'appartenant pas au secteur de la fabrication, comme celles des services publics et de l'agriculture, qui représentent le gros du prélèvement d'eau au Canada, sont également visées par l'étude.

Deuxièmement, nous nous concentrons sur le prélèvement d'eau par autoapprovisionnement, qui représente 96 % du prélèvement d'eau au Canada, le reste étant fourni par les services publics. Les branches d'activité autoapprovisionnées captent directement l'eau dans les rivières, les lacs et les nappes souterraines, au lieu de dépendre des services municipaux de distribution d'eau. Du point de vue des politiques publiques, cette source d'eau est plus intéressante, car aucun montant n'est facturé pour le service rendu. Par contre, l'eau fournie par les municipalités est vendue à un prix donné par mètre cube dont il est déjà tenu compte dans les dépenses intermédiaires de notre base de données.

Troisièmement, nous utilisons un cadre de travail unifié pour estimer le prix fictif privé du prélèvement d'eau et ses liens à la demande d'intrants fabriqués et aux produits. L'estimation du prix fictif dépend à la fois des possibilités de substitution des technologies et du comportement de la demande d'intrants et de l'offre de produits qui sous-tendent les procédés de production de la branche d'activité. Nous examinons aussi comment l'introduction de la recirculation de l'eau, c'est-à-dire une forme de recyclage, dans ce cadre d'analyse influence le prix fictif de l'eau.

Quatrièmement, en plus d'estimer les élasticités de substitution entre l'eau et les intrants fabriqués, ainsi que les économies d'échelle, nous calculons une mesure de la croissance de la productivité multifactorielle qui tient compte du prélèvement d'eau. La mesure du prix fictif de l'eau et de son effet sur la performance économique des entreprises laisse entendre qu'il est grand temps d'examiner ces liens éventuels.

La présentation de l'article est la suivante. À la section II, nous donnons les spécifications et l'estimation de notre modèle économétrique, tandis qu'à la section III, nous discutons des données et fournissons des renseignements contextuels sur le prélèvement d'eau par les entreprises canadiennes. À la section IV, nous présentons les résultats empiriques et évaluons leur robustesse à l'introduction de la recirculation de l'eau, une sorte de recyclage, dans le cadre d'analyse. Enfin, à la section V nous présentons nos conclusions.

II. Cadre analytique

Les branches d'activité autoapprovisionnées utilisent l'eau comme un intrant naturel gratuit dans leur procédé de production (voir Pearse et

coll., 1985). Pour refléter la disposition des branches d'activité à payer pour l'eau qu'elles consomment, il est intéressant de commencer par caractériser la structure de coût des diverses branches d'activité, c'est-à-dire une représentation de la façon dont les intrants fabriqués et le prélèvement d'eau sans prix établi sont utilisés dans le procédé de production.

La fonction de coût total prend la forme générale $G(Y, w, W, D, t)$, où Y est le bien produit, w est le vecteur des prix nominaux des intrants conventionnels (travail, L ; capital, K ; intrants intermédiaires, U), W est la quantité d'eau prélevée, D est un vecteur de variables binaires correspondant aux effets fixes pour chaque branche d'activité et t est une tendance temporelle. La fonction de coût total mesure les dépenses engagées par une branche d'activité au titre de tous les intrants coûteux, c'est-à-dire le travail, le capital et les intrants intermédiaires.

La variable W est incluse dans la fonction de coût pour refléter le fait que les intrants conventionnels et un intrant naturel sont utilisés pour produire le bien Y , ou, inversement, que les producteurs utilisent l'« environnement » comme un intrant gratuit lorsqu'ils prélèvent de l'eau.

Cependant, si les producteurs privés devaient payer le prix que coûte réellement le prélèvement d'eau à la société, comme ils le font pour les intrants commercialisés, ils utiliseraient probablement plus parcimonieusement l'eau, en la remplaçant par des intrants achetés, ce qui serait plus rentable du point de vue de la société. Donc, dans la mesure où l'eau prélevée n'est pas payée entièrement par les producteurs privés, la réduction de son utilisation nécessite une augmentation des coûts privés de production, qui est plus que compensée par la réduction concomitante des coûts collectifs.

Notre approche est axée sur les coûts privés de production. La valeur fictive privée associée z du prélèvement d'eau, c'est-à-dire l'économie réalisée grâce à l'utilisation de l'eau comme un intrant gratuit, pourrait être mesurée en tant qu'effet sur les coûts $-\frac{\partial G}{\partial W} = z$. Cette valeur fictive reflète le montant marginal que le producteur serait prêt à payer pour avoir le droit d'augmenter W . Inversement, z représente l'augmentation marginale du coût des intrants qui aurait lieu si l'on imposait une réduction de W . Donc, nous anticipons que $z > 0$.

L'application du lemme de Shepard à $G(Y, w, W, D, t)$ génère les équations de demande d'intrant connexes et les parts du coût attribuables aux intrants s_j (j = capital (K), travail (L) et intrants intermédiaires (U)). Le

cadre analytique nous permet d'obtenir des éclaircissements sur diverses élasticités de coût qui reflètent l'existence d'économies d'échelle dans le secteur canadien des entreprises et la mesure dans laquelle la consommation d'eau influe sur les intrants conventionnels.

Nous définissons les économies d'échelle SE , c'est-à-dire une mesure de l'élasticité du coût des biens produits comme étant

$$SE = \left(\frac{\partial \ln G}{\partial \ln Y} \right)^{-1} \equiv \varepsilon_{G,Y}^{-1}. \quad (1)$$

Si SE est égal à (plus grand que) (plus petit que) 1, la technologie utilisée est caractérisée par un rendement d'échelle constant (croissant) (décroissant).

L'élasticité estimée de substitution entre le prélèvement d'eau W et l'intrant fabriqué $j = K, L, U$ est donnée par

$$\varepsilon_{W,j} = \frac{\partial \ln G}{\partial \ln W} + \frac{\left(\frac{\partial^2 \ln G}{\partial \ln W \partial \ln w_j} \right)}{\left(\frac{\partial \ln G}{\partial \ln w_j} \right)}. \quad (2)$$

L'élasticité croisée de la demande susmentionnée, fondée sur l'élasticité partielle de substitution d'Allen, est calculée en supposant que la production est fixe, mais que tous les autres intrants peuvent varier. Si $\varepsilon_{W,j}$ est positive (négative), l'eau est un substitut (complément) de l'intrant j .

Penchons-nous maintenant sur le cadre de productivité. Habituellement, l'approche paramétrique de la mesure de productivité consiste à faire la distinction entre tout mouvement le long de la fonction de coût dû aux économies d'échelle globales et le déplacement de la fonction de coût dû au progrès technique. En plus de ces composantes, notre cadre analytique permet de tenir compte du prélèvement d'eau qui reflète le déplacement de la fonction de coût résultant d'une utilisation efficace (inefficace) de l'eau par les entreprises. Formellement, nous définissons la variation de la productivité multifactorielle comme étant

$$\dot{MFP} = \dot{Q} - \sum_j s_j \dot{x}_j, \quad (3)$$

où Q et x_j sont, respectivement, le bien produit et l'intrant j en prix constants.

La dérivation totale de $G = \sum_j w_j x_j$ par rapport au temps et la substitution de l'expression $\sum_j s_j \dot{x}_j$ dans (3) nous donne :

$$MFP = (1 - \varepsilon_{G,Y}) \dot{Y} - \dot{G} - \varepsilon_{G,W} \dot{W}, \quad (4)$$

où $\varepsilon_{G,W}$ et $\varepsilon_{G,Y}$ sont, respectivement, les élasticités de G par rapport au bien produit et au prélèvement d'eau.

L'équation (4) ventile la croissance de la productivité multifactorielle en deux composantes élémentaires, à savoir, d'une part, la croissance paramétrique conventionnelle de la productivité $(1 - \varepsilon_{G,Y}) \dot{Y} - \dot{G}$, c'est-à-dire un déplacement de la fonction de coût dû au progrès technique ($-\dot{G}$) et un mouvement le long de la fonction de coût dû aux économies d'échelle $(1 - \varepsilon_{G,Y}) \dot{Y}$ et, d'autre part, l'effet du prélèvement d'eau \dot{W} et de son prix fictif reflété par $-\varepsilon_{G,W}$.

