

L'évolution de la productivité dans l'industrie québécoise de la fabrication du papier journal à partir de mesures sensibles à la performance environnementale¹

Simon Vallières

M.A. Économique, Université Laval

1. INTRODUCTION

Il est aujourd'hui clairement reconnu que la croissance de la productivité est l'un des déterminants clés de la compétitivité. La productivité peut se définir comme l'habileté d'une unité de production à transformer une quantité donnée d'intrants (capital, travail, etc.) en extrants (papier journal, carton, etc.) ou, plus généralement encore, en valeur économique. Si le concept est relativement simple à définir, mesurer concrètement l'évolution de la productivité pose de nombreuses difficultés qui ont suscité une littérature économique abondante. Au cours des dernières décennies, de nombreuses avancées ont été réalisées par les chercheurs en vue de fournir des indicateurs synthétiques capables de mesurer plus précisément l'évolution de la productivité. En effet, les indices de productivité totale des facteurs (PTF), couramment utilisés aujourd'hui, fournissent une mesure plus juste que les indices de productivité partielle, par exemple le niveau de production par travailleur.

Plusieurs études publiées dans la littérature en économie de l'environnement ont toutefois montré que l'utilisation de mesures de productivité qui ignorent l'évolution de la performance environnementale (PE) peut engendrer un biais significatif, particulièrement pour les industries qui ont fait des efforts importants pour améliorer leur performance environnementale. Une bibliographie complète à ce sujet peut être consultée dans le Cahier technique (à l'Institut de la statistique du Québec ou ISQ), document qui comporte un rapport détaillé de notre analyse¹.

L'objectif principal de notre analyse est d'appliquer à l'industrie québécoise de la fabrication du papier journal des mesures de la productivité – récemment proposées dans la littérature économique – qui tiennent compte explicitement des améliorations de la PE. Ces mesures de type Malmquist sont basées sur le concept de distance par rapport à la frontière d'efficacité. Elles permettent la décomposition de la croissance de la productivité en changement dans le degré d'efficacité et en progrès technologique. De plus, puisqu'elles ne nécessitent pas l'utilisation de données sur les prix, elles permettent assez facilement d'inclure les émissions polluantes

dans la technologie de production des usines. Celles-là peuvent être introduites comme des intrants ou comme des extrants indésirables. Dans ce dernier cas, la frontière d'efficacité doit être construite en tenant compte que ces sous-produits indésirables n'ont pas exactement les mêmes propriétés que les extrants traditionnels. Différentes mesures peuvent aussi être calculées selon la direction utilisée pour projeter les unités inefficaces sur la frontière de production. Notre analyse a donc également comme objectif de comparer ces différentes variantes et, particulièrement, d'évaluer leur facilité d'application dans la pratique.

Plusieurs raisons ont motivé le choix d'appliquer notre analyse au secteur de la fabrication du papier journal au Québec. Parmi celles-ci, mentionnons l'importance de l'industrie pour l'économie québécoise, les normes environnementales encadrant les activités de l'industrie et la disponibilité de données environnementales fiables. De plus, aucune étude n'a été réalisée, à notre connaissance, sur des données québécoises en vue de tenir compte de la performance environnementale des papeteries dans l'évolution de leur productivité.

Les résultats de notre analyse nous permettent de confirmer que les mesures traditionnelles tendent à sous-estimer l'évolution de la productivité dans l'industrie de la fabrication du papier journal. Ainsi, en utilisant l'approche qui ignore la performance environnementale des fabriques, la croissance moyenne de la productivité au cours de la période analysée est de 1,3 %. En considérant toutefois les deux principaux polluants rejetés dans l'environnement par les papeteries – soit les matières en suspension (MES) et la demande biochimique en oxygène (DBO) – comme des intrants dans leur technologie de production, la croissance moyenne de la productivité s'élève à 1,9 %.

Sur le plan méthodologique, nous observons des différences importantes entre les indices qui intègrent les polluants comme des intrants et ceux qui les intègrent comme des extrants indésirables dans la technologie de production des usines. Si, conceptuellement, la deuxième approche peut être préférable, nous montrons toutefois que la première méthode pose moins de difficultés pratiques.

¹. - Ce texte est une synthèse d'un mémoire de maîtrise réalisé sous la direction du professeur Philippe Barla, directeur du GREEN, Département d'économie, Université Laval.
- Pour pallier un manque d'espace, les références bibliographiques, citées au bas des pages à l'origine, se trouvent plutôt regroupées dans le Cahier technique.

2. LA PROBLÉMATIQUE

Afin de remédier aux problèmes associés aux indices de productivité partielle, les économistes ont développé des indices de productivité totale des facteurs (PTF). En simplifiant quelque peu, ces indices peuvent se définir comme un rapport entre un indice agrégé de la production totale (Y) et un indice agrégé de l'ensemble des intrants (I) qui ont permis cette production. Soit :

$$PTF = Y / I$$

La croissance de la productivité peut donc s'exprimer comme suit :

$$(\Delta PTF / PTF)\% = (\Delta Y / Y)\% - (\Delta I / I)\%$$

où $(\Delta Y / Y)\%$ est le taux de croissance agrégé des extrants et $(\Delta I / I)\%$, le taux de croissance agrégé des intrants. La croissance de la productivité correspond donc à la part de la croissance de la production qui ne peut s'expliquer par celle des intrants utilisés. Elle reflète soit une amélioration de l'efficacité de l'unité de production ou l'adoption de nouvelles technologies plus performantes. Pour effectuer l'agrégation des taux de croissance, les indices traditionnels utilisent la part que représente chaque extrant dans le revenu total et la part de chaque intrant dans le coût total. Ils nécessitent donc non seulement des données sur les quantités, mais également des données sur les prix (pour calculer les parts) des extrants et des intrants.

Ces besoins particuliers en matière de données deviennent souvent problématiques lorsque l'unité de production pollue. En effet, les polluants n'ont généralement pas de valeur explicite (c'est-à-dire facilement observable) puisque, la plupart du temps, ils ne se transigent pas sur un marché où se détermineraient leurs prix². Or, puisque les prix sont nécessaires à l'agrégation des différents intrants et extrants, les émissions polluantes sont souvent ignorées par les indices de productivité traditionnels (Chung et autres, 1997).

