

DOCUMENT DE TRAVAIL

**PROGRÈS TECHNIQUE INCORPORÉ
AU CAPITAL ET RALENTISSEMENT
DE LA CROISSANCE
DE LA PRODUCTIVITÉ AU CANADA**

*Document de travail n° 21
Avril 1998*



Industrie Canada Industry Canada

DOCUMENT DE TRAVAIL

**PROGRÈS TECHNIQUE INCORPORÉ
AU CAPITAL ET RALENTISSEMENT
DE LA CROISSANCE
DE LA PRODUCTIVITÉ AU CANADA**

*par Surendra Gera, Wulong Gu et Frank C. Lee,
Industrie Canada*

*Document de travail n° 21
Avril 1998*

Also available in English

Données de catalogage avant publication (Canada)

Gera, Surendra

Progrès technique incorporé au capital et ralentissement de la croissance de la productivité au Canada

(Document de travail ; n° 21)

Texte en français et en anglais disposé tête-bêche.

Titre de la p. de t. addit. : Capital-Embodied Technical Change and the Productivity Growth Slowdown in Canada

Comprend des références bibliographiques.

ISBN 0-662-63524-8

N° de cat. C21-24/21-1998

1. Industries – Innovations – Canada.
2. Capital – Productivité – Canada.
3. Productivité – Canada.
 - I. Gu, Wulong, 1964-
 - II. Lee, Frank C. (Frank Chung)
 - III. Canada. Industrie Canada.
 - IV. Titre.
 - V. Coll. : Document de travail (Canada. Industrie Canada).

HC79.T4S87 1998

338'.06'0971

C98-980160-8F

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier James Brock, Rick Harris, Serge Nadeau, Keith Newton, Someshwar Rao, Andrew Sharpe et deux lecteurs indépendants pour les commentaires utiles qu'ils nous ont présentés. Les auteurs acceptent toutefois l'entière responsabilité des erreurs et des omissions qui pourraient subsister dans l'étude.

Les opinions exprimées dans ce document de travail ne reflètent pas nécessairement celles d'Industrie Canada ou du gouvernement fédéral.

Vous trouverez, à la fin du présent ouvrage, des renseignements sur les documents publiés dans le cadre du Programme des publications de recherche et sur la façon d'en obtenir des exemplaires. Des sommaires des documents de recherche, des documents de travail, des documents hors série et des documents de discussion d'Industrie Canada, ainsi que le texte intégral de notre bulletin trimestriel, *MICRO*, peuvent être consultés sur STRATEGIS, le service d'information commerciale en direct du Ministère, à l'adresse <http://strategis.ic.gc.ca>.

Prière d'adresser tout commentaire à :

Someshwar Rao

Directeur

Analyse des investissements stratégiques

Analyse de la politique micro-économique

Industrie Canada

5e étage, tour ouest

235, rue Queen

Ottawa (Ontario) K1A 0H5

Téléphone : (613) 941-8187; télécopieur : (613) 991-1261; courrier électronique : rao.someshwar@ic.gc.ca

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	i
1. INTRODUCTION.....	1
2. MODÈLE EMPIRIQUE.....	5
3. DONNÉES ET STATISTIQUES DE BASE	9
4. ANALYSE EMPIRIQUE.....	19
Corrélations brutes	19
Analyse de régression.....	21
5. SOURCES DE RALENTISSEMENT DE LA PRODUCTIVITÉ.....	27
CONCLUSIONS	31
NOTES	33
APPENDICE.....	37
BIBLIOGRAPHIE.....	41
PUBLICATIONS DE RECHERCHE D'INDUSTRIE CANADA.....	45

RÉSUMÉ

Les auteurs d'études empiriques antérieures sur la croissance de la productivité ne sont pas parvenus à déterminer les causes du ralentissement observé depuis 1973. Notre étude vise à jeter un meilleur éclairage sur les causes de ce ralentissement par une estimation des effets du progrès technique intégré au capital (l'effet de génération) sur la croissance de la productivité au Canada. Plus précisément, nous analysons les effets possibles de trois grands facteurs. Premièrement, nous nous demandons si l'effet de génération a joué un rôle important. Deuxièmement, nous examinons les conséquences de l'effet de « rattrapage » pour les industries canadiennes. Troisièmement, nous analysons l'incidence de la croissance du rapport capital-travail sur la performance des industries canadiennes. Nous sommes en mesure de conclure qu'il existe des preuves empiriques significatives et robustes de la présence d'un effet de génération parmi les industries canadiennes et que ce phénomène explique, en moyenne, environ 14 p. 100 du ralentissement de la croissance de la productivité totale des facteurs et près de 7 p. 100 de la décélération du rythme de croissance de la productivité du travail depuis 1973. L'effet de génération s'est surtout manifesté sous la forme d'un ralentissement du taux de progrès technique incorporé au stock de capital, notamment dans le secteur des machines et des biens d'équipement. Nous avons aussi constaté que l'effet de rattrapage, même s'il représente une source importante de croissance de la productivité, n'a pas joué un rôle important dans le ralentissement de la productivité. Enfin, nous avons pu conclure que, contrairement à la situation qui a prévalu dans d'autres grands pays industrialisés, le taux de croissance du rapport capital-travail au Canada a augmenté dans presque toutes les industries depuis 1973. Cette accélération a eu pour effet de stimuler et non de ralentir la croissance de la productivité. Nous avons aussi pu déceler la présence d'une complémentarité entre l'accumulation de capital et le progrès technologique. Cette interaction fait en sorte que l'accumulation de capital permet aux industries canadiennes de se rapprocher graduellement des niveaux de productivité de leurs rivales aux États-Unis. Nous interprétons ce résultat comme un élément supplémentaire à l'appui de l'hypothèse de l'intégration du progrès technique au capital dans l'industries canadienne.

1. INTRODUCTION

La stagnation des niveaux de vie dans les pays industrialisés peut être attribuée en définitive au ralentissement de la croissance de la productivité observé depuis 1973. À vrai dire, ce ralentissement a été l'une des préoccupations majeures des responsables des politiques dans les principaux pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Au Canada, la productivité du travail dans le secteur des entreprises a crû à un taux moyen de 2,9 p. 100 entre 1960 et 1973. Mais, entre 1973 et 1996, la croissance moyenne de la productivité du travail a ralenti à 1,1 p. 100 par année. Par ailleurs, l'augmentation de la productivité du travail aux États-Unis est passée de 2,6 p. 100 par année durant la période 1960-1973 à 0,7 p. 100 par année entre 1973 et 1996 (OCDE, 1997).

Les études empiriques antérieures sur l'évolution de la productivité au Canada n'ont pas permis d'isoler les causes de ce ralentissement. Parmi les explications proposées figurent les suivantes : une progression moins rapide de l'intensité des activités de recherche et développement (R-D); un ralentissement des dépenses d'infrastructure; une absence de progrès technique dans plusieurs industries parvenues à maturité; des déplacements intersectoriels de la production et de la main-d'œuvre vers le secteur des services; et l'importance réduite de l'effet de rattrapage (voir, par exemple, Daly et Rao, 1985; Denny et coll., 1992; Rao et Lemprière, 1992; Morrison, 1992; Mullen et Williams, 1994; et Fuss et Van den Berg, 1995)¹. Mais, aucune de ces études n'a considéré l'« effet de génération » comme explication possible du ralentissement de la productivité; selon cette notion, le capital nouveau est plus productif que l'ancien capital par dollar (constant) de dépenses.