III. Application économétrique

1. Spécifications

L'élément de base de notre modèle est une fonction de coût translogarithmique à rendement d'échelle non constant normalisée en fonction du prix des intrants intermédiaires. Nous supposons que la technologie de la branche d'activité est représentée par une fonction de coût translogarithmique de la forme suivante :

$$\begin{aligned} \ln G_{it} = & \alpha_i + \alpha_Y \ln Y_{it} + \frac{1}{2} \alpha_{YY} (\ln Y_{it})^2 + \alpha_W \ln W_{it} + \frac{1}{2} \alpha_{WW} (\ln W_{it})^2 \\ & + \sum_{s=K,L,U} \alpha_{Ys} \ln Y_{it} \ln(w_{ist}) + \sum_{s=K,L,U} \alpha_{Ws} \ln W_{it} \ln(w_{ist}) + \alpha_{YW} \ln Y_{it} \ln W_{it} \\ & + \sum_{s=K,L,U} \alpha_j \ln(w_{ijt}) + \frac{1}{2} \sum_{s=K,L,U} \sum_{s'=K,L,U} \alpha_{ss'} \ln(w_{is't}) \ln(w_{ist}) \\ & + \alpha_t t + \alpha_{tt} t^2 + \sum_{s=K,L,U} \alpha_{ts} \ln(w_{ist}) t, \end{aligned} \quad (5)$$

et les équations des parts du coût qui en découlent sont de la forme

$$s_{ist} = \alpha_s + \alpha_{Ys} \ln Y_{it} + \alpha_{Is} \ln W_{it} + \sum_s \alpha_{ss'} \ln(w_{is't}) + \alpha_{st} t, \quad s = K, L, U. \quad (6)$$

L'indice j dénote les variables d'intrant K, L, U — capital, travail et intrant intermédiaire — tandis que l'indice i dénote la branche d'activité et α_i est un effet fixe de branche d'activité. Dans ce cadre analytique, nous

supposons que l'utilisation du travail, exprimée en nombre d'heures travaillées, est corrigée de façon optimale dans l'espace d'un an. Nous faisons une hypothèse comparable pour les intrants intermédiaires et les services de capital.

En partant des équations (2) et (5), nous obtenons, pour les élasticités de substitution entre l'eau et d'autres types d'intrant, les spécifications suivantes

$$\varepsilon_{W,s} = \alpha_W + \alpha_{WW} \ln W_{it} + \alpha_K \ln w_K + \alpha_L \ln w_L + \alpha_U \ln w_U, \text{ pour } j = K, L, U.$$

Le modèle d'estimation correspond à l'équation (5), à partir de laquelle nous construisons les prix fictifs des prélèvements d'eau et une gamme de mesures de la structure de la technologie, ainsi que les équations des parts du coût pour les utilisations normalisées du capital, du travail et des intrants intermédiaires. Nous obtenons l'équation de la part des intrants intermédiaires par différence, étant donné que la somme des parts variables du coût doit être égale à l'unité.

Nous avons regroupé des données chronologiques et des données transversales pour 36 branches d'activité canadiennes à deux chiffres pour les années de référence 1981, 1986, 1991 et 1996 en vue d'estimer le modèle. L'estimation de ce dernier sous forme de système regroupé lui donne non seulement plus de structure (degrés de liberté supplémentaires), mais impose aussi des contraintes entre équations afin d'obtenir un modèle de structure de coût et de demande d'intrants entièrement intégré, ce qui produit des estimations plus efficaces. Nous avons utilisé les techniques de régressions apparemment non liées pour l'estimation, puisque les équations ont des paramètres en commun. Ces techniques assurent aussi que les estimations ne soient pas sensibles au choix du numéraire (ici un indice des prix des intrants intermédiaires de Fisher) puisqu'elles produisent des estimations du maximum de vraisemblance.

2. Description des données

2.1. Sources des données

L'ensemble de données est fondé sur une version étendue de la base de données KLEMS consultable par le public et créée par Statistique Canada à titre expérimental pour appuyer les projets de recherche sur la productivité et les questions environnementales². La base de données environnementales KLEMS (E-KLEMS) repose sur deux sources distinctes, sous-tendues par les tableaux d'entrées-sorties, ce qui facilite leur intégration.

² KLEMS est l'acronyme pour capital (K), travail (L), énergie (E), matières premières (M) et services (S).

Premièrement, les données sur la valeur de la production brute, les coûts du travail, des services du capital et des intrants intermédiaires, ainsi que les indices des prix en chaîne de Fisher proviennent des comptes de la productivité du Canada. Ces comptes contiennent un ensemble de données cohérentes sur les coûts des intrants, les indices de volume en chaîne de Fisher des produits et des intrants (données KLEMS) et les mesures de productivité pour un certain nombre de branches d'activité du secteur canadien des entreprises pour la période allant de 1981 à 1997.

Les données des enquêtes auprès des ménages sont utilisées pour désagréger le nombre total d'heures en nombre d'heures travaillées par diverses catégories de travailleurs classés en fonction de variables démographiques, comme l'âge et le niveau de scolarité. En partant de l'hypothèse que les travailleurs sont rémunérés proportionnellement à la valeur de leur produit marginal, on calcule la quantité de travail utilisé comme étant la somme pondérée du nombre d'heures travaillées par diverses catégories de travailleurs, en prenant pour coefficients de pondération les taux de rémunération relatifs.

La quantité de capital utilisé est calculée de façon similaire, en se fondant sur un concept de flux de services pour les actifs physiques. Le prix de location du capital utilisé pour produire le flux de services de 28 classes d'actifs est établi d'après un taux externe de rendement (le taux des bons du Trésor à terme de trois mois), les gains en capital, le taux de dépréciation et des paramètres fiscaux, tels que l'impôt sur les sociétés et les crédits d'impôt pour investissement. L'estimation des services du capital consiste en une agrégation du stock de capital sur l'ensemble des actifs, en appliquant à chaque classe d'actif un poids correspondant à la valeur moyenne sur deux ans de la part du revenu de propriété qu'on estime imputable à cette classe d'actif dans chaque branche d'activité. Pour chaque branche d'activité, le revenu de propriété est réparti entre les classes d'actif d'après le prix de location estimé de chaque classe d'actif.

Sur les 47 branches d'activité à deux chiffres qui constitue le secteur des entreprises, nous n'avons retenu que les 37 pour lesquelles la mesure de la production convient à la mesure de la productivité³.

³ Les intermédiaires financiers, les services immobiliers et de l'assurance, les services de divertissement et de loisirs, les services d'hébergement et de restauration, les services de santé et les services sociaux, les services aux entreprises, les services personnels et domestiques et les services d'enseignement ont été exclus.

Deuxièmement, nous avons tiré des comptes de l'environnement de Statistique Canada (voir Statistique Canada 1997a,b) des données pour les années de référence 1981, 1986, 1991 et 1996 sur le prélèvement, l'utilisation, la recirculation et l'évacuation de l'eau selon la branche d'activité à un niveau désagrégé. Ces données, qui couvrent les établissements alimentés par les services publics et ceux qui s'autoapprovisionnent en eau du secteur canadien des entreprises, sont fondées sur une série d'enquêtes collectives d'Environnement Canada et de Statistique Canada sur la consommation industrielle d'eau au Canada.

Les établissements alimentés par les services publics reçoivent leur eau d'un service de distribution d'eau, tandis que les établissements qui s'autoapprovisionnent puisent directement dans des masses d'eau naturelles (ruisseaux, lacs ou nappes souterraines). Les dépenses associées au prélèvement d'eau varient selon que l'entreprise est alimentée par les services publics ou qu'elle s'autoapprovisionne. Si elle est raccordée à une entreprise de services publics, elle doit payer à cette dernière des frais annuels de raccordement et le tarif unitaire qui est appliqué pour le prélèvement d'eau, c'est-à-dire des dépenses incluses ici dans les intrants intermédiaires.