L'exclusion des polluants va cependant engendrer un biais plus ou moins important suivant le degré des efforts de dépollution de l'industrie. Afin d'illustrer ce biais, considérons par exemple le cas d'une papetière qui réalise des investissements majeurs afin d'améliorer sa performance environnementale. Si nous mesurons la croissance de la productivité de cette usine avec un indice traditionnel de PTF, nous noterons une baisse de la productivité, puisque $(\Delta Y / Y)\%$ reste inchangé (l'investissement n'a aucune incidence sur les extrants désirables) et que le terme $(\Delta I / I)\%$ augmente. Par contre, dès l'instant où elles sont contraintes, les émissions polluantes ont, pour l'usine, un prix implicite non nul qui correspond au coût marginal de dépollution. Ces émissions peuvent être considérées soit comme des extrants indésirables, auquel cas leurs prix implicites sont négatifs, ou comme des intrants avec un prix positif. L'usine qui réduit ses émissions a donc un taux de

croissance de la productivité qui est plus important que celui que mesurent les indices traditionnels. En effet, relativement à la mesure traditionnelle, $(\Delta Y / Y)\%$ est plus important ou $(\Delta I / I)\%$ est plus faible suivant que les émissions sont considérées comme des extrants indésirables ou comme des intrants.

Deux options s'avèrent donc envisageables afin de considérer les polluants dans la mesure de la productivité :

1. déterminer un prix implicite pour les polluants afin de les considérer dans le calcul d'un indice traditionnel de productivité;
2. mesurer la productivité d'une unité de production en se référant directement à la technologie représentée par une frontière d'efficacité et sans avoir recours aux prix implicites des polluants.

La méthodologie pour laquelle nous avons opté se base sur la seconde approche. Nous décrivons cette méthodologie à la section suivante.

3. LA MÉTHODOLOGIE

3.1 Les polluants dans la technologie de production

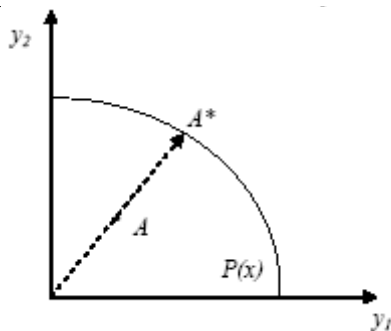
Avant d'introduire les polluants dans l'analyse, il est utile de rappeler certains concepts de base de la théorie de la production. Ainsi, en considérant qu'une entreprise utilise un vecteur de facteurs de production (intrants) $x = (x_1, \dots, x_n)$ pour produire des biens ou des services (extrants), $y = (y_1, \dots, y_m)$, son ensemble de production est constitué par tous les plans de production qui sont réalisables, soit formellement $T = \{(x, y) : x \text{ peut produire } y\}$. Avant tout, c'est donc la nature et l'état des connaissances à un moment donné, c'est-à-dire la technologie, qui déterminent les limites de cet ensemble.

Par ailleurs, la technologie de production peut être caractérisée par une collection d'ensembles $P(x)$, appelés ensembles des possibilités de production. Ceux-ci sont constitués de tous les vecteurs d'extrants réalisables à partir de x , soit $P(x) = \{(x, y) : x \text{ peut produire } y\}$ ³. Une série d'axiomes est par ailleurs nécessaire afin que les ensembles $P(x)$ modélisent bien une technologie de production (Färe, Grosskopf et Lovell, 1985). Deux de ces axiomes représentent respectivement la disposition forte (ou libre) des intrants et des extrants. La disposition forte des intrants signifie qu'il est toujours possible de produire la même quantité d'extrants à partir d'une plus grande quantité d'intrants. En d'autres termes, le fait de disposer d'intrants supplémentaires ne peut pas nuire à une firme. La disposition forte des extrants présume, quant à elle, qu'il est toujours possible de produire moins d'extrants à partir d'une quantité donnée d'intrants. La figure 3.1 illustre un ensemble des possibilités de production avec deux extrants y_1 et y_2 qui respectent ces axiomes.

² Les instruments économiques tels que les systèmes de permis échangeables et les taxes sur les émissions de pollution ont rendu les prix de certains polluants observables, mais leur utilisation demeure encore assez limitée.

³ La technologie peut aussi être caractérisée par une collection d'ensembles $L(y)$, qui sont constitués de tous les vecteurs d'intrants permettant de produire au moins le vecteur y , soit $L(y) = \{(x, y) : y \text{ peut être produit à partir de } x\}$.

Figure 3.1
Ensemble de production d'une firme produisant deux biens « désirables »



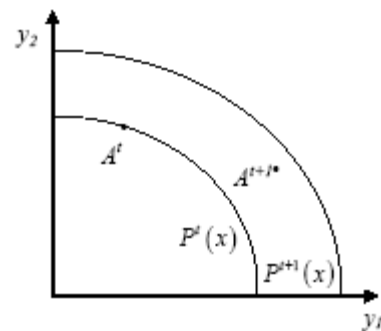
La frontière des $P(x)$ correspond aux plans de production qui sont techniquement efficaces (*best practice*). En d'autres termes, une usine qui fonctionne sous cette frontière est inefficace puisqu'il lui est possible d'accroître sa production sans modifier la quantité de ses intrants (par exemple, le point A à la figure 3.1). Dans le cas particulier où il n'y a qu'un seul extrant, cette fonction correspond à la fonction de production.

La position d'une firme par rapport à la frontière d'efficacité est donc un déterminant important de sa productivité. Dans ce contexte, les variations dans la productivité d'une usine peuvent provenir de deux sources :

1. Un changement technologique qui se manifeste par un déplacement de la frontière. Sur la figure 3.2, le déplacement de la frontière entre t et $t+1$ illustre un progrès technologique.
2. Un changement dans le degré d'efficacité qui correspond à un déplacement de l'unité de production relativement à la frontière d'efficacité. Sur la figure 3.2, le déplacement de l'usine A entre t et $t+1$ traduit une diminution du degré d'efficacité.

Une fois la technologie de production et ses principales propriétés établies, nous pouvons nous intéresser à la façon d'y considérer les polluants. À cette fin, deux approches ont été proposées dans la littérature. Selon la première méthode, les polluants sont simplement associés à des intrants nécessaires à la production. Ball et autres (2004) justifient cette approche en argumentant que l'environnement peut être vu comme un « réservoir » dans lequel une firme rejette les sous-produits indésirables découlant de sa production. Ainsi, le niveau d'émissions reflète l'utilisation que fait une usine de la capacité d'absorption de l'environnement. Cette approche a l'avantage d'être simple puisqu'elle ne nécessite aucune modification particulière de la théorie de la production. De plus, elle permet facilement d'accommoder certaines des hypothèses traditionnelles en économie de l'environnement, par exemple la convexité des coûts marginaux de dépollution qui, dans le cas simple d'un seul extrant, signifie que, pour réduire les émissions d'un polluant, il est nécessaire de réduire, toutes choses étant égales par ailleurs, de plus en plus la production⁴.