Dans une étude récente, Wolff (1996) a conclu que l'effet de génération avait fortement contribué au ralentissement de la productivité observé depuis 1973 dans les pays de l'OCDE. En utilisant des données allant de 1950 à 1989 pour six pays de l'OCDE (France, Allemagne, Japon, Pays-Bas, Royaume-Uni et États-Unis), Wolff a pu constater que l'effet de génération, mesuré à partir de la variation de l'âge moyen du stock total de capital (structures, machines et biens d'équipement), expliquait en moyenne environ 40 p. 100 du ralentissement de la productivité². Parmi les autres facteurs qui ont contribué à ce ralentissement, l'auteur a mentionné la décélération du rythme d'augmentation du rapport capital-travail, qui est responsable d'une autre tranche de 36 p. 100 de la baisse du rythme d'expansion de la productivité, la décélération de la croissance du PIB, qui explique une tranche de 25 p. 100, et la diminution de l'effet de rattrapage, qui ne représente que 3,6 p. 100 du ralentissement observé. La partie non expliquée du phénomène de ralentissement de la productivité se limite donc à 5 p. 100³.

Deux autres études récentes (Hulten, 1992; et Abramovitz, 1994), qui s'appuient sur un cadre de quantification comptable de la croissance, permettent aussi de confirmer le rôle important du progrès technique incorporé au capital en tant qu'élément de croissance de la productivité aux États-Unis. Hulten a calculé qu'environ 20 p. 100 de l'ensemble du progrès technique dans l'industrie manufacturière américaine entre 1949 et 1983 pouvait être attribué au progrès technique incorporé aux machines et aux biens

d'équipement. Selon cette méthodologie, l'effet d'incorporation est évalué directement, à l'aide des mouvements de prix (hédonistes) réels corrigés en fonction de la qualité des composantes des machines et des biens d'équipement, plutôt qu'à partir de l'âge du stock de capital. Abramovitz a estimé qu'en moyenne, environ 16 p. 100 du ralentissement de la croissance de la productivité entre 1950-1973 et 1973-1984 pouvait s'expliquer par la variation de l'âge moyen du capital⁴.

Dans cette étude, nous nous penchons sur la question de savoir si l'effet de génération a contribué de façon importante au ralentissement de la productivité au Canada⁵. En particulier, nous considérons trois facteurs pour expliquer le ralentissement observé : l'effet de génération, l'effet de rattrapage et la hausse du rapport capital-travail.

- Premièrement, l'*effet de génération* ou l'hypothèse d'incorporation donne à penser que le capital nouveau est plus productif que l'ancien capital parce que le nouveau capital a plus de chance d'incorporer les technologies les plus avancées. Par conséquent, l'augmentation de l'âge du stock de capital a une incidence négative sur la performance au chapitre de la productivité. Nous nous demandons donc dans cette étude si le progrès technique incorporé au capital (l'effet de génération) peut être retenu comme facteur explicatif du ralentissement de la productivité au Canada.
- Deuxièmement, des études économiques récentes indiquent que l'*effet de rattrapage* joue un rôle important dans le processus de croissance économique. Selon cette hypothèse, les technologies des pays plus avancés sur le plan technique se diffusent vers les pays qui tirent de l'arrière. Dans notre étude, nous supposons que l'effet de rattrapage permet aux industries qui tirent le plus de l'arrière par rapport à celles des pays en avance sur le plan technologique d'enregistrer les taux de croissance les plus rapides de leur production. Cette approche représente un aspect innovateur de notre étude puisque, dans la plupart des travaux déjà publiés sur la convergence, les chercheurs ont analysé l'hypothèse de rattrapage à l'échelle de l'ensemble de l'économie et non à celle de l'industrie⁶.
- Troisièmement, nous considérons les répercussions de l'*augmentation du rapport capital-travail* dans les industries canadiennes comme élément explicatif du ralentissement de la croissance de la productivité.

Notre analyse se fonde principalement sur la base de données KLEMS de Statistique Canada, qui renferme des observations sur chacune des 22 industries du secteur canadien des entreprises au cours de la période allant de 1963 à 1992.

Nos résultats peuvent se résumer comme suit :

- L'effet de rattrapage semble avoir joué un rôle important puisqu'il permet d'expliquer, en moyenne, environ 14 p. 100 du ralentissement de la productivité totale des facteurs (PTF) et 7 p. 100 de la décélération de la productivité du travail au Canada à compter de la fin de 1973. L'effet est surtout attribuable au ralentissement du taux de progrès technique incorporé au capital depuis 1973. Ce ralentissement fut beaucoup plus prononcé dans le secteur des machines et des biens d'équipement (MBE) que dans celui des structures non résidentielles.

- Bien que l'effet de rattrapage soit une importante source de croissance de la productivité, il n'a pas exercé une incidence déterminante sur le ralentissement de la croissance de la productivité.
- Il existe un lien de complémentarité significatif entre l'accumulation de capital et le progrès technologique. En d'autres termes, l'accumulation de capital a pour effet d'accélérer le processus de rattrapage puisque des biens d'équipement plus récents, qui incorporent une technologie plus avancée, sont alors utilisés dans le processus de production.
- Le taux de croissance du rapport capital-travail s'est accru dans presque toutes les industries de notre échantillon à compter de la fin de 1973, ce qui a eu pour effet de stimuler et non de ralentir la croissance de la productivité du travail.

Dans la prochaine partie de l'étude, nous présentons le modèle empirique utilisé pour évaluer l'effet d'incorporation et déterminer son apport au ralentissement de la croissance de la productivité dans les industries canadiennes. La partie suivante renferme une description des données et des statistiques de base utilisées dans notre analyse empirique. Les résultats de nos régressions sont présentés dans la partie intitulée « Analyse empirique ». Sous le titre « Sources du ralentissement de la productivité », la partie suivante renferme une analyse de l'importance relative de chacun des facteurs qui expliquent le ralentissement de la productivité observé dans les industries canadiennes depuis 1973, en décomposant l'augmentation de la productivité en fonction des résultats empiriques obtenus. Enfin, nos conclusions sont présentées dans la dernière partie.

2. MODÈLE EMPIRIQUE

Selon Solow (1960), « plusieurs, voire même la majorité, des innovations doivent être incorporées à de nouveaux types de biens d'équipement durables avant qu'elles ne puissent être efficaces ». Cette notion sous-jacente au progrès technologique incorporé au capital a une longue tradition dans l'histoire de la science économique. Toutefois, Johansen (1959) et Solow (1960) furent les premiers à décrire formellement l'hypothèse de l'incorporation. Leurs modèles servent de fondement à la plupart des études empiriques axées sur l'analyse du progrès technique intégré au capital.

Nous employons une fonction de production bien connue de type Cobb-Douglas, dans laquelle nous supposons que la production, $Y(v,t)$, est fonction de $K(v,t)$, le capital de la génération v qui existe encore au temps t , de $L(v,t)$, la quantité de travail utilisée au temps t avec le capital de la génération v , et de $X(v,t)$, la quantité de biens et de services intermédiaires utilisée au temps t avec le capital de la génération v . Nous insérons l'écart en matière de productivité totale des facteurs (PTF), τ , dans la fonction de production afin de tenir compte des possibilités de rattrapage technologique pour les industries canadiennes par rapport aux industries américaines.