Une entreprise autoapprovisionnée n'encourt aucun coût externe pour l'eau qu'elle utilise, à moins qu'elle soit située en Colombie-Britannique, en Saskatchewan ou en Nouvelle-Écosse, qui sont les seules provinces du Canada qui font payer des redevances pour le prélèvement direct d'eau (voir Tate et Scharf, 1991). En général, les redevances pour les ressources naturelles sont traitées dans le Système de comptabilité nationale du Canada (SCNC) comme un paiement pour l'utilisation des services d'un intrant primaire naturel et, par conséquent, font partie de la rémunération du capital⁴. Toutefois, dans le cas des redevances pour l'eau, aucune information ne figure à l'heure actuelle dans le SCNC.

Toutes les entreprises qui prélèvent de l'eau engagent aussi des dépenses associées à l'utilisation interne de l'eau. Il s'agit notamment du coût du traitement de l'eau avant son utilisation (p. ex., l'élimination des minéraux qui est nécessaire si l'eau doit être utilisée pour produire de la vapeur sous haute pression) et avant son évacuation. Dans notre base de données, ces dépenses sont considérées comme des dépenses intermédiaires associées à l'utilisation de l'eau. Comme l'eau est utilisée en même temps que le travail, le capital et d'autres catégories d'intrants

⁴ Il en est ainsi des redevances pour le pétrole et le gaz, par exemple. Voir Diaz et Harchaoui (1997).

intermédiaires, ces dépenses ne peuvent être considérées comme le seul élément sur lequel fonder l'estimation du prix fictif de l'eau (à moins qu'on émette l'hypothèse de technologies séparables, ce qui, pourrait-on soutenir, est une hypothèse restrictive).

Nous avons ajouté des données sur le prélèvement de l'eau à partir de sources d'autoapprovisionnement à celles sur la production et les intrants pour les 37 branches d'activité pour lesquelles il existe une mesure de la production fiable pour l'analyse de la productivité. Parmi ces branches d'activité, nous avons exclu celle de la pêche et du piégeage qui ne semble pas consommer d'eau. Le tableau 1 donne la liste des 36 branches d'activité, ainsi que leurs statistiques descriptives.

2.2. Analyse des données

La base E-KLEMS utilisée est un panel de données de 144 observations sur les prix et les volumes des intrants et des produits, et sur le prélèvement d'eau en tant qu'intrant naturel pour lequel il n'y a aucun prix pour les 36 branches d'activité pour les années de référence 1981, 1986, 1991 et 1996.

Le tableau 1 donne les niveaux moyens de coût total et les taux annuels moyens de croissance de la production réelle, du prélèvement d'eau et des prix réels des intrants conventionnels, ainsi que les parts du coût pour la période allant de 1981 à 1996.

[Insérer le tableau 1 ici]

La valeur moyenne totale de la production brute de ces 36 branches d'activité entre 1981 et 1996 est de 637 milliards de dollars, et les écarts entre les chiffres par branche d'activité sont importants. Les branches de la construction, du matériel de transport et du commerce, qui représentent plus du tiers de la production nominale, comptent parmi les plus importantes des 36 branches d'activité retenues pour l'étude. D'autres, comme celles du tabac et du cuir et des produits connexes, sont assez petites.

Au niveau agrégé, les intrants intermédiaires représentent plus de la moitié du coût total, tandis que les parts du travail et du capital sont, en moyenne, de 27 % et 20 %, respectivement. Les parts du coût des intrants varient considérablement parmi les 36 branches d'activité. Par exemple, la part de la rémunération du travail varie d'un creux d'environ 4 % pour la branche des produits raffinés du pétrole à un sommet de 54 % pour celle du commerce de détail. La part du coût du capital varie aussi considérablement selon la branche d'activité, allant de 5 % pour les

produits raffinés du pétrole à 68 % pour le transport par pipelines et à 66 % pour le pétrole brut et le gaz naturel. En général, la part du coût du capital, est, à quelques exceptions près (principalement les branches du pétrole brut et du gaz naturel, du transport par pipelines et des autres services publics) plus faible que celle de la rémunération du travail. Les intrants intermédiaires, par ailleurs, représentent la part la plus importante du coût total dans presque toutes les branches d'activité, part qui varie de 20 % pour les services publics à 90 % pour les produits raffinés du pétrole et du charbon.

De 1981 à 1996, la croissance de la production agrégée a été de 2,49 %. Ce taux est plus élevé que ceux de 1,78 % et 1,19 % observés pour le capital et le travail, respectivement, mais légèrement inférieur à celui de 2,51 % enregistré pour les intrants intermédiaires. La combinaison des données sur les parts du coût et sur la croissance de ces intrants produit un taux combiné de croissance des intrants de 2 % qui, comparé à la croissance de la production de 2,49 %, donne une augmentation moyenne de la productivité multifactorielle de 0,49 % (sous l'hypothèse de rendements d'échelle constants).

Les taux de croissance de la production et des intrants présentés au tableau 1 varient aussi selon la branche d'activité durant la période visée. La croissance de la production des branches du cuir et des produits connexes et des produits du tabac a été négative. Pour d'autres branches d'activité, comme celles des textiles et des boissons, elle a été médiocre. Un certain nombre de branches d'activité, comme celles des produits en matière plastique, du matériel de transport, des produits électriques et électroniques et des communications, ont connu un taux de croissance de la production supérieur à 3 %. Ces branches d'activité à croissance rapide ont également fait état d'une croissance rapide des intrants capital et travail; pour les branches d'activité ayant une croissance modeste, c'est l'inverse qu'on observe.

Le comportement de la croissance de la production et des intrants selon la branche d'activité donne à penser que le changement de composition des intrants et la variation des taux de croissance de la production et de la productivité n'ont pas été les mêmes pour toutes les branches d'activité. De façon comparable, on observe des taux de croissance négatifs, faible ou rapide pour le travail, le capital et les intrants intermédiaires. À quelques exceptions près, le taux de croissance des prix des intrants est généralement positif, mais varie considérablement d'une branche d'activité à l'autre.

Les entreprises canadiennes utilisent de l'eau pour diverses raisons, dont le refroidissement et le transport des intrants intermédiaires, la production de vapeur, la production d'électricité, la désinfection et, enfin, pour l'inclusion dans les produits fabriqués (p. ex., production de bière). Le prélèvement d'eau par le secteur des entreprises a atteint 40,9 milliards de mètres cubes en 1996, en hausse par rapport aux 32,5 milliards enregistrés en 1981. Cette croissance annuelle moyenne de 1,53 % du prélèvement d'eau, comparativement à la croissance annuelle moyenne de 2,49 % de la production, donne lieu à une augmentation favorable de la croissance de l'éco-efficacité—définie comme la croissance de la production par unité d'intrant naturel, qui s'établit à 0,96 % par année.

La répartition du prélèvement d'eau entre les branches du secteur des entreprises est assez inégale. Sept branches d'activité représentent 96 %, en moyenne, du prélèvement global d'eau par autoapprovisionnement de 1981 à 1996. Ces branches sont celles des services publics (65,9 %), de l'agriculture (10,1 %), du papier (7,1 %), de la première transformation des métaux (4,7 %), des produits chimiques (4,5 %), des mines (1,5 %) et des produits raffinés du pétrole (1,2 %).

Ces sept branches d'activité consommatrices d'eau les plus importantes, qui représentent 23,8 % de la production brute des branches du secteur des entreprises retenues pour la présente étude, possèdent certaines caractéristiques qui les distinguent des autres branches d'activité. Avec un taux moyen de 0,05 %, ces branches d'activité à forte consommation d'eau affichent un ralentissement modéré de la croissance de l'éco-efficacité (croissance du prélèvement d'eau de 1,63 % comparativement à une croissance de la production réelle de 1,68 %) par rapport au taux de 0,79 % pour le secteur des entreprises (croissance du prélèvement d'eau de 1,70 % comparativement à une croissance de la production réelle de 2,49 %).