Figure 3.2
Sources des variations dans la productivité d'une usine



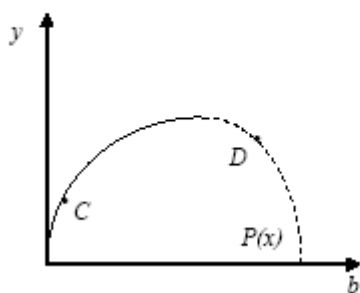
Cette approche présente toutefois certains inconvénients. Dans le cas de l'industrie des pâtes et papiers à laquelle nous nous intéressons, il est conceptuellement plus difficile d'associer les émissions polluantes à un intrant, puisque ces émissions sont plutôt des sous-produits issus du processus de production. Ainsi, il est sans doute conceptuellement préférable de considérer les polluants comme des extrants « indésirables » dont la production est indissociable de celle des extrants désirables. C'est l'hypothèse adoptée dans la deuxième approche proposée dans la littérature.

Si les émissions sont considérées comme des extrants, il n'est toutefois pas satisfaisant de leur imposer l'axiome de disposition forte. En effet, cela signifierait qu'il est toujours possible d'émettre, sans contrainte, moins de pollution, tout en maintenant le niveau des extrants désirables et des intrants. Ainsi, l'axiome de disposition forte est remplacé par celui de la disposition faible pour les extrants indésirables. Dans ce contexte, le vecteur de production peut s'écrire (y, b) avec y comme sous-vecteur des extrants désirables et $b = (b_1, \dots, b_n)$, celui des indésirables. La disposition faible de b signifie que, pour réduire les extrants indésirables, la firme doit réduire simultanément et de façon proportionnelle sa production d'extrants désirables. Notons que la disposition forte des extrants désirables est maintenue. Cette modification permet donc de reconnaître que, pour réduire les émissions, il est nécessaire de réduire la quantité d'extrants désirables, toutes choses étant égales par ailleurs, particulièrement x . De plus, nous considérons que le seul moyen de ne pas produire de pollution est de ne rien produire.

La figure 3.3 illustre un ensemble de production qui respecte les hypothèses précédentes dans le cas d'une firme qui produit un extrant désirable y en émettant un polluant b à partir d'une quantité fixe d'intrants. En comparant cet exemple avec celui qu'illustre la figure 3.1, on note que le caractère indésirable d'un extrant restreint l'ensemble des possibilités de production. Cela suppose que certaines firmes, qui auraient été jugées inefficaces sous la disposition forte des extrants indésirables, par exemple la firme C , définissent maintenant la frontière d'efficacité.

⁴. Le coût de dépollution correspond donc à un coût d'opportunité au chapitre de la production perdue.

Figure 3.3
Ensemble des possibilités de production d'une firme produisant un extrant désirable et un sous-produit indésirable



Cette seconde approche présente également certains inconvénients. Par exemple, nous trouvons des cas « pathologiques », c'est-à-dire des unités de production qui sont théoriquement efficaces même si elles peuvent produire davantage tout en réduisant leurs niveaux d'émissions. Sur la figure précédente, l'unité *D* pourrait, en demeurant efficace, produire davantage d'extrants désirables tout en améliorant sa performance environnementale.

Étant donné les avantages et les limites des deux approches sur le plan théorique, il est intéressant de comparer les résultats obtenus avec ces deux méthodes et d'évaluer aussi les difficultés pratiques de chacune sur des données réelles.

3.2 LA MESURE DE LA PRODUCTIVITÉ

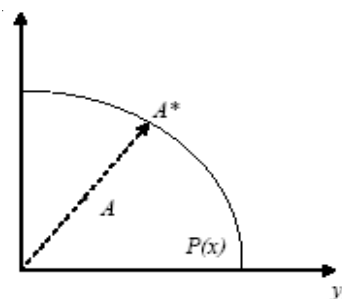
Dans la section précédente, nous avons montré que les changements de productivité correspondent soit à des déplacements de la frontière ou à des déplacements des unités de production vis-à-vis de celle-ci. Pour mesurer ces déplacements, il est nécessaire de définir un concept de distance, plus particulièrement une direction de projection des unités de production sur la frontière.

En l'absence de sous-produits indésirables ou en considérant les polluants comme des intrants, nous pouvons utiliser les fonctions de distance d'extrant de type radial. Celles-ci projettent les unités de production vers la frontière en considérant l'accroissement maximal possible et proportionnel de tous les extrants, tout en maintenant constante la quantité des intrants.

Sans se lancer ici dans les développements mathématiques des fonctions de distance d'extrant de type radial, on remarque qu'elles prennent des valeurs soit égales à 1 quant aux unités qui exploitent sur la frontière, soit inférieures à 1 pour ce qui est des unités qui exploitent sous la frontière.

Prenons par exemple la figure 3.4, sur laquelle nous observons les possibilités de production de deux extrants désirables y_1 et y_2 à partir d'une quantité fixe d'intrants. Dans ce cas, la fonction de distance d'extrant de type radial revient à projeter un point inefficace sur la frontière, en suivant la direction définie par un rayon passant par l'origine et le point d'observation (A^* est le point de projection de *A*).

Figure 3.4
Fonction de distance d'extrant de type radial



C'est à partir des fonctions de distance d'extrant de type radial qu'a été élaboré l'indice Malmquist (*M*) qui mesure l'évolution de la productivité entre deux périodes pour une unité de production utilisant un vecteur d'intrants x (dans lequel peuvent être inclus les polluants) afin de produire un vecteur d'extrants y . L'indice *M*, qu'on pourrait écrire également sous forme d'équation, est le produit de deux rapports et son interprétation est assez intuitive. Le premier rapport mesure le « déplacement » de la firme analysée entre t et $t+1$ par rapport à la technologie (frontière d'efficacité) de la période t . Le deuxième terme mesure quant à lui le déplacement de la même firme par rapport à la technologie de la période $t+1$. L'indice calcule ensuite une moyenne géométrique de ces deux termes afin d'éviter de devoir faire un choix nécessairement arbitraire entre les deux mesures (Coelli et autres, 1999). Lorsque la valeur de l'indice est supérieure ou inférieure à 1, le résultat indique une croissance ou une décroissance de la productivité entre les deux périodes. Pour obtenir un taux de croissance de la productivité, il suffit de soustraire 1 à l'indice *M*. Färe et autres (1994) montrent également que l'indice *M* peut être décomposé pour obtenir le produit de deux termes qui expriment les principales sources de croissance de la productivité. Selon cette décomposition, un premier terme représente le changement dans l'efficacité de la firme, c'est-à-dire le déplacement de celle-ci, entre t et $t+1$, par rapport aux frontières pertinentes à chaque période. Un deuxième terme exprime quant à lui le progrès technologique ou le déplacement de la frontière entre les deux périodes⁵.