En supposant que les rendements à l'échelle sont constants⁷, nous pouvons désigner la fonction de production qui s'applique au capital de la génération v à l'aide de l'expression suivante :

$$(1) \quad Y(v,t) = Ae^{\mu t} (e^{\lambda t} K(v,t))^{\alpha} L(v,t)^{\beta} X(v,t)^{1-\alpha-\beta} e^{\gamma \tau}$$

dans laquelle μ est le taux de progrès technologique non incorporé, λ est le taux de changement technologique incorporé au capital (le taux de croissance exponentiel de la production relatif aux générations successives de capital), α est l'élasticité de la production par rapport au capital, β est l'élasticité de la production par rapport au travail, $1 - \alpha - \beta$ est l'élasticité de la production par rapport aux biens et aux services intermédiaires et γ représente le rythme auquel progresse l'effet de rattrapage.

La production totale $Y(t)$ d'une industrie au temps t , obtenue en additionnant la production issue de toutes les générations du stock de capital, est définie de la façon suivante :

$$(2) \quad Y(t) = \left[\int_{-\infty}^t Y(v,t) dv \right] e^{\gamma \tau}$$

En se fondant sur les travaux de Solow (1960), il est possible de démontrer que la production brute peut être définie en fonction du stock de capital actif, $J(t)$, de la quantité

totale de travail, $L(t)$, et de la quantité totale de biens et de services intermédiaires, $X(t)$, employés par toutes les générations de capital :

$$(3) \quad Y(t) = Ae^{\mu t} J(t)^\alpha L(t)^\beta X(t)^{1-\alpha-\beta} e^{\gamma t}$$

dans laquelle le stock de capital actif est défini comme étant la somme pondérée des générations survivantes de capital, en attribuant un facteur de pondération moins élevé au stock de capital plus ancien, sur la base du taux de progrès technique incorporé. Plus précisément, le stock de capital actif peut être désigné de la façon suivante :

$$(4) \quad J(t) = \int_{-\infty}^t e^{\lambda v} K(v, t) dv$$

En utilisant la formule d'approximation mise au point par Nelson (1964), le stock de capital actif au temps t peut alors s'écrire comme suit :

$$(5) \quad J(t) = Be^{\lambda t} K(t) e^{-\lambda G(t)}$$

Dans cette expression, $K(t)$ est le stock de capital brut et $G(t)$ représente l'âge moyen du stock de capital brut au temps t .

En substituant l'équation (5) dans l'équation (3) et en exprimant l'équation subséquente sous forme de production par unité de travail, nous obtenons :

$$(6) \quad Y(t)/L(t) = Ce^{(\mu+\alpha\lambda)t-\alpha\lambda G(t)} (K(t)/L(t))^\alpha (X(t)/L(t))^{1-\alpha-\beta} e^{\gamma t}$$

dans laquelle le paramètre C est égal à AB^α .

En prenant les logarithmes de l'équation (6) et en y ajoutant un terme résiduel, nous obtenons l'équation d'estimation de base suivante :

$$(7) \quad \ln(Y/L)_{it} = a_1 + a_2 t + a_3 G_{it} + a_4 \ln(K/L)_{it} + a_5 \ln(X/L)_{it} + a_5 \tau + \varepsilon_{it}$$

dans laquelle l'indice i représente un indice pour l'industrie i , $a_1 = \mu + \alpha\lambda$, $a_2 = -\alpha\lambda$, $a_3 = \alpha$, $a_4 = 1 - \alpha - \beta$, et $a_5 = \gamma$.

Par définition, la variable de rattrapage s'obtient en multipliant la tendance chronologique, t , par l'écart de PTF, τ , (qui se calcule en prenant la différence en

pourcentage entre les niveaux de PTF au Canada et aux États-Unis). Selon l'hypothèse du rattrapage de la productivité, plus les industries canadiennes traînent de l'arrière par rapport à leurs homologues américaines dans le domaine de la technologie, plus grande est la possibilité pour les industries canadiennes d'imiter et d'acquérir des technologies avancées, ce qui a pour effet de stimuler la croissance de leur productivité (Gerschenkron, 1952; Kuznets, 1973). Le fait de tirer de l'arrière n'assure en aucune façon que les industries pourront automatiquement faire du rattrapage; d'autres facteurs doivent être présents. L'un de ces facteurs est l'accumulation de capital (Wolff, 1991). Wolff soutient qu'une importante accumulation de capital est nécessaire pour mettre en application de nouvelles inventions et exercer ainsi un effet sur l'emploi. On désigne souvent cette association comme étant l'« effet d'incorporation » : certains éléments d'innovation technologique sont intégrés au capital⁸. Pour analyser le rôle de l'accumulation de capital dans le processus de rattrapage, nous avons inséré un terme d'interaction entre la variable de rattrapage et le logarithme du rapport capital-travail, $(\pi \ln(K/L))_{it}$.

Aux fins de notre analyse empirique, nous avons utilisé des valeurs moyennes de l'écart de PTF fondées sur les trois années précédentes afin de réduire les perturbations aléatoires qui se produisent au niveau de la PTF dans chacune des industries⁹. Pour neutraliser les variations cycliques bien connues de la productivité du travail, nous avons introduit dans l'équation (7) les taux d'utilisation de la capacité industrielle, CU_{it} . Nous avons aussi utilisé le logarithme du stock de capital en R-D, $\ln(R)_{it}$, pour tenir compte de l'incidence de la recherche-développement sur la productivité des industries.

Après avoir introduit les variables additionnelles¹⁰ mentionnées ci-dessus, la spécification empirique de l'équation (7) devient la suivante :

$$(8) \quad \ln(Y/L)_{it} = a_0 + a_1 t + a_2 G_{it} + a_3 \ln(K/L)_{it} + a_4 \ln(X/L)_{it} \\ + a_5 \pi + a_6 (\pi \ln(K/L))_{it} + a_7 CU_{it} + a_8 \ln(R)_{it} + \varepsilon_{it}.$$

3. DONNÉES ET STATISTIQUES DE BASE

Notre analyse empirique porte sur un groupe de 22 industries appartenant au secteur des entreprises au Canada pour la période allant de 1963 à 1992. Nos principales sources de données sont la base de données KLEMS de Statistique Canada, les données sur les stock et les flux de capital fixe de l'OCDE et la base de données sectorielles internationales (ISDB) de l'OCDE.

Les données sur la production brute totale, le capital (K), le travail (L), l'énergie (E), les matières premières (M) et les services (S) pour la période 1961–1992 proviennent de la base de données KLEMS. Nous avons intégré les intrants énergie, matières premières et services en une seule grande catégorie des biens et services intermédiaires en utilisant la formule de Tornqvist¹¹. La production brute, l'intrant travail et les biens et services intermédiaires ont aussi été agrégés pour passer de 127 à 22 industries à l'aide la formule de Tornqvist¹².

Les données sur le stock de capital brut et l'âge de ce stock proviennent des données sur les stocks et les flux de capital fixe. L'estimation du stock de capital brut repose sur une méthode d'inventaire permanent faisant appel à une structure d'élimination aléatoire axée sur une durée de vie décroissante¹³ (à partir de données recueillies dans l'enquête annuelle sur les dépenses d'immobilisation et de réparation). Par exemple, la durée de vie des bâtiments est passée de 38 ans en 1971 à 37 ans en 1994. Durant la même période, la durée de vie a diminué de 36 à 30 ans pour les travaux de génie et de 15 à 11 ans pour les machines et les biens d'équipement¹⁴. L'estimation de l'âge moyen du stock de capital brut a donc été obtenue en calculant la somme pondérée de l'âge du capital survivant pour l'ensemble des générations, en utilisant le capital survivant comme facteur de pondération.