Ces sept branches d'activité s'appuient aussi davantage sur les intrants intermédiaires (68 % de la production brute comparativement à 0,53 % pour le secteur des entreprises dans son ensemble) et sur le capital (34 % c. 20 %), mais moins sur le travail (19 % c. 27 %). Cette situation résulte d'une augmentation plus favorable des prix relatifs des intrants intermédiaires et du capital pour ces branches d'activité que pour le secteur des entreprises dans son ensemble (0,02 % c. 2,44 %, -0,13 % c. 0,7 %, respectivement, pour le capital et le travail). Ces branches d'activité ont affiché une croissance plus faible de la production (1,78 %) et des intrants (0,5 %, 0,12 % et 0,02 %, respectivement, pour le capital, le travail et les intrants intermédiaires) que le secteur des entreprises

dans son ensemble, mais une croissance significativement plus élevée de la productivité multifactorielle, soit 1,5 %, en moyenne, de 1981 à 1996 (sous l'hypothèse de rendements d'échelle constants).

La croissance de l'éco-efficacité varie de l'une à l'autre de ces sept branches d'activité, la valeur la plus forte étant enregistrée pour la branche des produits chimiques (8,6 %). Viennent ensuite les branches de la première transformation des métaux (4,53 %), du papier et des produits connexes (3,4 %), résultats qui font penser à l'adoption d'une technologie permettant d'économiser l'eau qui favorise le recyclage de cette dernière⁵. Par contre, les branches des autres services publics et de l'agriculture, qui sont les consommatrices d'eau les plus importantes, ont enregistré une baisse d'éco-efficacité (-0,4 % et -0,34 %, respectivement).

IV. Résultats et conséquences

1. Conséquences du prélèvement d'eau pour les structures de production

Les différences importantes entre branches d'activité en ce qui concerne la croissance de la production, les intrants et la structure des coûts entre 1981 et 1996 offrent un riche ensemble de données pour tester économétriquement l'effet de l'utilisation de l'eau en tant qu'intrant gratuit sur la croissance de la productivité et les indicateurs connexes de rendement de ces branches d'activité. Par conséquent, nous nous attendons à ce que les résultats (élasticités, prix fictif de l'eau et taux de croissance de la productivité multifactorielle) calculés en utilisant les estimations des paramètres de notre modèle économétrique varient considérablement d'une branche d'activité à l'autre. Ces variations entre branches d'activité motivent l'utilisation d'une spécification du modèle qui reflète les particularités des branches d'activité.

Le tableau 2 donne les valeurs de l'élasticité des coûts et du prix fictif pour le prélèvement d'eau. Les deux dernières lignes donnent une moyenne pondérée pour l'ensemble du secteur des entreprises et pour les sept branches d'activité consommatrices d'eau les plus importantes pour la période allant de 1981 à 1996. L'élasticité des coûts pour le secteur des entreprises dans son ensemble est de 0,76, valeur qui témoigne de l'existence d'économies d'échelle. Toutefois, l'élasticité varie fortement selon la branche d'activité, allant de 1,52 pour celle du tabac à 0,58 pour celle des produits raffinés du pétrole. La branche du tabac est la seule qui présente un rendement d'échelle décroissant (0,66), toutes les autres ayant affiché des rendements d'échelle croissants raisonnables et statistiquement significatifs. Les sept branches d'activité susmentionnées

⁵D'autres renseignements sur le recyclage de l'eau figurent à la section IV.2.

ne font pas exception. Leur élasticité moyenne des coûts est légèrement inférieure à la moyenne observée pour le secteur des entreprises (0,72), quoique la fourchette soit nettement plus étroite (de 0,84 pour la branche des produits chimiques à 0,58 pour celle des produits raffinés du pétrole).

Le tableau 2 présente aussi les estimations du progrès technique, de l'élasticité de substitution et du prix fictif par branche d'activité. Les chiffres témoignent d'un progrès technique moyen mais statistiquement significatif de 0,05 % pour le secteur des entreprises dans son ensemble, avec de fortes variations selon la branche d'activité. Les branches d'activité qui fabriquent des produits de haute technologie, comme celles des produits électriques et électroniques et des télécommunications, ont enregistré les variations les plus fortes, en moyenne, du progrès technique de 1981 à 1996 (0,08 % et 0,07 %, respectivement). D'autres, comme les branches du commerce de gros et du transport, ont connu un progrès technique aussi impressionnant que les branches de la haute technologie durant la période visée (0,07 %).

Des informations supplémentaires sur la structure de la technologie des industries peuvent être obtenues à partir des élasticités de substitution. Une élasticité croisée positive indique une substituabilité (l'inverse pour la complémentarité); par exemple, à mesure que le prix du capital (travail) diminue, l'utilisation du capital (travail) et celle de l'eau augmentent. Pour le secteur des entreprises, les élasticités entre le capital et l'eau et le travail et l'eau sont significativement positives (0,24% et 0,21%, respectivement), reflétant le fait qu'une baisse dans le prélèvement de l'eau requière davantage de capital (travail). Dupont et Renzetti (1999) ont également observé la substituabilité du capital et de l'eau, mais les élasticités qu'ils ont calculées sont trois fois plus grandes que les nôtres, ce qui reflète des différences entre les méthodologies et les types de données utilisées.

Les estimations de l'élasticité de substitution varient fortement selon la branche d'activité. Pour la majorité des sept branches d'activité les plus grandes consommatrices d'eau, l'eau est un substitut de l'intrant travail ou capital. Les branches des services publics et des produits raffinés du pétrole et du charbon constituent, cependant, les deux exceptions où le travail et le capital sont, respectivement, compléments à l'eau. Parmi ces sept industries, la branche des services publics affiche les élasticités de substitution les plus élevées (en valeur absolue) (0,26% et 0,27%, respectivement pour le capital et le travail), suivie par les branches de l'agriculture et des produits chimiques (0,17 % et 0,18 %). Bien que les services publics, la plus grande branche consommatrice d'eau, affiche

l'élasticité de substitution la plus élevée, les résultats ne révèlent pas un lien direct entre l'intensité de la consommation d'eau and le degré de substitution des intrants primaires à l'eau.

[Insérer le tableau 2 ici]

Le prix fictif du prélèvement d'eau est significatif et s'établit à 0,73 \$ par m³ pour l'ensemble du secteur des entreprises, valeur légèrement inférieure à celle enregistrée pour les sept branches d'activité susmentionnée (0,76 \$ par m³). Pour la moitié des 36 branches d'activité, le prix fictif est positif et statistiquement significatif, mais d'ordre de grandeur variable, ce qui reflète les différences entre les avantages marginaux tirés de l'utilisation de l'eau en tant qu'intrant gratuit. Bien que le prix fictif soit positif pour les sept branches d'activité grandes consommatrices d'eau, il n'est significatif que pour les services publics, l'agriculture, les produits chimiques et les produits raffinés du pétrole. Parmi ce groupe de branches d'activité, les services publics, qui sont les plus grands utilisateurs d'eau, affichent le prix fictif le plus élevé, à 0,95 \$ par m³, soit environ deux fois celui observé pour la branche de l'agriculture, qui se classe deuxième par ordre d'importance du prélèvement d'eau.

Examinons maintenant les estimations de la croissance de la productivité multifactorielle présentée au tableau 3. Selon ce dernier, la productivité moyenne des 36 branches d'activité entre 1981 et 1996 est de 2,1 % si l'on ne tient pas compte de l'eau et de 2,0 % si l'on inclut l'eau dans l'ensemble d'intrants. Si nous limitons l'échantillon aux sept branches d'activité consommatrices d'eau les plus importantes, la croissance de la productivité passe de 1,5 % à 2,2 %, en moyenne, de 1981 à 1996. L'augmentation la plus importante a eu lieu pour la branche des services publics (-1,7 % à 3,3 %) qui est suivie par la branche de l'agriculture (de 1,8 % à 3 %).

[Insérer le tableau 3 ici]

2. Effet de la recirculation de l'eau sur les résultats

Le cadre d'analyse empirique utilisé jusqu'à présent n'a tenu compte que du prélèvement d'eau à partir de sources d'autoapprovisionnement. Bien que l'autoapprovisionnement constitue la source la plus importante de l'eau utilisée par le secteur canadien des entreprises, on a jusqu'à présent omis la question de la recirculation (recyclage) de l'eau. Pourtant, comme l'indique les données, celle-ci est un aspect important de l'utilisation de l'eau par le secteur canadien des entreprises. Des 40,9 millions de mètres cubes d'eau obtenus par autoapprovisionnement

utilisés par ce secteur en 1996, 51 % ont été recyclés. Il s'agit là d'une augmentation importante par rapport à 1981, année où le rapport de recirculation était de 43,5 %. Même si ce rapport a baissé assez significativement en 1986 (37,6 %) et en 1991 (29,6 %), la recirculation demeure importante, puisqu'elle représente, en moyenne 40,2 % du prélèvement d'eau du secteur des entreprises de 1981 à 1996. Pareillement, à 37,4 % au cours de la même période, la recirculation était tout aussi importante pour les sept branches d'activité consommatrices d'eau principales.