Empiriquement, nous utilisons l'indice *M* lorsque nous ignorons la performance environnementale (PE) et lorsque les polluants sont considérés comme des intrants. Ainsi, cet indice nous permet d'observer l'importance du biais associé au fait d'ignorer la PE dans la mesure de la productivité.

Si l'on considère les polluants comme des extrants indésirables, les fonctions de distance d'extrant de type radial ne sont plus vraiment appropriées. En effet, l'accroissement de la production de sous-produits indésirables n'est pas souhaitable ou n'est tout simplement pas possible si l'entreprise fait face à une réglementation environnementale. Dans ce cas, il est préférable d'utiliser les fonctions de distance directionnelle qui permettent un traitement asymétrique des extrants désirables et indésirables.

Formellement, pour des unités de production produisant un vecteur d'extrants désirables y et un vecteur d'extrants indési-

⁵ Le fait de soustraire 1 à la valeur de chacun de ces éléments permet, encore une fois, d'exprimer le résultat en termes de taux de croissance.

rables b à partir d'un vecteur de facteurs de production x , les fonctions de distance directionnelle se définissent ainsi :

$$\bar{D}_o(x, y, b; g) = \max\{\beta : (x, y, b) + (\beta g_x, \beta g_y, \beta g_b) \in P(x)\} \quad (3.1)$$

où $g = (g_x, g_y, g_b)$ est un vecteur déterminant la direction considérée.

Différentes directions peuvent être envisagées mais, aux fins de notre analyse, une direction appropriée est celle qui mesure l'accroissement maximal des extrants désirables en même temps que la réduction proportionnelle de la production des sous-produits indésirables, étant donné une quantité fixe d'intrants⁶.

Formellement, ce type de distance directionnelle se définit ainsi :

$$\bar{D}_o(x, y, b; y, -b) = \max\{\beta : (x, y, b) + (\beta y, -\beta b) \in P(x)\} \quad (3.2)$$

La distance β ainsi calculée prend une valeur entre 0 et 1. Par exemple, si $\beta = 0$, alors l'entreprise est sur la frontière, tandis qu'une distance $\beta = 1$ signifierait que la firme est en mesure de doubler sa production tout en cessant complètement de polluer.

C'est donc en considérant cette relation que l'indice Malmquist-Luenberger (ML) a été élaboré à partir des fonctions de distance directionnelle. La structure de l'indice et l'interprétation des résultats sont les mêmes que pour l'indice M. Cet indice peut, lui aussi, être décomposé afin d'exprimer les principales sources de l'évolution de la productivité. Selon cette décomposition, le premier terme s'interprète, encore une fois, comme le changement dans le degré d'efficacité et le deuxième exprime, quant à lui, le progrès technologique.

Notons qu'en considérant les polluants comme des intrants, il est également possible d'utiliser les fonctions de distance directionnelle et l'indice ML. Dans ce cas, le vecteur de direction utilisé correspond à l'accroissement maximal possible des extrants désirables en même temps que la réduction proportionnelle de tous les intrants, tous les accroissements (réductions) d'extrants (d'intrants) étant aussi proportionnels. Empiriquement, nous mesurons donc la productivité par un indice ML, tant lorsque les polluants sont considérés comme des intrants que lorsqu'ils sont traités comme des extrants indésirables.

Les fonctions de distance directionnelle permettent donc un ajustement simultané des intrants utilisés et des extrants (désirables et indésirables) produits par une firme. À l'opposé, les fonctions de distance d'extrant de type radial ne considèrent qu'un accroissement des extrants. Selon Boussemart, Briec, Kerstens et Poutineau (2003), cette différence entre les deux types de fonctions de distance sous-tend

des hypothèses différentes sur le comportement des unités de production analysées quant à leur recherche de l'efficacité. Ainsi, ils affirment que les fonctions de distance radiale, et donc l'indice M, supposent la maximisation des revenus, alors que les fonctions de distance directionnelle et l'indice ML sont plus compatibles avec la maximisation des profits. Puisque la maximisation des profits est généralement préférable à la maximisation des revenus pour une industrie où les firmes se font concurrence, ils concluent que, d'un point de vue théorique, l'indice ML est supérieur à l'indice M⁷.

Pour construire la frontière d'efficacité de l'industrie, nous avons opté pour la méthode du Data Envelopment Analysis (DEA) qui permet donc d'établir une frontière non paramétrique, linéaire par partie et « enveloppant » le mieux possible l'ensemble des observations disponibles. Cette approche est décrite en détail dans le *Cahier technique*, consultable à l'ISQ.

4. LES DONNÉES

L'industrie québécoise des pâtes et papiers est composée d'usines produisant différentes catégories de pâtes, papiers et cartons à partir de divers procédés de production. Cette industrie représente un levier important pour l'économie du Québec et constitue la principale activité économique de plusieurs communautés. En effet, en 2002, non seulement représentait-elle 2 % du PIB québécois, mais cette industrie embauchait aussi près de 35 000 personnes et ses exportations représentaient 7,525 milliards de dollars, soit environ 11 % de l'ensemble des exportations québécoises⁸. Comme c'est le cas de la majorité des industries manufacturières québécoises et canadiennes, la plus grande part de ces exportations est destinée au marché américain.

L'industrie des pâtes et papiers au Québec est constituée de 64 usines dont 60 ont été en activité en 2002. Selon les fiches techniques des usines présentées dans le « Bilan de conformité environnementale – Secteur des pâtes et papiers 2002 » produit par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), 16 d'entre elles produisent principalement du papier journal, produit qui représente environ 45 % de la production totale de l'industrie en 2002. C'est d'ailleurs dans la production du papier journal que l'industrie québécoise occupe une place de choix sur les plans national et international. En effet, le Québec a produit, en 2002, 44 % du papier journal au Canada et 10 % du papier journal dans le monde⁹.