Les données utilisées pour calculer les écarts de PTF entre les industries canadiennes et américaines proviennent de la banque de données ISDB et de CANSIM pour plusieurs industries canadiennes¹⁵. Tel qu'indiqué plus haut, nous avons mesuré l'écart de PTF en calculant la différence en pourcentage entre le niveau de PTF d'une industrie canadienne et celui de l'industrie correspondante aux États-Unis; à cette fin, le niveau de productivité totale des facteurs (TFP_{it}) d'une industrie i au temps t a été calculé à l'aide de l'expression suivante :

$$(10) \quad \ln(TFP_{it}) = \alpha \ln(Q_{it}/L_{it}) + (1 - \alpha) \ln(Q_{it}/K_{it})$$

Dans cette équation, Q_{it} désigne la valeur ajoutée convertie en dollars américains en employant les parités de pouvoir d'achat (PPA) de 1985 de l'OCDE. Par ailleurs, K_{it} représente le stock de capital brut exprimé en dollars américains d'après les PPA de 1985, L_{it} désigne l'emploi total et α indique la part du travail¹⁶.

Les données sur l'utilisation de la capacité proviennent de CANSIM (Statistique Canada, n° 31-003 au Catalogue). Malheureusement, ces données n'étaient pas disponibles pour plusieurs industries de services de notre échantillon¹⁷. Par conséquent,

nous avons employé le taux d'utilisation de la capacité pour l'ensemble des industries non agricoles productrices de biens en tant qu'indicateur approximatif de la capacité de production de ces industries de services. Enfin, les données sur le stock de capital en R-D furent calculées en utilisant la technique de l'inventaire permanent¹⁸.

Nous passons maintenant à l'examen des données de base qui ressortent de notre analyse de régression (tableaux 1 à 7).

Le tableau 1 renferme des données sur les niveaux de productivité du travail pour trois années choisies (1963, 1973 et 1992), ainsi que sur la croissance annuelle moyenne de la productivité du travail pour les périodes 1963-1973 et 1973-1992. Le tableau illustre le ralentissement bien connu de la productivité depuis 1973. Le niveau de productivité du travail, mesuré à l'aide de la production brute (en dollars constants de 1986)¹⁹ par heure ouvrée, affiche une variation considérable d'une industrie à l'autre. En 1992, la productivité du travail variait d'un sommet de 138,66 \$ par heure dans les industries des produits chimiques, des produits pétrochimiques, du charbon, du caoutchouc et des matières plastiques à un seuil de 21,99 \$ par heure dans la restauration et l'hôtellerie. Dans l'ensemble, le niveau de la productivité du travail dans les industries de services est inférieur à celui des industries manufacturières.

Le tableau 2 indique que l'âge moyen du stock de capital brut a diminué pendant la période 1963-1973 dans presque toutes les industries sauf quatre : mines et carrières; métaux de base; électricité, gaz et eau; et commerce de gros et de détail. L'âge du stock de capital dans ces industries a augmenté légèrement. Toutefois, la tendance vers une diminution de l'âge moyen du capital s'est renversée ou a ralenti durant la période 1973-1992. Ce revirement de tendance de l'âge du stock de capital à compter de la fin de 1973 soulève la possibilité que l'effet d'incorporation soit responsable du ralentissement de la croissance de la productivité.

Dans les tableaux 3 et 4, l'âge moyen du stock total de capital brut est décomposé en deux segments : machines et biens d'équipement et structures non résidentielles. L'évolution de l'âge des machines et des biens d'équipement (MBE) suit généralement celle du stock total de capital (tableau 3). Durant la période 1973-1993, l'âge des MBE a diminué dans presque toutes les industries. Seules trois industries de services – transport et entreposage, communications et services personnels, sociaux et communautaires – font état d'une légère augmentation de l'âge de leurs MBE. Au cours de la période 1973-1992, l'accumulation de capital en MBE a accusé un ralentissement dans presque toutes les industries, sauf les industries de services, ce qui a eu pour effet de renverser ou de ralentir le mouvement de réduction de l'âge des MBE. Dans la plupart des industries de services, l'âge des MBE a diminué à un rythme plus rapide entre 1973 et 1992 qu'entre 1963 et 1973.

Comme on pouvait s'y attendre, l'âge des structures non résidentielles dépassait celui des MBE (tableau 4), ce qui est le reflet de la durée de vie utile plus longue des structures. Contrairement à l'âge des MBE, qui a diminué dans la plupart des industries (bien qu'à un rythme plus lent à compter de la fin de 1973), l'âge des structures non résidentielles a affiché une baisse continue entre 1973 et 1985, qui s'est poursuivie jusqu'en 1992.

Tableau 1
Productivité du travail¹

Industrie (CITI – deuxième révision)	Productivité du travail (\$ de 1986 par heure)			Taux annuel de croissance (%)	
	1963	1973	1992	1963–1973	1973–1992
1. Agriculture, foresterie et pêche	10,46	17,17	29,49	4,96	2,85
2. Mines et carrières	65,95	112,87	134,26	5,37	0,91
3. Aliments, boissons et tabac	56,48	77,98	105,37	3,23	1,58
4. Textiles, vêtement et cuir	16,73	26,13	41,24	4,46	2,40
5. Produits du bois et meuble	26,06	36,21	58,34	3,29	2,51
6. Papier, produits du papier et impression	42,01	57,30	72,22	3,10	1,22
7. Produits chimiques ²	78,46	120,14	138,66	4,26	0,75
8. Produits des minéraux non métalliques	39,52	58,27	66,30	3,88	0,68
9. Industries des métaux de base	62,33	83,17	129,39	2,88	2,33
10. Produits métalliques	32,34	45,62	54,38	3,44	0,93
11. Machines agricoles et industrielles	26,34	39,09	74,70	3,95	3,41
12. Appareils et matériel électriques	26,11	39,30	81,30	4,09	3,83
13. Matériel de transport	46,45	84,17	122,74	5,95	1,99
14. Autres industries manufacturières	27,36	40,87	44,58	4,01	0,46
15. Électricité, gaz et eau	50,81	85,14	111,37	5,16	1,41
16. Construction	35,24	45,17	57,07	2,48	1,23
17. Commerce de gros et de détail	15,32	19,03	24,31	2,17	1,29
18. Restauration et hôtellerie	21,52	24,42	21,99	1,26	-0,55
19. Transport et entreposage	20,26	35,02	50,16	5,47	1,89
20. Communications	16,62	30,38	89,49	6,03	5,69
21. Finances, assurance, immobilier et services commerciaux	42,90	50,86	63,96	1,70	1,21
22. Services personnels, sociaux et communautaires	24,63	27,30	30,13	1,03	0,52

1 La productivité du travail est mesurée à l'aide de la production brute par heure ouvrée.

2 Produits chimiques et pétrochimiques, charbon, produits en caoutchouc et en matière plastique.

Dans le tableau 5, nous présentons une mesure de l'intensité en capital (le ratio du stock de capital brut aux heures ouvrées) pour trois années choisies (1963, 1973, 1992) et son taux annuel moyen de croissance durant les deux périodes 1963-1973 et 1973-1992. La croissance de l'intensité en capital s'est accélérée dans 17 des 22 industries²⁰ entre les périodes 1963-1973 et 1973-1992, en dépit d'un ralentissement de la croissance de la productivité. Ce résultat donne à penser que le ralentissement de la croissance de la productivité au Canada à compter de la fin de 1973 ne peut pas être attribué aux variations de la croissance de l'intensité en capital. On a toutefois observé une légère baisse de la croissance de l'intensité en capital entre 1972 et 1979 (non indiquée dans le tableau).