Étant donné l'importance de la recirculation, il est essentiel de s'interroger, d'abord, sur la robustesse des résultats obtenus antérieurement à l'introduction de la recirculation de l'eau dans le cadre analytique et, ensuite, sur l'effet de la recirculation de l'eau sur les prix fictifs de l'utilisation de l'eau au Canada. Ces questions ont des conséquences importantes en ce qui a trait au cadre analytique utilisé ici. Considérons d'abord la question de savoir si la prise en compte de la recirculation de l'eau modifierait de façon significative les résultats obtenus antérieurement. Une telle modification donnerait à penser que le modèle est mal spécifié, puisqu'il serait sensible à toute nouvelle hypothèse concernant le comportement des branches d'activité en ce qui a trait à l'utilisation de l'eau, si bien que les estimations ne seraient pas fiables ou, au mieux, seraient entachées d'une incertitude importante. Ceci nous mène à la deuxième question, celle de savoir si la recirculation de l'eau a une incidence sur le prix fictif de l'utilisation de l'eau. Intuitivement, plus la quantité d'eau qu'elles recyclent est importante, moins les entreprises seront disposées à payer pour l'eau qu'elles utilisent. Par conséquent, la comptabilisation de la recirculation de l'eau devrait réduire le prix fictif de l'eau, toutes choses étant égales par ailleurs.

Nous avons modifié notre cadre empirique initial comme suit. Premièrement, nous avons remplacé le prélèvement d'eau par l'utilisation de l'eau, définie comme étant la somme du prélèvement d'eau et de la recirculation, dans l'estimation du système d'équations (5) et (6). Deuxièmement, nous avons annexé une variable binaire à la variable d'utilisation de l'eau dans l'équation (5) pour tenir compte du fait que la recirculation de l'eau implique différentes technologies selon la branche d'activité. Compte tenu de ces changements, la fonction de coût total (5) devient

$$\begin{aligned}
\ln G_{it} = & \alpha_i + \alpha_Y \ln Y_{it} + \frac{1}{2} \alpha_{YY} (\ln Y_{it})^2 + \alpha_W^1 \ln WU_{it} + \frac{1}{2} \alpha_{WW}^1 (\ln WU_{it})^2 \\
& + \alpha_W^2 \ln WU_{it} * D_{it} + \frac{1}{2} \alpha_{WW}^2 (\ln WU_{it} * D_{it})^2 + \sum_{s=K,L,U} \alpha_{Ys} \ln Y_{it} \ln(w_{ist}) \\
& + \sum_{s=K,L,U} \alpha_{Ws} \ln WU_{it} \ln(w_{ist}) + \alpha_{YW} \ln Y_{it} \ln WU_{it} + \sum_{s=K,L,U} \alpha_j \ln(w_{jit}) \\
& + \frac{1}{2} \sum_{s=K,L,U} \sum_{s'=K,L,U} \alpha_{ss'} \ln(w_{is't}) \ln(w_{ist}) + \alpha_i t + \alpha_{it} t^2 + \sum_{s=K,L,U} \alpha_{is} \ln(w_{ist}) t,
\end{aligned} \tag{7}$$

où WU_{it} ($\equiv W_{it} + REC_{it}$) est l'utilisation de l'eau définie comme étant la somme du prélèvement d'eau (W_{it}) et de la recirculation de l'eau (REC_{it}), et D_{it} est une variable nominale qui prend la valeur 1 s'il y a recirculation d'eau et 0, autrement. L'effet de la recirculation de l'eau sur la fonction de coût se manifeste selon deux voies : premièrement, plus l'eau est recirculée, plus le coût total G_{it} est élevé (effet de quantité); deuxièmement, l'utilisation d'une variable binaire D_{it} fait penser qu'en cas de recirculation de l'eau, la branche d'activité utilise une autre technologie que si elle se contentait de prélever de l'eau. Par conséquent, le prix fictif de l'utilisation de l'eau et d'autres indicateurs de la structure technologique et de la performance économique dépendent de la combinaison de ces deux effets. Les résultats correspondants sont présentés aux tableaux 4 et 5.

Bien que l'introduction de la recirculation d'eau entraîne certains changements au niveau de la branche d'activité, les résultats obtenus pour l'agrégat initial en ce qui concerne l'élasticité des coûts, le progrès technologique, l'élasticité-capital (travail) de l'utilisation de l'eau et la croissance de la productivité multifactorielle ne varient pour ainsi dire pas. Nous notons cependant un changement important, à savoir une diminution significative du prix fictif, qui passe de 0,73 \$ par m³ à 0,55 \$ par m³. En outre, les estimations du prix fictif pour la majorité des branches d'activité grandes consommatrices d'eau deviennent plus significatives.

[Insérer les tableaux 4 et 5 ici]

V. Conclusion

Nous spécifions dans le présent article un modèle de la structure de production où les branches d'activité utilisent les intrants conventionnels et prélèvent de l'eau, dont le prix n'est pas établi, pour produire une quantité donnée de biens. La méthode d'estimation couvre une part

importante du secteur canadien des entreprises qui inclut les branches d'activité consommatrices d'eau les plus importantes pour les années de référence 1981, 1986, 1991 et 1996.

L'objectif principal du rapport est de comptabiliser le prélèvement d'eau dans la structure de production des entreprises canadiennes et de quantifier l'effet de ce prélèvement sur la productivité. La flexibilité de l'approche adoptée nous permet d'aborder diverses questions liées à l'utilisation de l'eau, à savoir a) les liens technologiques entre le prélèvement d'eau et les intrants conventionnels, b) les économies d'échelle, c) le prix fictif du prélèvement d'eau et d) l'effet de la recirculation de l'eau sur ce prix fictif.

Nous constatons que, si l'on tient compte du prélèvement d'eau dans la structure de production, la croissance de la productivité multifactorielle des branches d'activité consommatrices d'eau les plus importantes augmente de 0,7 point, en moyenne, pour la période allant de 1981 à 1996, mais que celle du secteur agrégé des entreprises ne change pour ainsi dire pas. Le prélèvement d'eau est un complément des intrants capital et travail. Le prix fictif du prélèvement d'eau est d'environ 0,73 \$ par m³ et varie considérablement selon la branche d'activité.

Nous observons aussi que la plupart des résultats ne varient pas si l'on tient compte de la recirculation de l'eau, ce qui, dans un certain sens, témoigne de la robustesse de notre cadre analytique. Cependant, si nous nous en tenons à nos résultats antérieurs, la recirculation fait baisser le prix fictif de l'eau pour s'établir à 0,55 \$ par m³. Nous pouvons considérer l'écart entre les deux estimations comme un indice de la disposition des entreprises à payer pour le recyclage de l'eau.

Bibliographie

Diaz, A. and T.M. Harchaoui (1997); 'Accounting for Exhaustible Resources in the Canadian System of National Accounts: Flows, Stocks and Productivity Measures,' *Review of Income and Wealth* 43: 465-85.

Pearse, P.H., F. Bertrand, and J.W. MacLaren (1985); **Current Change**. Final Report. Inquiry on Federal Water Policy. Ministry of Supply and Services, Ottawa.

Renzetti, S. (1992); "Estimating Structure of Industrial Water Demands: The Case of Canadian Manufacturing," *Land Economics*, 68, 4, pp. 396-404.

Renzetti, S. and D. Dupont (1995); 'An Investigation Into the Design of Economic Instruments to Promote Efficient Industrial Water Use,' 125 p. A Report for Environment Canada's Economic Instruments Initiatives. Environment Canada, Ottawa.