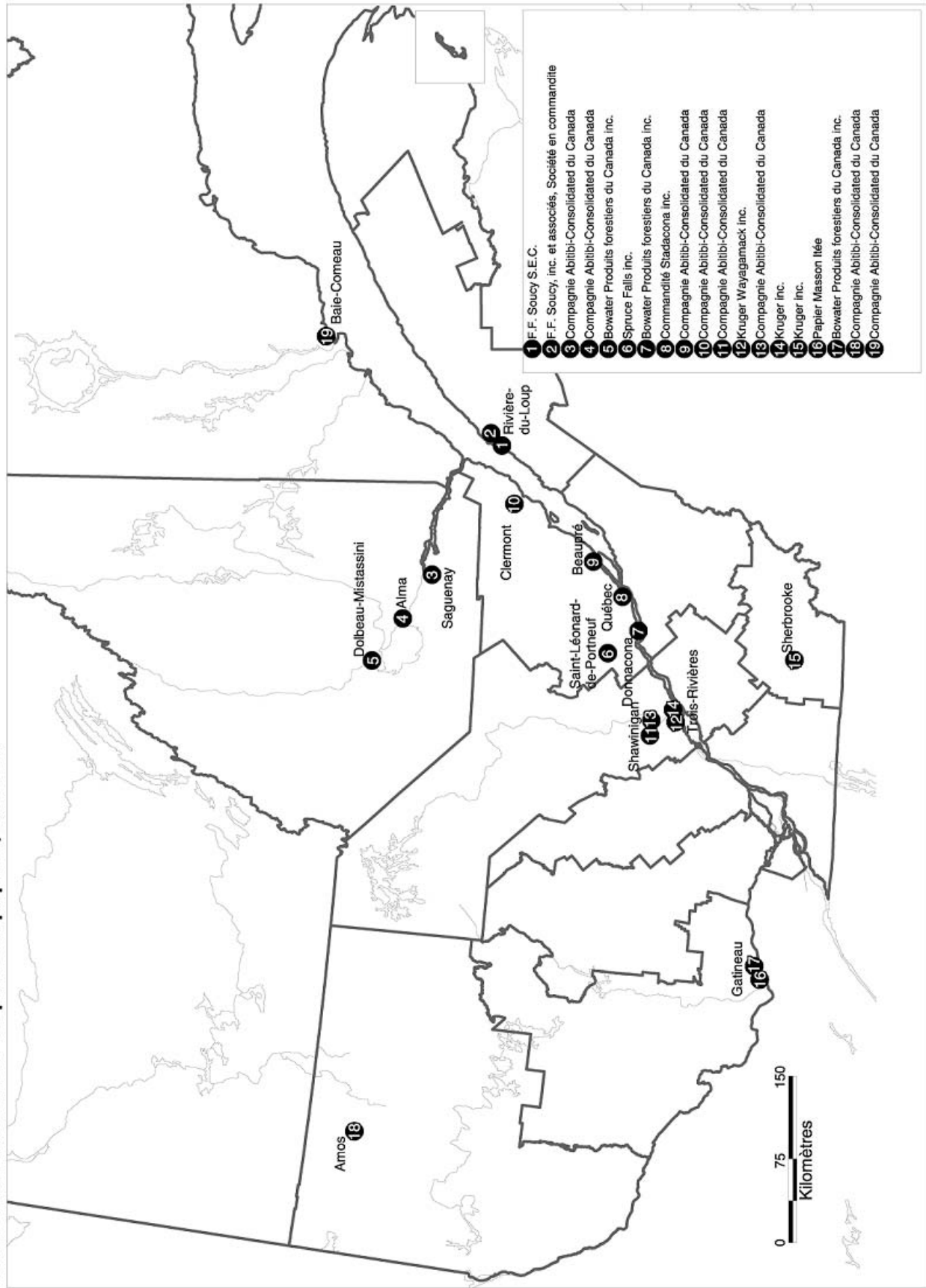
⁶. Les accroissements (les réductions) des extrants désirables (indésirables) sont aussi proportionnels.

⁷. L'analyse de Boussemart et autres (2003) ignore la performance environnementale. Leurs conclusions peuvent toutefois s'appliquer à la mesure de l'évolution de la PTF en présence de sous-produits indésirables.

⁸. MRNF (2004a et 2004b).

⁹. MRNF (2004a).

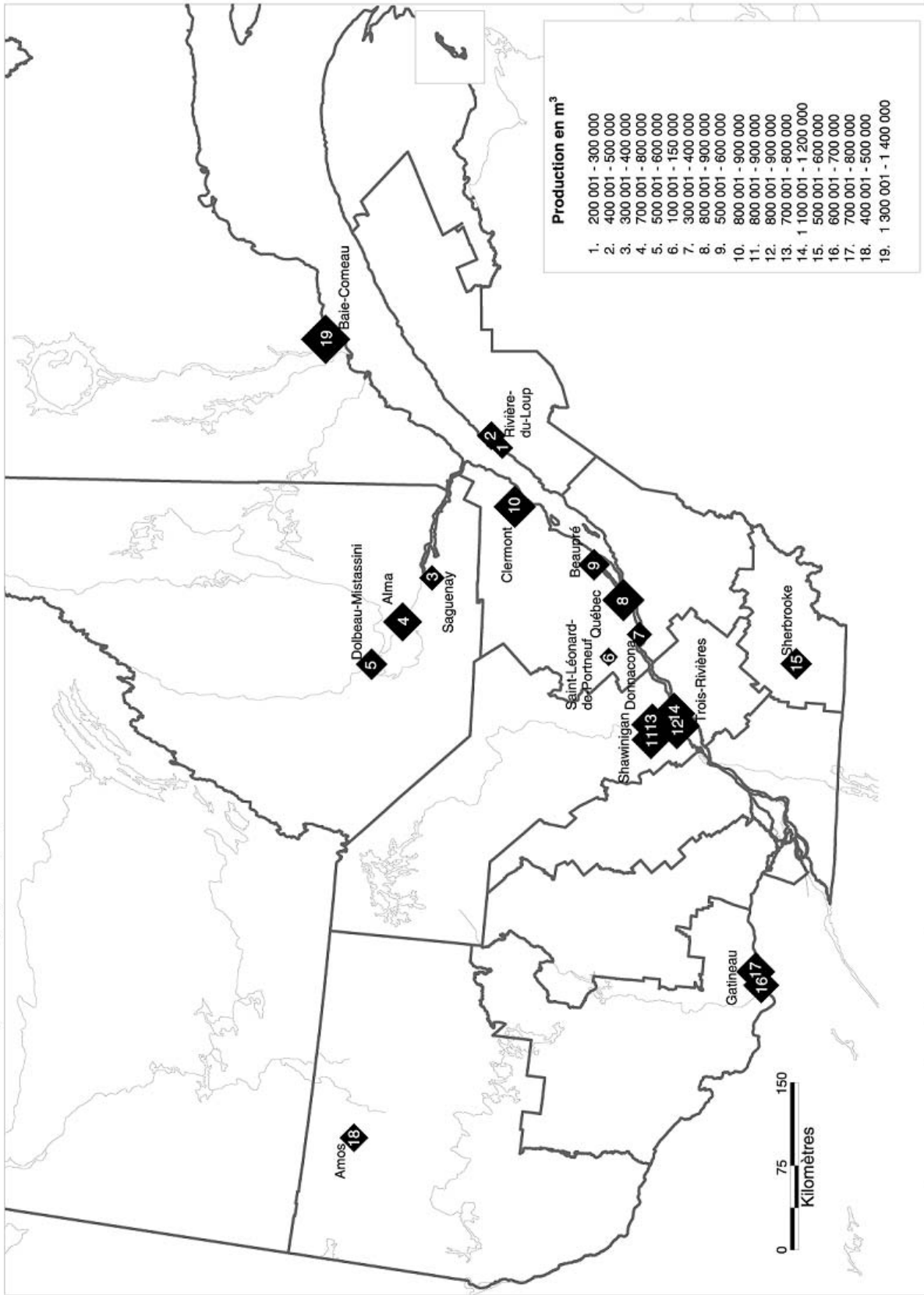
Localisation des usines de pâtes et papiers, Québec