Tableau 2
Âge moyen du stock brut de capital (années)

Industrie (CITI – deuxième révision)	Âge moyen			Variation annualisée	
	1963	1973	1992	1963–1973	1973–1992
1. Agriculture, foresterie et pêche	11,01	10,33	11,58	-0,07	0,07
2. Mines et carrières	7,34	8,14	9,11	0,08	0,05
3. Aliments, boissons et tabac	12,74	12,14	11,29	-0,06	-0,04
4. Textiles, vêtement et cuir	14,46	11,44	10,76	-0,30	-0,04
5. Produits du bois et meuble	12,53	9,04	8,93	-0,35	-0,01
6. Papier, produits du papier et impression	13,46	10,85	9,11	-0,26	-0,09
7. Produits chimiques ¹	11,26	10,58	10,92	-0,07	0,02
8. Produits des minéraux non métalliques	11,22	10,14	10,13	-0,11	-0,00
9. Industries des métaux de base	10,45	10,97	10,82	0,05	-0,01
10. Produits métalliques	12,34	11,38	10,62	-0,10	-0,04
11. Machines agricoles et industrielles	12,28	10,72	9,21	-0,16	-0,08
12. Appareils et matériel électriques	9,73	9,64	8,07	-0,01	-0,08
13. Matériel de transport	13,09	10,32	7,60	-0,28	-0,14
14. Autres industries manufacturières	12,19	10,64	9,43	-0,16	-0,06
15. Électricité, gaz et eau	13,68	13,82	15,64	0,01	0,10
16. Construction	6,71	6,61	6,53	-0,01	-0,00
17. Commerce de gros et de détail	13,48	13,54	11,18	0,01	-0,12
18. Restauration et hôtellerie	17,99	16,07	9,83	-0,19	-0,33
19. Transport et entreposage	21,74	19,08	17,20	-0,27	-0,10
20. Communications	14,04	12,13	10,99	-0,19	-0,06
21. Finances, assurance, immobilier et services commerciaux	15,85	11,55	9,91	-0,43	-0,09
22. Services personnels, sociaux et communautaires	12,97	12,26	16,49	-0,07	0,22

¹ Produits chimiques et pétrochimiques, charbon, produits en caoutchouc et en matière plastique.

Wolff (1996) a observé que l'augmentation du rapport capital-travail avait ralenti à compter de la fin de 1973 dans les autres grands pays industrialisés (France, Allemagne, Japon, Pays-Bas, Royaume-Uni, États-Unis) et que ce ralentissement expliquait environ 36 p. 100 de la décélération de la productivité dans ces pays à compter de 1973. L'accélération de l'augmentation du ratio capital-travail au Canada à compter de la même année contraste donc fortement avec la décélération de la croissance de ce ratio dans les autres grands pays industrialisés.

Tableau 3
Âge moyen des machines et des biens d'équipement (années)

Industrie (CITI – deuxième révision)	Âge moyen			Variation annualisée	
	1963	1973	1992	1963–1973	1973–1992
1. Agriculture, foresterie et pêche	6,55	5,60	5,82	-0,10	0,01
2. Mines et carrières	7,19	6,11	6,34	-0,11	0,01
3. Aliments, boissons et tabac	9,21	8,48	6,50	-0,07	-0,10
4. Textiles, vêtement et cuir	9,98	7,44	5,68	-0,25	-0,09
5. Produits du bois et meuble	9,04	6,88	6,69	-0,22	-0,01
6. Papier, produits du papier et impression	8,62	8,55	7,25	-0,01	-0,07
7. Produits chimiques ¹	8,27	7,96	7,20	-0,03	-0,04
8. Produits des minéraux non métalliques	7,91	8,25	7,61	0,03	-0,03
9. Industries des métaux de base	8,31	8,49	8,35	0,02	-0,01
10. Produits métalliques	8,52	6,52	6,01	-0,20	-0,03
11. Machines agricoles et industrielles	7,35	6,13	4,30	-0,12	-0,10
12. Appareils et matériel électriques	7,64	6,05	4,55	-0,16	-0,08
13. Matériel de transport	9,61	7,30	5,21	-0,23	-0,11
14. Autres industries manufacturières	5,59	5,49	4,52	-0,01	-0,05
15. Électricité, gaz et eau	11,48	9,93	9,72	-0,16	-0,01
16. Construction	5,86	5,27	5,24	-0,06	-0,00
17. Commerce de gros et de détail	6,97	6,16	4,24	-0,08	-0,10
18. Restauration et hôtellerie	4,79	4,07	3,42	-0,07	-0,03
19. Transport et entreposage	10,82	11,22	8,08	0,04	-0,16
20. Communications	8,54	8,71	7,09	0,02	-0,09
21. Finances, assurance, immobilier et services commerciaux	4,59	3,95	3,33	-0,06	-0,03
22. Services personnels, sociaux et communautaires	6,03	6,05	4,17	0,00	-0,10

¹ Voir la note 1 du tableau 2.

Afin d'analyser les causes de l'accélération de la croissance du rapport capital-travail à compter de la fin de 1973, nous avons décomposé cette croissance en fonction de l'augmentation du capital et de celle du travail. Le tableau 6 indique que l'accumulation de capital a diminué entre les périodes 1963-1973 et 1973-1992 dans la plupart des secteurs et tout spécialement dans les industries manufacturières. Toutefois, la croissance de l'emploi (en termes d'heures ouvrées) a connu une diminution encore plus prononcée que celle de l'augmentation du capital, ce qui s'est traduit par une hausse du taux de croissance du rapport capital-travail dans presque toutes les industries.

Tableau 4
Âge moyen des structures non résidentielles (années)

Industrie (CITI – deuxième révision)	Âge moyen			Variation annualisée	
	1963	1973	1992	1963–1973	1973–1992
1. Agriculture, foresterie et pêche	14,70	14,52	14,99	-0,02	0,02
2. Mines et carrières	7,38	8,48	9,44	0,11	0,05
3. Aliments, boissons et tabac	16,56	15,96	18,64	-0,06	0,14
4. Textiles, vêtement et cuir	21,63	17,57	19,92	-0,41	0,12
5. Produits du bois et meuble	16,75	12,49	13,90	-0,43	0,07
6. Papier, produits du papier et impression	20,88	15,24	15,56	-0,56	0,02
7. Produits chimiques ¹	12,85	11,83	14,55	-0,10	0,14
8. Produits des minéraux non métalliques	15,27	13,15	15,96	-0,21	0,15
9. Industries des métaux de base	13,83	15,48	16,23	0,16	0,04
10. Produits métalliques	16,24	17,36	17,32	0,11	-0,00
11. Machines agricoles et industrielles	15,79	13,72	15,48	-0,21	0,09
12. Appareils et matériel électriques	12,05	13,14	15,58	0,11	0,13
13. Matériel de transport	17,35	14,54	13,97	-0,28	-0,03
14. Autres industries manufacturières	15,44	13,87	15,57	-0,16	0,09
15. Électricité, gaz et eau	13,97	14,48	18,15	0,05	0,19
16. Construction	10,37	12,48	10,16	0,21	-0,12
17. Commerce de gros et de détail	15,75	16,27	16,81	0,05	0,03
18. Restauration et hôtellerie	19,05	17,75	15,80	-0,13	-0,10
19. Transport et entreposage	25,17	21,67	20,87	-0,35	-0,04
20. Communications	18,62	15,38	15,13	-0,32	-0,01
21. Finances, assurance, immobilier et services commerciaux	16,46	12,08	12,38	-0,44	0,02
22. Services personnels, sociaux et communautaires	13,34	12,66	19,35	-0,07	0,35