Dupont, D. and S. Renzetti (1999); 'The Role of Water in the Canadian Manufacturing Sector,' pp. 15, Paper Presented at the IWREC Conference, June 1999, Kona, Hawaii.

Statistics Canada (1997a); **Econnections: Linking the Environment and the Economy, Concepts, Sources and Methods of the Canadian System of Environmental and Resource Accounts**, Catalogue 16-505-GPE.

Statistics Canada (1997b); **Econnections: Linking the Environment and the Economy, Indicators and Detailed Statistics 1997**, Catalogue 16-200-XKE.

Tate, D.M. and D.N. Scharf (1991); 'Water Use in Canadian Industry, 1991' Environment Canada, Social Science Series No. 31.

Tableau 1. Statistiques sommaires, 1981 à 1996 (pourcentage)

Branche d'activité	G (millions de \$)	s_K	s_L	s_U	$\dot{\omega}_K$	$\dot{\omega}_L$	$\dot{\omega}_U$	\dot{K}	\dot{L}	\dot{U}	\dot{Y}	\dot{W}
Agriculture et services agricoles	29.32	0.24	0.21	0.55	-4.21	2.22	1.48	-1.93	0.71	1.57	2.32	2.66
Exploitation forestière et services forestiers	8.07	0.12	0.33	0.55	1.53	-0.10	-0.50	-1.99	0.31	4.16	2.87	1.88
Mines	11.73	0.34	0.26	0.40	1.40	2.78	1.93	-0.35	-1.39	0.25	1.40	0.58
Pétrole brut et gaz naturel	21.58	0.66	0.09	0.25	6.05	4.91	8.46	2.82	2.51	3.10	3.88	-1.43
Carrières et sablières	1.05	0.27	0.28	0.45	0.92	1.76	-1.23	0.67	0.60	2.08	2.12	1.34
Services miniers	4.49	0.18	0.35	0.47	1.55	0.82	-1.00	1.42	2.49	1.22	0.90	-0.76
Aliments	38.81	0.12	0.15	0.74	1.91	0.82	-0.52	0.89	0.53	1.46	1.15	0.44
Boissons	5.70	0.26	0.20	0.54	3.13	0.77	-1.12	-1.47	-1.48	1.11	0.41	-1.98
Tabac	1.99	0.28	0.15	0.57	7.19	0.61	-4.68	-2.47	-4.18	-0.28	-1.64	-4.43
Produits en caoutchouc	3.11	0.08	0.32	0.60	2.75	2.38	3.20	1.39	-0.03	2.77	3.63	-5.96
Produits en matière plastique	5.57	0.14	0.24	0.62	2.71	1.05	1.84	5.10	4.43	5.77	5.26	-3.31
Cuir et produits connexes	1.15	0.09	0.32	0.59	3.19	0.34	-9.75	-2.13	-4.81	-4.91	-4.81	-5.77
Textiles de première transformation	3.04	0.16	0.23	0.61	2.46	2.31	4.82	-0.55	-2.09	0.10	0.35	-1.77
Produits textiles	2.90	0.11	0.26	0.63	2.87	1.13	0.00	-0.19	-0.36	0.79	0.27	2.44
Habillement	6.03	0.12	0.31	0.57	2.53	0.80	-1.27	0.40	-1.71	-0.14	-0.25	-2.45
Bois	14.82	0.08	0.26	0.65	2.11	-2.31	1.77	1.70	1.51	3.57	1.56	-6.48
Meuble et articles d'ameublement	4.10	0.11	0.32	0.57	4.58	0.07	-1.81	0.99	0.96	1.89	1.74	-0.32
Papier et produits connexes	22.56	0.14	0.22	0.64	2.22	1.26	-0.15	1.13	-0.50	2.11	1.84	-1.56
Imprimerie, édition et industries connexes	11.66	0.17	0.36	0.47	3.95	-1.17	-1.72	2.37	1.86	1.93	0.64	0.90
Première transformation des métaux	23.19	0.07	0.21	0.72	0.84	2.94	0.14	-0.66	-1.87	1.89	2.07	-2.46
Fabrication des produits métalliques	17.02	0.12	0.29	0.59	2.83	0.62	-1.41	0.45	1.00	0.93	0.95	-1.59
Machinerie	10.45	0.14	0.29	0.57	4.53	0.40	0.75	0.84	0.73	2.03	1.60	-0.21
Matériel de transport	53.36	0.08	0.18	0.74	4.05	1.51	4.27	3.71	1.98	6.24	6.01	-3.34
Produits électriques et électroniques	19.30	0.13	0.25	0.62	2.11	4.35	2.02	3.48	-0.45	7.33	6.94	-1.93
Produits minéraux non métalliques	6.57	0.16	0.27	0.57	3.17	0.19	-6.97	-2.27	-0.60	0.45	0.13	1.20
Produits raffinés du pétrole et du charbon	20.05	0.05	0.04	0.90	4.58	4.75	-0.49	-1.14	-3.32	0.48	-0.04	-2.74
Industries chimiques	22.01	0.19	0.16	0.64	2.84	1.10	0.66	0.35	0.84	1.97	2.20	-6.40
Autres industries manufacturières	6.94	0.13	0.28	0.59	3.42	0.75	-1.64	2.81	1.10	1.54	1.32	-0.15
Construction	80.74	0.08	0.33	0.58	3.20	-0.30	-1.26	1.17	0.76	-0.01	0.08	0.12
Transport	38.74	0.14	0.36	0.50	0.28	0.43	3.14	1.84	1.64	2.26	2.73	1.18
Transport par pipelines	3.19	0.68	0.12	0.20	1.52	3.99	2.11	3.01	1.89	2.99	5.64	0.46
Entreposage et emmagasinage	1.23	0.22	0.46	0.32	2.80	0.50	-0.47	1.53	1.79	1.62	1.61	0.90
Communications	22.49	0.35	0.38	0.27	0.57	0.81	5.74	4.72	2.23	5.49	4.95	1.21
Autres services publics	22.97	0.60	0.20	0.20	-0.75	-0.83	-3.56	1.97	2.60	5.37	2.69	3.09
Commerce de gros	42.71	0.19	0.48	0.34	5.99	1.61	0.59	2.99	2.53	4.54	4.89	1.24
Commerce de détail	48.36	0.13	0.54	0.33	4.78	0.16	-0.44	3.67	1.84	2.76	2.61	1.30
Ensemble des branches d'activité	637.02	0.20	0.27	0.53	2.44	0.79	0.70	1.78	1.19	2.51	2.49	1.70
Les 7 branches d'activité consommatrices d'eau les plus importantes^a	196.347	0.34	0.19	0.68	0.02	1.52	-0.13	0.50	0.12	0.02	1.68	1.78

Nota : s_j = part du total des coûts ($j = K, L, U$) de l'intrant j . Aux fins d'illustration, nous supposons que la somme des parts est égale à l'unité; le symbole « . » représente le taux moyen de croissance de la variable sur la période allant de 1981 à 1996; K = services du capital; L = services du travail; U = intrants intermédiaires; Y = production brute; W = prélèvement d'eau.

^a Agriculture, mine, papier, première transformation des métaux, produits raffinés du pétrole et du charbon, industries chimiques et autres services publics.