- 1 F.F. Soucy S.E.C.
- 2 F.F. Soucy, inc. et associés, Société en commandite
- 3 Compagnie Abitibi-Consolidated du Canada
- 4 Compagnie Abitibi-Consolidated du Canada
- 5 Bowater Produits forestiers du Canada inc.
- 6 Spruce Falls inc.
- 7 Bowater Produits forestiers du Canada inc.
- 8 Commandité Stadacona inc.
- 9 Compagnie Abitibi-Consolidated du Canada
- 10 Compagnie Abitibi-Consolidated du Canada
- 11 Kruger Wayagamack inc.
- 12 Compagnie Abitibi-Consolidated du Canada
- 13 Compagnie Abitibi-Consolidated du Canada
- 14 Kruger inc.
- 15 Kruger inc.
- 16 Papier Masson Itée
- 17 Bowater Produits forestiers du Canada inc.
- 18 Compagnie Abitibi-Consolidated du Canada
- 19 Compagnie Abitibi-Consolidated du Canada

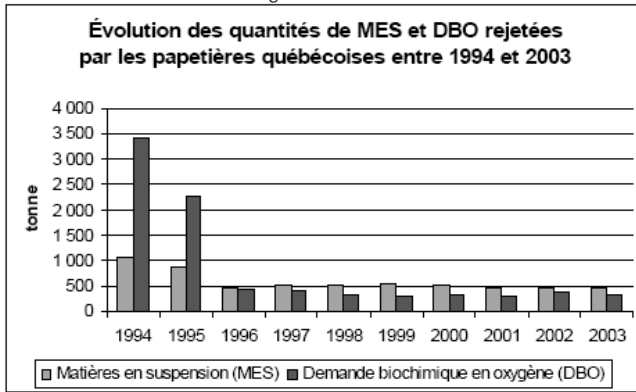
Source : Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, avril 2006
 Réalisation : Institut de la statistique du Québec, Direction des statistiques économiques et sociales

Production des usines de pâtes et papiers, Québec



Source : Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, avril 2006
Réalisation : Institut de la statistique du Québec, Direction des statistiques économiques et sociales

Figure 4.1



D'un point de vue environnemental, l'industrie des pâtes et papiers fait sans doute partie des industries manufacturières les plus polluantes au Québec et au Canada. Les problèmes environnementaux causés par l'industrie touchent principalement les milieux aquatiques et c'est sur ce plan que la réglementation environnementale est la plus abondante. Parmi les principaux polluants rejetés dans les cours d'eau par les usines de pâtes et papiers, nous trouvons notamment des MES et de la matière organique dissoute (des résidus de bois, par exemple) dont le dommage est mesuré par la charge de DBO¹⁰. Ces deux polluants ont des conséquences néfastes sur le milieu aquatique ainsi que sur le comportement et la santé des poissons. Des investissements importants de l'ordre de 989 millions de dollars entre 1992 et 1999 ont toutefois permis à l'industrie d'améliorer l'efficacité des systèmes de traitement et de réduire ainsi les rejets de MES et de DBO (Concerpro, 2003), comme en témoigne la figure 4.1. Au cours des dernières années, les papetières ont atteint d'excellents niveaux de conformité environnementale.

Pour notre analyse, nous utilisons les indices présentés à la section 3, afin de mesurer l'évolution de la productivité dans l'industrie québécoise de la fabrication du papier journal. Puisque cette méthode de mesure de la productivité nécessite la « construction » d'une frontière d'efficacité, il est important que l'échantillon soit composé d'unités de production utilisant des technologies relativement uniformes. En effet, ces indices sont assez sensibles aux observations extrêmes, ce qui signifie qu'un échantillon trop hétérogène pourrait créer un biais dans la mesure de la productivité.

Notre analyse concerne donc des papetières qui utilisent le même procédé de production. Ainsi, les usines composant notre échantillon produisent du papier journal à partir d'un procédé de mise en pâte thermomécanique (PTM) très répandu dans l'industrie. L'analyse a été effectuée avec un groupe de huit usines pour une période de six années, de 1997 à 2002. Pour des questions de confidentialité, nous ne pouvons pas révéler l'identité de ces usines. Du point de vue méthodologique, notre échantillon couvre toutefois une part

significative de la production du papier journal au Québec. En effet, parmi les 64 usines qui forment l'industrie québécoise des pâtes et papiers, rappelons que seulement 16 établissements ont le papier journal pour principale production. Ainsi, notre échantillon regroupe la moitié des usines de papier journal du Québec et, en ce qui concerne la production manufacturière, ces huit papetières représentent 50,9 % (57,1 %) de la production de l'industrie québécoise du papier journal en 1997 (2002)¹¹.

Pour chacune des huit fabriques composant l'échantillon, nous avons pu rassembler des données concernant la production, les intrants utilisés et les rejets de polluants dans l'environnement. Ces données proviennent de deux sources :

1. le MDDEP;
2. l'ISQ.

Les données concernant les émissions de pollution et la production manufacturière nous ont été fournies par la Direction des politiques de l'eau du MDDEP. Ces données ont notamment servi à la réalisation des bilans annuels de conformité environnementale produits par le Ministère. Quant aux données sur les intrants, elles proviennent principalement de l'*Enquête annuelle des manufactures* de Statistique Canada et elles ont été consultées à l'ISQ. Dans la suite de cette section, nous présentons les intrants, les extrants et les polluants considérés dans la technologie de chacune des huit papetières de notre échantillon.

Pour notre analyse empirique, nous considérons d'abord que le papier journal constitue le seul extrant désirable produit par les usines. Ce choix s'explique facilement par le fait que le papier journal représente plus de 99 % du revenu total des huit papetières composant notre échantillon. Ainsi, les quelques autres extrants produits par certaines des usines sont d'une importance plutôt marginale en comparaison du papier journal.

Nous avons ensuite considéré les deux principaux polluants rejetés dans l'environnement par l'industrie de la fabrication du papier journal, c'est-à-dire les MES et la DBO. Dans la littérature pertinente, certaines études se sont également concentrées sur les émissions de ces deux polluants pour l'industrie des pâtes et papiers. Parmi celles-ci, mentionnons notamment celle de Hailu et Veeman (2000), qui s'intéresse à l'évolution de la productivité dans l'industrie canadienne des pâtes et papiers. Le tableau 4.1 présente quelques statistiques descriptives concernant la production et les rejets de MES et de DBO par les huit usines de notre échantillon.