1 Voir la note 1 du tableau 2.

Enfin, nous comparons dans le tableau 7 les niveaux de productivité totale des facteurs dans les industries canadiennes par rapport à ceux des industries américaines pour quatre années choisies : 1963, 1973, 1985 et 1991. Dans l'ensemble, le Canada a traîné de l'arrière par rapport aux États-Unis quant au niveau de la productivité totale des facteurs dans presque toutes les industries, ce qui est le reflet du niveau inférieur d'efficacité de la production dans ces industries au Canada²¹. Pendant la période 1963-1973, il s'est produit un important rattrapage pour la plupart des industries canadiennes. Mais le rythme de rattrapage fut beaucoup plus lent au cours de la période 1973-1985. À compter de la fin de 1985, l'écart de PTF avec les États-Unis s'est creusé dans toutes les industries manufacturières canadiennes. Ce n'est que dans une industrie primaire

Tableau 5
Ratio du capital brut aux heures ouvrées

Industrie (CITI – deuxième révision)	Ratio du capital brut au travail (\$ de 1986 par heure)			Taux annuel de croissance (%)	
	1963	1973	1992	1963–1973	1973–1992
1. Agriculture, foresterie et pêche	23,55	40,76	47,44	5,49	0,80
2. Mines et carrières	127,52	219,90	539,70	5,45	4,73
3. Aliments, boissons et tabac	21,67	30,04	54,18	3,27	3,10
4. Textiles, vêtement et cuir	9,43	10,55	19,73	1,13	3,29
5. Produits du bois et meuble	15,19	17,79	38,03	1,58	4,00
6. Papier, produits du papier et impression	42,37	57,16	125,36	2,99	4,13
7. Produits chimiques ¹	63,77	83,05	177,14	2,64	3,99
8. Produits des minéraux non métalliques	25,25	38,42	82,14	4,20	4,00
9. Industries des métaux de base	61,78	82,38	217,64	2,88	5,11
10. Produits métalliques	14,74	17,40	25,77	1,66	2,07
11. Machines agricoles et industrielles	9,82	12,54	30,55	2,44	4,69
12. Appareils et matériel électriques	9,45	11,41	31,73	1,89	5,38
13. Matériel de transport	20,92	22,80	57,79	0,86	4,89
14. Autres industries manufacturières	7,94	10,62	22,68	2,92	3,99
15. Électricité, gaz et eau	487,31	617,58	1009,18	2,37	2,58
16. Construction	5,43	6,01	13,51	1,02	4,26
17. Commerce de gros et de détail	10,02	9,42	11,68	-0,62	1,13
18. Restauration et hôtellerie	9,62	11,49	27,31	1,77	4,56
19. Transport et entreposage	62,66	86,17	137,17	3,19	2,45
20. Communications	125,75	156,92	303,06	2,21	3,46
21. Finances, assurance, immobilier et services commerciaux	26,50	36,60	112,10	3,23	5,89
22. Services personnels, sociaux et communautaires	26,07	34,46	65,11	2,79	3,35

1 Voir la note 1 du tableau 2.

(agriculture, foresterie et pêches) et dans trois industries de services (commerce de gros et de détail, communications et services personnels, sociaux et communautaires) que le Canada a connu une amélioration relative de la PTF par rapport aux industries américaines durant la période 1985-1992. En somme, les données du tableau 7 appuient de façon générale l'hypothèse du rattrapage et elles indiquent que ce rattrapage pour les industries canadiennes s'est produit en grande partie avant 1973.

Tableau 6
Décomposition du taux de croissance du ratio capital-travail
(pourcentage par année)

	Croissance du ratio du capital aux heures ouvrées						Croissance des heures ouvrées		
	1963-1973	1973-1992	Variation	1963-1973	1973-1992	Variation	1963-1973	1973-1992	Variation
Industrie (CITI – deuxième révision)									
1. Agriculture, foresterie et pêche	5,49	0,80	-4,69	2,47	-0,05	-2,52	-3,02	-0,85	2,17
2. Mines et carrières	5,45	4,73	-0,72	7,45	4,72	-2,73	2,01	-0,00	-2,01
3. Aliments, boissons et tabac	3,27	3,10	-0,16	3,44	2,76	-0,68	0,17	-0,35	-0,52
4. Textiles, vêtement et cuir	1,13	3,29	2,17	1,21	0,74	-0,47	0,08	-2,55	-2,64
5. Produits du bois et meuble	1,58	4,00	2,42	3,70	3,35	-0,35	2,12	-0,65	-2,77
6. Papier, produits du papier et impression	2,99	4,13	1,14	4,55	4,32	-0,23	1,55	0,18	-1,37
7. Produits chimiques ¹	2,64	3,99	1,34	5,09	4,70	-0,39	2,45	0,71	-1,74
8. Produits des minéraux non métalliques	4,20	4,00	-0,20	6,04	2,60	-3,44	1,85	-1,39	-3,24
9. Industries des métaux de base	2,88	5,11	2,24	4,84	3,55	-1,29	1,97	-1,56	-3,53
10. Produits métalliques	1,66	2,07	0,41	4,01	1,43	-2,58	2,35	-0,64	-2,99
11. Machines agricoles et industrielles	2,44	4,69	2,25	5,53	5,06	-0,47	3,09	0,37	-2,71
12. Appareils et matériel électriques	1,89	5,38	3,49	4,23	4,58	0,35	2,34	-0,80	-3,14
13. Matériel de transport	0,86	4,89	4,03	5,20	5,37	0,17	4,33	0,48	-3,86
14. Autres industries manufacturières	2,92	3,99	1,07	4,76	4,19	-0,58	1,85	0,19	-1,65
15. Électricité, gaz et eau	2,37	2,58	0,22	5,89	5,17	-0,72	3,52	2,59	-0,94
16. Construction	1,02	4,26	3,24	2,91	4,87	1,96	1,90	0,61	-1,29
17. Commerce de gros et de détail	-0,62	1,13	1,75	2,46	2,89	0,43	3,07	1,75	-1,32
18. Restauration et hôtellerie	1,77	4,56	2,79	6,13	8,30	2,18	4,35	3,74	-0,61
19. Transport et entreposage	3,19	2,45	-0,74	4,13	2,82	-1,32	0,95	0,37	-0,58
20. Communications	2,21	3,46	1,25	4,79	4,60	-0,19	2,57	1,13	-1,44
21. Finances, assurance, immobilier et services commerciaux	3,23	5,89	2,66	7,58	8,90	1,32	4,35	3,01	-1,34
22. Services personnels, sociaux et communautaires	2,79	3,35	0,56	9,84	8,21	-1,63	7,05	4,86	-2,18

¹ Voir la note 1 du tableau 2.