Tableau 2. Estimations moyennes de l'élasticité des coûts et du prix fictif, 1981-1996

Branche d'activité	$\varepsilon_{G,Y}$	ε_t	$\varepsilon_{W,K}$	$\varepsilon_{W,L}$	z (en $\$/m^3$)
Agriculture et services agricoles	0.76 (3.44)	-0.05 (4.67)	0.17 (4.81)	0.18 (5.67)	0.46 (1.75)
Exploitation forestière et services forestiers	0.87 (3.19)	-0.06 (4.84)	0.21 (8.13)	0.22 (9.00)	0.91 (2.16)
Mines	0.62 (3.12)	-0.05 (4.40)	0.11 (9.31)	0.12 (9.98)	0.35 (1.12)
Pétrole brut et gaz naturel	0.86 (2.03)	-0.06 (5.45)	0.36 (3.24)	0.37 (3.73)	0.95 (3.56)
Carrières et sablières	0.73 (3.37)	-0.06 (4.89)	0.23 (9.52)	0.23 (2.19)	0.86 (2.28)
Services miniers	0.58 (2.83)	-0.04 (3.33)	-0.16 (3.02)	-0.15 (2.32)	0.55 (1.55)
Aliments	0.70 (3.31)	-0.05 (4.14)	0.04 (3.58)	0.06 (4.96)	0.15 (0.48)
Boissons	0.52 (2.68)	-0.05 (3.78)	-0.04 (3.62)	-0.03 (2.76)	-0.20 (0.41)
Tabac	1.52 (2.26)	-0.03 (2.40)	-0.41 (2.39)	-0.39 (3.29)	0.93 (2.03)
Produits en caoutchouc	0.85 (2.17)	-0.06 (4.93)	0.23 (9.76)	0.24 (2.86)	1.29 (2.37)
Produits en matière plastique	0.91 (3.01)	-0.07 (6.24)	0.53 (4.36)	0.54 (4.32)	0.67 (5.30)
Cuir et produits connexes	0.99 (1.98)	-0.02 (1.65)	-0.63 (4.38)	-0.61 (4.35)	0.92 (3.09)
Textiles de première transformation	0.62 (2.98)	-0.04 (3.50)	-0.12 (9.62)	-0.11 (8.69)	-0.34 (1.12)
Produits textiles	0.77 (3.36)	-0.05 (4.01)	0.01 (0.78)	0.02 (1.81)	0.04 (0.16)
Habillement	0.60 (2.97)	-0.04 (3.70)	-0.07 (5.50)	-0.06 (4.60)	-0.21 (0.60)
Bois	0.86 (1.94)	-0.05 (3.93)	-0.01 (0.91)	0.00 (0.27)	-0.02 (0.03)
Meuble et articles d'ameublement	0.66 (3.24)	-0.05 (4.34)	0.09 (7.82)	0.10 (8.73)	0.38 (0.98)
Papier et produits connexes	0.61 (3.09)	-0.05 (4.44)	0.12 (10.02)	0.13 (11.03)	0.49 (1.23)
Imprimerie, édition et industries connexes	0.72 (3.36)	-0.05 (4.28)	0.08 (6.59)	0.09 (7.29)	0.32 (0.82)
Première transformation des métaux	0.86 (2.97)	-0.05 (4.37)	0.09 (8.06)	0.11 (9.48)	0.39 (1.04)
Fabrication des produits métalliques	0.59 (3.00)	-0.05 (3.90)	-0.02 (1.46)	-0.01 (0.53)	-0.04 (0.12)
Machinerie	0.62 (3.03)	-0.04 (3.58)	-0.10 (7.99)	-0.09 (7.12)	-0.33 (0.92)
Matériel de transport	0.95 (1.87)	-0.07 (6.68)	0.62 (5.30)	0.63 (5.73)	0.84 (6.23)
Produits électriques et électroniques	0.95 (1.75)	-0.08 (7.01)	0.69 (3.51)	0.70 (4.48)	0.75 (6.92)
Produits minéraux non métalliques	0.76 (3.25)	-0.04 (3.63)	-0.08 (6.90)	-0.07 (6.05)	-0.22 (0.79)
Produits raffinés du pétrole et du charbon	0.58 (2.75)	-0.04 (3.13)	-0.22 (7.86)	0.17 (3.68)	0.48 (2.06)
Industries chimiques	0.84 (1.70)	-0.05 (4.64)	0.17 (4.31)	0.18 (5.41)	0.31 (1.70)
Autres industries manufacturières	0.66 (3.24)	-0.05 (4.29)	0.08 (6.75)	0.09 (7.66)	0.30 (0.85)
Construction	0.68 (3.18)	-0.05 (3.74)	-0.06 (4.83)	-0.05 (3.76)	-0.16 (0.50)
Transport	0.68 (3.25)	-0.06 (4.84)	0.21 (8.34)	0.22 (9.12)	0.79 (2.18)
Transport par pipelines	0.87 (2.38)	-0.07 (6.22)	0.52 (4.23)	-0.54 (4.40)	0.52 (5.25)
Entreposage et emmagasinage	0.70 (3.32)	-0.05 (4.25)	0.07 (6.09)	0.08 (6.63)	0.26 (0.75)
Communications	0.87 (2.67)	-0.07 (6.25)	0.53 (4.90)	0.54 (4.81)	0.48 (5.33)
Autres services publics	0.81 (3.48)	-0.06 (5.05)	0.26 (2.01)	-0.27 (2.76)	0.95 (2.66)
Commerce de gros	0.87 (2.70)	-0.07 (6.13)	0.50 (4.23)	0.51 (4.81)	0.48 (5.07)
Commerce de détail	0.71 (3.33)	-0.06 (4.90)	0.23 (9.47)	0.23 (2.16)	0.88 (2.31)
Ensemble des branches d'activité	0.76 (2.85)	-0.06 (4.81)	0.24 (4.98)	0.21 (4.96)	0.73 (2.19)
Les 7 branches d'activité consommatrices d'eau les plus importantes^a	0.70 (2.96)	-0.05 (4.37)	0.17 (4.50)	0.06 (5.61)	0.76 (2.24)

Nota : ^a Agriculture, mines, papier, première transformation des métaux, produits raffinés du pétrole et du charbon, industries chimiques et autres services publics.

$\varepsilon_{G,Y}$ = élasticité d'échelle; ε_t = progrès technique; $\varepsilon_{W,K}$ = élasticité de substitution capital-eau; $\varepsilon_{W,L}$ = élasticité de substitution travail-eau; z (en $\$/m^3$) = prix fictif du prélèvement d'eau.

**Tableau 3. Croissance de la productivité multifactorielle, 1981-1996
(Taux annuel moyen de croissance)**

Branche d'activité	Avec le prélèvement d'eau	Sans le prélèvement d'eau
Agriculture et services agricoles	1.8	3.0
Exploitation forestière et services forestiers	-1.0	1.2
Mines	3.3	3.6
Pétrole brut et gaz naturel	4.5	4.3
Carrières et sablières	2.6	4.2
Services miniers	1.4	1.9
Aliments	0.5	0.6
Boissons	-1.8	-1.5
Tabac	7.7	8.3
Produits en caoutchouc	9.8	5.2
Produits en matière plastique	6.1	3.7
Cuir et produits connexes	-4.0	-2.9
Textiles de première transformation	-3.0	-2.2
Produits textiles	-4.1	-3.9
Habillement	-6.5	-6.0
Bois	-1.2	-1.2
Meuble et articles d'ameublement	5.1	5.0
Papier et produits connexes	7.8	7.0
Imprimerie, édition et industries connexes	-2.7	-2.3
Première transformation des métaux	1.0	0.0
Fabrication des produits métalliques	1.4	1.5
Machinerie	5.7	5.8
Matériel de transport	2.7	-0.1
Produits électriques et électroniques	3.9	1.9
Produits minéraux non métalliques	-3.7	-4.2
Produits raffinés du pétrole et du charbon	-6.3	-4.1
Industries chimiques	4.3	0.9
Autres industries manufacturières	2.3	2.2
Construction	-4.1	-4.1
Transport	9.1	10.4
Transport par pipelines	9.8	10.2
Entreposage et emmagasinage	2.8	3.1
Communications	6.0	7.2
Autres services publics	-1.7	3.3
Commerce de gros	6.0	5.0
Commerce de détail	6.2	6.0
Ensemble des branches d'activité	2.1	2.0
Les 7 branches d'activité consommatrices d'eau les plus importantes^a	1.5	2.2

Nota : ^a Agriculture, mines, papier, première transformation des métaux, produits raffinés du pétrole et du charbon, industries chimiques et autres services publics.