¹⁰. Cette mesure est faite sur une période de cinq jours, d'où la notation DBO₅ que l'on voit souvent dans les publications gouvernementales.

¹¹. Cette statistique a été calculée à partir des données sur la production des usines et de l'industrie québécoise provenant du MDDEP.

Tableau 4.1
Statistiques descriptives

Année	Variable	Moyenne	Écart type	Année	Variable	Moyenne	Écart type
1997	Papier journal (t/a)	308 035,00	121 669,00	2000	Papier journal (t/a)	333 181,00	126 000,00
	MES (t/a)	399,95	274,97		MES (t/a)	440,70	278,82
	DBO (t/a)	224,76	178,71		DBO (t/a)	157,30	95,67
1998	Papier journal (t/a)	292 062,00	126 652,00	2001	Papier journal (t/a)	318 187,00	109 248,00
	MES (t/a)	322,39	181,35		MES (t/a)	462,62	490,51
	DBO (t/a)	144,45	87,68		DBO (t/a)	255,21	412,20
1999	Papier journal (t/a)	317 193	114 269,00	2002	Papier journal (t/a)	333 669,00	121 734,00
	MES (t/a)	400,20	263,78		MES (t/a)	338,02	216,94
	DBO (t/a)	170,96	116,72		DBO (t/a)	198,96	220,35

Nous considérons enfin cinq intrants dans la définition de la technologie des fabriques. Ceux-ci sont le capital, le travail manufacturier, la matière ligneuse, l'énergie et les produits chimiques. Aucune statistique descriptive ne peut être présentée pour ces intrants, étant donné les restrictions imposées par l'ISQ pour préserver la confidentialité des données. De plus, soulignons que, pour chacun des intrants, des approximations ou des agrégations ont dû être utilisées. Le *Cahier technique* donne plus de détails à ce sujet.

5. LES RÉSULTATS

Au cours de la partie empirique de notre analyse, nous avons mesuré l'évolution de la PTF des huit usines de notre échantillon :

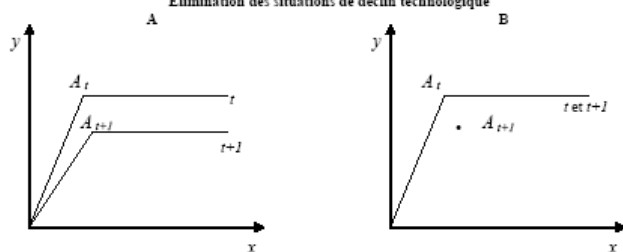
1. en ignorant la performance environnementale;
2. en introduisant les MES et la DBO comme des intrants dans la technologie;
3. en introduisant les MES et la DBO comme des extrants indésirables dans la technologie.

Nous avons cependant rencontré des difficultés, ce qui nous a amenés à tester l'application de différentes approches.

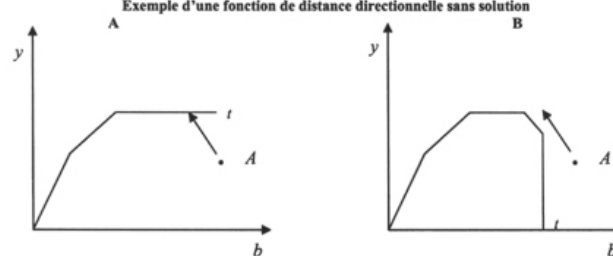
La première difficulté rencontrée est la mesure d'un déclin technologique dans l'industrie pour certaines années, et ce, avant et après l'introduction des polluants dans l'analyse. Bien qu'une telle situation soit possible du point de vue théorique, elle ne s'applique cependant pas à l'industrie québécoise de la fabrication du papier journal. En effet, Shestalova (2003) souligne que, pour une industrie manu-

facturière, les reculs de la productivité sont généralement temporaires et ne peuvent donc pas s'expliquer par une « détérioration de la technologie. » Ainsi, le déclin de la PTF est plus susceptible d'être provoqué par une perte d'efficacité qui, pour l'industrie de la fabrication du papier journal, peut être causée par la nature cyclique de la demande. Une diminution de la demande engendre une perte d'efficacité par le ralentissement de la production, l'accumulation des stocks et le maintien des emplois. Par exemple, entre 2001 et 2002, le prix du papier journal est passé d'un maximum de 625 \$US par tonne métrique (tm) (avril-juin 2001) à un minimum de 445 \$US/tm (juillet-août 2002), ce qui reflète la forte diminution de la demande provoquée par le ralentissement de l'économie nord-américaine, après les événements de septembre 2001¹². Toutefois, selon nos premiers résultats, la réduction de la productivité au cours de cette période s'expliquerait plutôt par un déclin technologique. Pour remédier à cette situation, nous avons donc utilisé une approche alternative qui élimine la possibilité de mesurer un déclin technologique. Cette solution consiste à considérer qu'à chacune des périodes analysées, toutes les technologies précédentes sont également possibles (Tulkens et Vanden Eeckaut, 1995 ; Shestalova, 2003). Afin de mieux illustrer l'approche proposée, considérons l'exemple présenté aux figures 5.1-A et 5.1-B. Sur ces figures, nous observons la firme A qui produit du papier journal (y) à partir d'un intrant x lors de deux périodes consécutives. Cette fabrique fait face à une diminution de la demande de papier journal à la période $t+1$ qui l'amène à réduire sa production. L'approche initiale aurait considéré deux frontières d'efficacité, nous amenant ainsi à mesurer un déclin technologique provoqué par le déplacement vers le bas de la *best practice* à $t+1$ (figure 5.1-A). La nouvelle approche, dite séquentielle, consiste à construire la frontière à $t+1$ à partir des points A_t et A_{t+1} (figure 5.1-B). Nous mesurerions ainsi une décroissance de l'efficacité de l'usine A au lieu d'un déclin technologique¹³.

Figure 5.1
Élimination des situations de déclin technologique



Graphique 5.2
Exemple d'une fonction de distance directionnelle sans solution



¹². MRNF (2004b) et MRNF (2004c).

¹³. Notons que l'approche séquentielle peut non seulement modifier considérablement la décomposition de la productivité entre le progrès technique et le changement d'efficacité comme dans notre exemple), mais aussi la mesure du changement de la productivité en elle-même. En effet, cette approche peut modifier de manière non triviale la forme générale de la frontière d'efficacité. Nos résultats nous ont permis de confirmer ce point.