Tableau 7
Niveaux de productivité totale des facteurs au Canada
par rapport aux États-Unis

Industrie (CITI – deuxième révision)	1963	1973	1985	1991
1. Agriculture, foresterie et pêche	0,95	1,04	0,81	0,90
2. Mines et carrières	1,06	1,18	0,84	0,70
3. Aliments, boissons et tabac	0,87	0,95	0,88	0,84
4. Textiles, vêtement et cuir	0,75	1,04	0,99	0,83
5. Produits du bois et meuble	0,59	0,72	0,82	0,73
6. Papier, produits du papier et impression	0,57	0,66	0,73	0,64
7. Produits chimiques ¹	0,50	0,62	0,65	0,60
8. Produits des minéraux non métalliques	0,73	1,05	0,92	0,77
9. Industries des métaux de base	0,55	0,68	0,88	0,76
10. Produits métalliques	1,01	0,89	0,91	0,80
11. Machines agricoles et industrielles	0,62	0,66	0,89	0,75
12. Appareils et matériel électriques	1,17	1,26	1,10	0,79
13. Matériel de transport	0,45	0,82	0,89	0,83
14. Autres industries manufacturières	0,75	0,78	0,74	0,59
15. Électricité, gaz et eau	0,45	0,48	0,59	0,46
16. Construction	0,49	0,82	1,10	1,07
17. Commerce de gros et de détail	0,63	0,78	0,84	0,87
18. Restauration et hôtellerie	1,32	1,43	1,03	0,70
19. Transport et entreposage	0,39	0,49	0,71	0,59
20. Communications	0,37	0,47	0,53	0,58
21. Finances, assurance, immobilier et services commerciaux	0,87	0,78	0,81	0,78
22. Services personnels, sociaux et communautaires	0,50	0,53	0,64	0,76

1 Voir la note 1 du tableau 2.

4. ANALYSE EMPIRIQUE

La présentation de nos résultats se divise en deux parties : nous présentons d'abord certaines corrélations brutes, suivies des résultats des régressions.

Corrélations brutes

Nous présentons dans les figures 1 à 4 certaines corrélations empiriques pertinentes à l'analyse de l'effet d'incorporation du progrès technique et à l'hypothèse d'un rattrapage. Elles donnent un aperçu de la dispersion partielle du logarithme de la productivité du travail par rapport, successivement, à l'âge moyen du stock total de capital brut, à l'âge moyen des machines et des biens d'équipement, à l'âge moyen des structures non résidentielles et à la variable de rattrapage. Dans toutes les figures, les effets fixes par industrie furent neutralisés en reliant les déviations du logarithme de la productivité du travail par rapport aux moyennes industrielles aux déviations de la variable explicative par rapport aux moyennes industrielles. Les figures donnent le profil des données annuelles couvrant la période 1963-1992 pour 22 industries.

La figure 1 montre un effet de génération à la fois fort et significatif : le stock de capital plus récent est associé à une croissance de la productivité du travail plus rapide. Cette corrélation devient plus étroite dans le cas des MBE, comme l'indique la figure 2. Toutefois, la figure 3 ne révèle que peu d'indice de la présence d'un effet d'incorporation attribuable aux structures non résidentielles dans le processus de croissance de la productivité.

Figure 1
Productivité du travail et âge du stock de capital

Coeff. = -0,89; t = -11,49

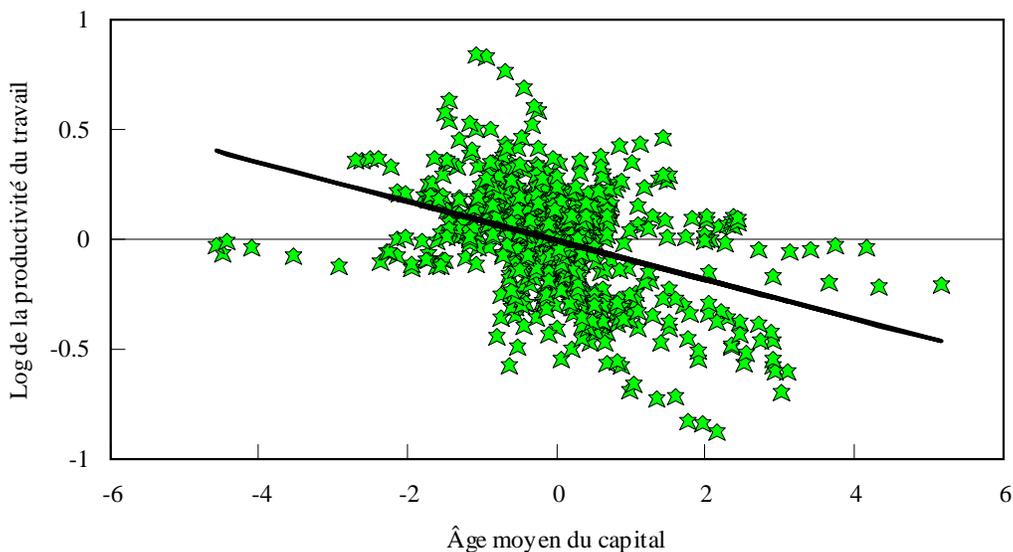


Figure 2
Productivité du travail et âge des machines et des biens d'équipement



Figure 3
Productivité du travail et âge des structures non résidentielles

Coeff. = -0,012; t = -1,59

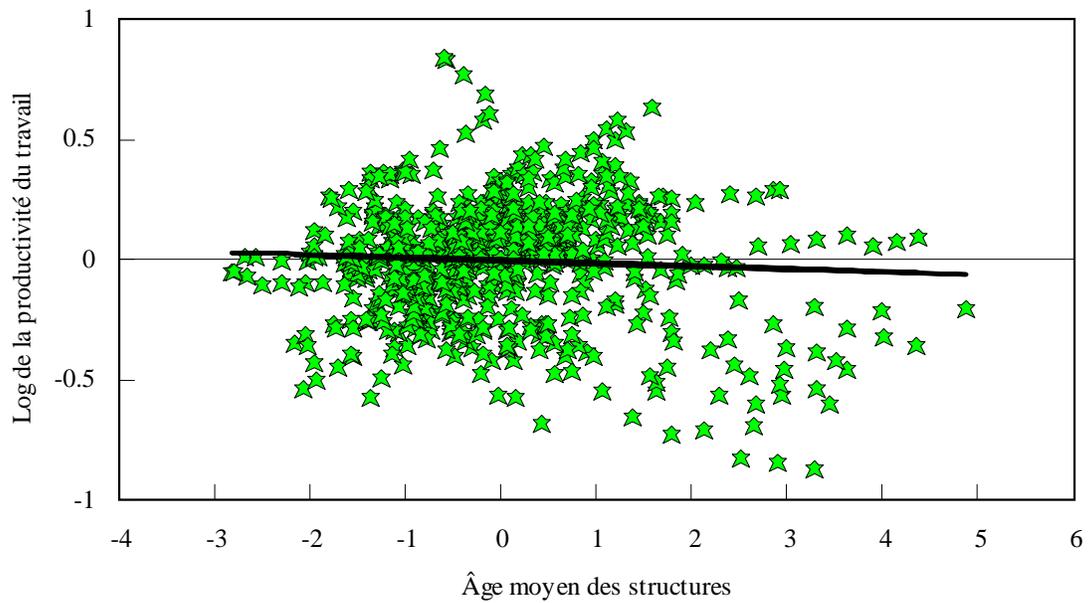
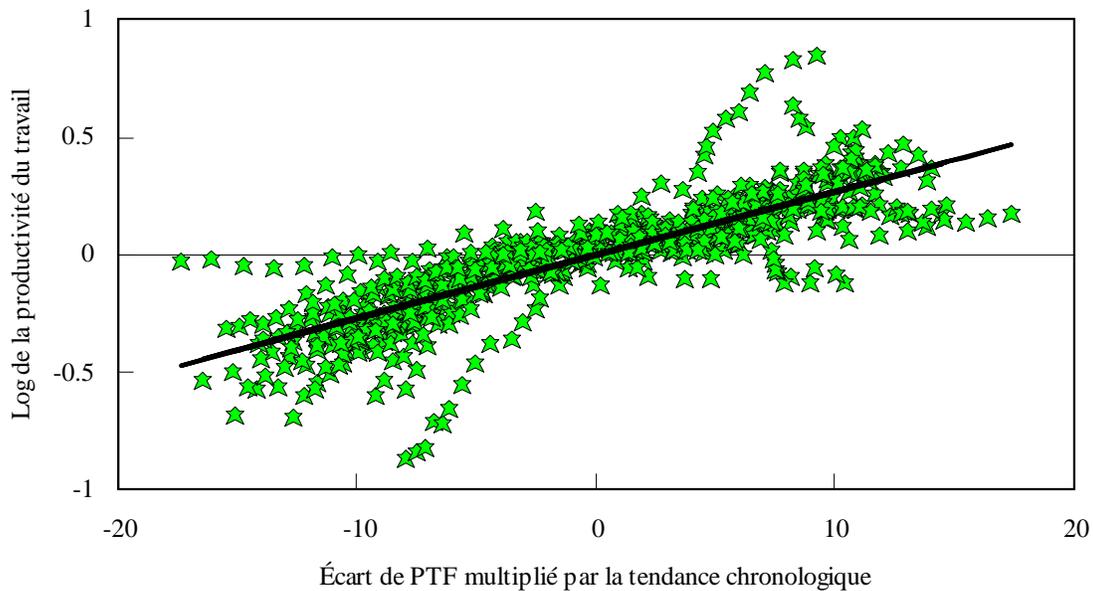