Tableau 4. Estimations moyennes de l'élasticité des coûts et du prix fictif avec recirculation de l'eau, 1981-1996

Branche d'activité	$\varepsilon_{G,Y}$	ε_t	$\varepsilon_{W,K}$	$\varepsilon_{W,L}$	z (en \$/m ³)
Agriculture et services agricoles	0.74 (3.14)	-0.04 (4.55)	0.16 (3.03)	0.17 (3.47)	0.44 (1.82)
Exploitation forestière et services forestiers	0.89 (2.41)	-0.06 (3.97)	0.23 (3.24)	0.19 (3.10)	0.88 (2.60)
Mines	0.71 (2.24)	-0.05 (3.10)	0.12 (3.12)	0.17 (2.58)	0.26 (1.99)
Pétrole brut et gaz naturel	0.89 (2.56)	-0.06 (4.59)	0.29 (2.87)	0.30 (2.63)	0.75 (2.67)
Carrières et sablières	0.73 (1.99)	-0.06 (3.82)	0.20 (4.04)	0.29 (2.09)	0.83 (2.01)
Services miniers	0.67 (1.89)	-0.04 (2.89)	-0.11 (5.05)	-0.20 (2.52)	0.50 (1.60)
Aliments	0.70 (2.47)	-0.03 (3.57)	0.06 (2.34)	0.10 (3.76)	0.32 (0.96)
Boissons	0.51 (2.01)	-0.05 (3.89)	-0.03 (1.93)	-0.09 (2.06)	-0.07 (0.89)
Tabac	1.38 (3.18)	-0.03 (2.05)	-0.33 (2.47)	-0.41 (3.59)	1.04 (2.45)
Produits en caoutchouc	0.89 (2.14)	-0.05 (3.21)	0.25 (3.87)	0.30 (2.76)	0.99 (2.41)
Produits en matière plastique	0.95 (2.76)	-0.07 (4.44)	0.49 (2.24)	0.48 (3.22)	0.66 (4.24)
Cuir et produits connexes	0.98 (2.06)	-0.04 (1.50)	-0.44 (2.12)	-0.56 (3.45)	0.85 (2.88)
Textiles de première transformation	0.63 (3.17)	-0.04 (3.27)	-0.18 (3.75)	-0.14 (3.89)	-0.29 (1.89)
Produits textiles	0.76 (2.61)	-0.05 (3.28)	0.09 (1.57)	0.00 (1.41)	0.10 (0.83)
Habillement	0.63 (2.11)	-0.04 (2.08)	-0.12 (3.42)	-0.04 (3.50)	-0.33 (1.14)
Bois	0.86 (1.58)	-0.06 (3.12)	-0.02 (0.83)	0.05 (1.67)	-0.00 (0.19)
Meuble et articles d'ameublement	0.67 (2.55)	-0.05 (4.14)	0.11 (2.14)	0.14 (2.83)	0.41 (1.75)
Papier et produits connexes	0.73 (2.23)	-0.05 (2.67)	0.20 (3.01)	0.11 (3.23)	0.31 (2.09)
Imprimerie, édition et industries connexes	0.77 (3.31)	-0.04 (3.11)	0.07 (2.47)	0.12 (3.49)	0.28 (1.66)
Première transformation des métaux	0.92 (1.05)	-0.05 (2.12)	0.12 (3.17)	0.17 (2.58)	0.23 (2.03)
Fabrication des produits métalliques	0.62 (2.46)	-0.07 (2.90)	0.03 (1.79)	-0.06 (0.33)	-0.08 (0.49)
Machinerie	0.62 (2.49)	-0.04 (3.88)	-0.16 (2.01)	-0.04 (3.42)	-0.37 (0.84)
Matériel de transport	0.94 (1.74)	-0.04 (4.32)	0.59 (3.47)	0.57 (2.83)	0.79 (3.67)
Produits électriques et électroniques	0.97 (3.05)	-0.06 (5.43)	0.60 (3.34)	0.59 (2.28)	0.69 (2.86)
Produits minéraux non métalliques	0.66 (2.71)	-0.04 (2.19)	-0.15 (2.83)	-0.10 (3.25)	-0.09 (0.99)
Produits raffinés du pétrole et du charbon	0.69 (3.03)	-0.04 (2.89)	-0.23 (2.17)	0.22 (2.98)	0.29 (2.33)
Industries chimiques	0.87 (2.15)	-0.06 (3.11)	0.11 (2.64)	0.24 (4.01)	0.33 (2.23)
Autres industries manufacturières	0.61 (2.47)	-0.03 (4.31)	0.14 (3.29)	0.12 (3.36)	0.33 (1.49)
Construction	0.63 (2.99)	-0.05 (2.43)	-0.08 (4.14)	-0.03 (2.46)	-0.20 (0.73)
Transport	0.73 (2.53)	-0.04 (3.01)	0.22 (3.55)	0.24 (3.62)	0.93 (3.02)
Transport par pipelines	0.81 (1.89)	-0.06 (5.44)	0.47 (1.76)	-0.45 (2.70)	0.64 (2.39)
Entreposage et emmagasinage	0.70 (2.44)	-0.05 (1.99)	0.11 (3.20)	0.12 (2.23)	0.25 (1.49)
Communications	0.84 (3.11)	-0.06 (3.56)	0.49 (2.73)	0.51 (2.91)	0.55 (2.65)
Autres services publics	0.89 (2.71)	-0.06 (3.47)	0.35 (3.35)	-0.19 (3.36)	0.71 (2.08)
Commerce de gros	0.71 (3.09)	-0.04 (3.33)	0.51 (2.44)	0.44 (2.21)	0.55 (3.16)
Commerce de détail	0.76 (2.39)	-0.05 (2.56)	0.29 (3.58)	0.18 (3.76)	1.02 (2.65)
Ensemble des branches d'activité	0.77 (2.53)	-0.05 (3.33)	0.24 (2.99)	0.19 (2.93)	0.55 (2.08)
Les 7 branches d'activité consommatrices d'eau les plus importantes^a	0.74 (2.57)	-0.05 (3.41)	0.18 (2.91)	0.07 (2.95)	0.57 (2.06)

Nota : ^a Agriculture, mines, papier, première transformation des métaux, produits raffinés du pétrole et du charbon, industries chimiques et autres services publics.

$\varepsilon_{G,Y}$ = élasticité d'échelle; ε_t = progrès technique; $\varepsilon_{W,K}$ = élasticité de substitution capital-eau; $\varepsilon_{W,L}$ = élasticité de substitution travail-eau; z (en \$/m³) = prix fictif du prélèvement d'eau.

Tableau 5. Croissance de la productivité multifactorielle avec recirculation de l'eau, 1981-1996 (Taux annuel moyen de croissance en pourcentage)

Branche d'activité	Avec le prélèvement d'eau	Sans le prélèvement d'eau
Agriculture et services agricoles	3.9	3.0
Exploitation forestière et services forestiers	-2.6	-0.3
Mines	1.3	1.6
Pétrole brut et gaz naturel	2.5	2.2
Carrières et sablières	2.3	3.9
Services miniers	0.2	0.7
Aliments	2.4	2.5
Boissons	-2.2	-1.9
Tabac	4.8	5.4
Produits en caoutchouc	7.2	2.6
Produits en matière plastique	0.8	-1.6
Cuir et produits connexes	-6.0	-4.9
Textiles de première transformation	-2.9	-2.1
Produits textiles	-4.3	-4.0
Habillement	-6.0	-5.4
Bois	-2.5	-2.4
Meuble et articles d'ameublement	4.8	4.7
Papier et produits connexes	4.2	3.4
Imprimerie, édition et industries connexes	-2.1	-1.7
Première transformation des métaux	-1.2	-2.2
Fabrication des produits métalliques	-1.3	-1.3
Machinerie	6.0	6.1
Matériel de transport	2.0	4.0
Produits électriques et électroniques	0.7	-1.3
Produits minéraux non métalliques	-2.9	-3.3
Produits raffinés du pétrole et du charbon	-6.4	-4.2
Industries chimiques	2.4	-1.1
Autres industries manufacturières	5.5	5.4
Construction	-4.6	-4.6
Transport	8.0	9.3
Transport par pipelines	10.0	10.0
Entreposage et emmagasinage	2.7	3.1
Communications	9.6	10.8
Autres services publics	3.0	3.0
Commerce de gros	5.0	5.0
Commerce de détail	4.6	6.0
Ensemble des branches d'activité	1.6	1.8
Les 7 branches d'activité consommatrices d'eau les plus importantes^a	1.3	0.8

Nota : ^a Agriculture, mines, papier, première transformation des métaux, produits raffinés du pétrole et du charbon, industries chimiques et autres services publics.