L'autre difficulté importante que nous avons rencontrée est liée à l'introduction des polluants comme des extraits indésirables dans la technologie de production des usines. En effet, l'une des grandes faiblesses de la méthodologie basée sur la DEA est qu'elle est très sensible aux observations extrêmes. En présence de telles observations, il se peut que certaines des fonctions de distance directionnelle nécessaires au calcul de l'indice ML n'aient pas de solution.

Les figures 5.2-A et 5.2-B illustrent un exemple de fonctions de distance directionnelle sans solution pour l'usine A, observée à t et $t+1$. Cette usine produit un extrait désirable y et un polluant b à partir d'une quantité donnée d'intrants. Les figures A et B illustrent respectivement la frontière d'efficacité lorsque les polluants sont introduits dans la technologie comme des intrants et lorsqu'ils sont introduits comme des extraits indésirables. À la figure A, la disposition forte des intrants fait que la distance directionnelle a nécessairement une solution puisqu'il existe toujours un point de projection sur la frontière. À la figure B, nous voyons toutefois qu'il est possible que l'usine A observée à $t+1$ ne puisse être projetée sur la frontière d'efficacité de la période t . Si tel est le cas, la fonction distance directionnelle $D_o^t(x_A^{t+1}, y_A^{t+1}, b_A^{t+1}; g_y, g_b)$, où $(g_y, g_b) = (y, -b)$, n'a pas de solution. Ces fonctions de distance sans solution ont évidemment réduit notre capacité de mesurer l'évolution de la productivité d'une papetière en présence d'extraits indésirables. En effet, nous avons vu, à la section 3, que quatre distances étaient nécessaires au calcul d'un indice de productivité M ou ML. Si l'une des fonctions de distance nécessaire n'a pas de solution, il est impossible de mesurer l'évolution de la productivité.

Étant donné ces deux problématiques, nous pouvons donc analyser l'évolution de la PTF dans l'industrie de la fabrication du papier journal en ignorant la PE et en introduisant les polluants comme des intrants dans la technologie de production. Le tableau 5.1 présente les résultats. Dans chaque cas, nous comparons les résultats obtenus à partir d'un indice Malmquist et ceux qui sont calculés selon un indice Malmquist-Luenberger.

Tableau 5.1
Mesure de l'évolution de la productivité entre 1997 et 2002

Années	Indice Malmquist			Indice Malmquist-Luenberger		
	Δ	Δ	Δ PTF	Δ	Δ	Δ PTF
	efficacité	technique		efficacité	technique	
1997-1998	-1,9%	1,2%	-0,8%	-0,8%	0,6%	-0,3%
1998-1999	1,9%	3,7%	5,7%	0,8%	1,8%	2,6%
1999-2000	1,1%	4,7%	5,9%	0,5%	2,4%	2,9%
2000-2001	-6,3%	6,7%	-0,1%	-3,1%	3,3%	0,1%
2001-2002	0,5%	2,0%	2,5%	0,2%	1,0%	1,2%
Moyenne	-1,0%	3,6%	2,6%	-0,5%	1,8%	1,3%

Années	Indice Malmquist			Indice Malmquist-Luenberger		
	Δ	Δ	Δ PTF	Δ	Δ	Δ PTF
	efficacité	technique		efficacité	technique	
1997-1998	-2,4%	2,6%	0,2%	-1,1	1,4	0,3
1998-1999	2,4%	4,1%	6,6%	1,0	2,0	3,1
1999-2000	0,9%	4,4%	5,3%	0,4	2,2	2,7
2000-2001	-5,1%	7,5%	1,9%	-2,5	3,8	1,2
2001-2002	-0,3%	4,7%	4,4%	-0,1	2,4	2,3
Moyenne	-1,0%	4,7%	3,7%	-0,5	2,4	1,9

Plusieurs observations peuvent être formulées à partir de ces résultats. D'abord, nous notons que tenir compte de la performance environnementale a une incidence positive évidente sur la mesure de l'évolution de la productivité de l'industrie québécoise de la fabrication du papier journal. Outre ce constat général, nous observons également que la croissance de la productivité mesurée par l'indice M est toujours plus forte que celle qu'on mesure avec un indice ML. En ignorant la performance environnementale ou en introduisant les polluants comme des intrants dans la technologie, nous observons que la valeur de l'indice M est environ deux fois supérieure à celle de l'indice ML. Étant donné que l'indice ML (et les fonctions de distance directionnelle qui le composent) sont davantage compatibles avec l'hypothèse de maximisation des profits (Boussemart et autres, 2003), nous concluons qu'il est plus précis pour la mesure de l'évolution de la productivité de l'industrie québécoise de la fabrication du papier journal.

À la lumière de ces différentes observations et à partir des résultats que nous avons obtenus, nous pouvons conclure que la croissance moyenne de la productivité dans l'industrie québécoise de la fabrication du papier journal, entre 1997 et 2002, approche 1,9 %. Cette croissance s'expliquerait par un progrès technologique de 2,4 %, toutefois atténué par une diminution de 0,5 % dans l'efficacité des fabriques. Ces résultats découlent de l'utilisation de l'approche séquentielle traitant les polluants comme des intrants dans la technologie de production des fabriques. L'évolution de la productivité est donc mesurée par un indice Malmquist-Luenberger, construit à partir de fonctions de distance directionnelle, considérant l'accroissement maximal de la production de papier journal, combiné à une réduction simultanée de l'utilisation de tous les intrants, y compris les polluants. Les résultats montrent également l'incidence positive associée au fait de tenir compte des améliorations de la PE dans la mesure de l'évolution de la productivité.

6. CONCLUSION

L'industrie de la fabrication du papier journal s'est transformée au cours des dernières décennies. L'amélioration de la performance environnementale des usines n'est qu'un aspect de cette transformation, mais il ne fait aucun doute qu'elle puisse avoir eu une incidence importante sur la productivité et la compétitivité de cette industrie. Cet aspect constitue donc un élément qu'il faut introduire dans la mesure de la productivité de ce secteur de l'économie. Plusieurs études publiées dans la littérature économique ont déjà montré que l'analyse de la croissance de la productivité peut être biaisée, si l'on ne tient pas compte des améliorations de la performance environnementale des unités de production. Aux fins de notre analyse, nous souhaitons donc utiliser des indices permettant de tenir compte des améliorations de la PE pour mesurer l'évolution de la PTF de l'industrie québécoise de la fabrication du papier journal.

Nous avons appliqué notre analyse à un groupe de huit papeteries dont nous avons mesuré l'évolution de la productivité entre 1997 et 2002. Les résultats de notre étude nous permettent de confirmer l'incidence positive associée au fait de considérer la performance environnementale d'une industrie réglementée dans la mesure de l'évolution de sa productivité. Rappelons également que les résultats les plus intéressants ont été obtenus en introduisant les polluants comme des intrants dans la technologie de production des papeteries.