Figure 4
Productivité du travail et écart de PTF
 Coeff. = 0,027; t = 38,82



La figure 4 présente un diagramme de dispersion du logarithme de la productivité du travail par rapport à la variable de rattrapage. Le tracé révèle la présence d'un effet de rattrapage important : une croissance plus rapide de la productivité est associée à des industries dont l'écart de PTF est plus prononcé par rapport à leurs rivales aux États-Unis.

Les quatre figures mettent en relief l'importance des effets d'incorporation et de rattrapage pour la croissance de la productivité. Nous passons maintenant à l'analyse de nos résultats de régression portant sur la mesure des effets de génération et de rattrapage.

Analyse de régression

Dans le cadre de l'analyse empirique présentée ci-dessous²², nous nous intéressons avant tout à trois variables. La première et la plus importante est l'effet de génération, c'est-à-dire, l'importance de l'hypothèse d'incorporation pour expliquer la croissance de la productivité dans les industries canadiennes. La deuxième est la variable de rattrapage : Dans quelle mesure l'effet de rattrapage a-t-il contribué à la croissance de la productivité au Canada ? La troisième est l'augmentation du rapport capital-travail : Celle-ci a-t-elle contribué à la croissance de la productivité dans les industries canadiennes ?

Avant de présenter les résultats des régressions, il nous faut examiner une question préliminaire concernant le caractère non stationnaire des variables utilisées dans les équations de régression. Le tableau A-1 de l'appendice renferme les résultats de tests de racines unitaires regroupées portant sur l'hypothèse nulle, à savoir que les séries chronologiques pour chaque industrie ont un caractère non stationnaire, par rapport à

l'hypothèse opposée, à savoir qu'elles ont un caractère stationnaire. Les valeurs des tests de racines unitaires regroupées sur une série chronologique sont obtenues à partir d'une régression qui comprend la tendance chronologique, la dérivée première décalée de la variable et les variables auxiliaires représentant les industries. Ces valeurs du test sont ensuite comparées aux valeurs critiques contenues dans le tableau 5 de l'étude de Levin et Lin (1992)²³. Selon les résultats des tests de racines unitaires, les variables suivantes ont un caractère non stationnaire : le logarithme de la productivité du travail, le logarithme du rapport capital-travail, le logarithme du rapport des biens et services intermédiaires au travail, la variable de rattrapage, la variable de rattrapage en interaction avec le logarithme du rapport capital-travail et le logarithme du stock de capital en R-D. Par contre, l'âge moyen du stock total de capital, l'âge moyen des machines et des biens d'équipement, l'âge moyen des structures non résidentielles et les taux d'utilisation de la capacité sont des variables qui ont un caractère stationnaire.

Compte tenu du caractère non stationnaire de certaines variables entrant dans nos équations de régression, nous vérifions la présence d'un effet de co-intégration. Les résultats du test pour les six spécifications présentées au tableau 8 indiquent que l'hypothèse nulle du caractère non stationnaire des résidus peut être rejetée au seuil de 5 p. 100²⁴. Par conséquent, nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse nulle selon laquelle les variables de nos régressions sont co-intégrées. En d'autres termes, les résultats indiquent qu'il existe un lien à long terme entre les variables qui nous intéressent. Mais, il faut toutefois être prudent avant de tirer des conclusions au sujet des estimations des paramètres, car les écarts types calculés risquent d'être biaisés à moins que les variables indépendantes ne soient strictement exogènes (Coe et Helpman, 1995).

Les résultats des régressions sont présentés au tableau 8. Les résultats estimatifs de la spécification (1) indiquent que le coefficient de l'âge du stock de capital brut, qui mesure l'effet de génération, affiche le signe négatif attendu et qu'il est significatif au seuil de 1 p. 100. Le coefficient indique qu'une diminution d'un an de l'âge moyen du stock de capital s'accompagne d'une hausse de la croissance de la productivité du travail de 0,37 p. 100 par année. Bien que cet effet ne soit pas aussi important que celui que Wolff (1996) a calculé dans son étude, on peut conclure que l'effet de génération a une incidence importante sur la croissance de la productivité dans les industries canadiennes. En se fondant sur ce coefficient et sur celui du rapport capital-travail, le taux de progrès technique incorporé au capital dans les industries canadiennes a atteint 2,8 p. 100 par année pendant la période 1963-1992²⁵. Notre estimation, contrairement à celle de Wolff (1996) qui a calculé une valeur très élevée pour cet effet (18,9 p. 100 par année), se compare davantage à l'estimation du progrès technique incorporé obtenue par Hulten (1992) pour les États-Unis au cours de la période 1949-1983 (3,4 p. 100 par année)²⁶.

Le coefficient du rapport capital-travail est positif et significatif au seuil de 1 p. 100. Cet effet semble être très important puisque l'estimation indique qu'une hausse de 1 p. 100 du rapport capital-travail s'accompagne d'une augmentation de la croissance de la productivité du travail de 0,13 p. 100 par année.

Tableau 8
Résultats des régressions, 1963–1992¹

Variable dépendante : logarithme de la productivité du travail (production brute / heures ouvrées)

Variables indépendantes	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Constante	-0,6998 (7,60)	-0,6065 (7,02)	-0,7230 (7,63)	-0,6473 (7,13)	-0,7715 (7,96)	-0,7214 (7,85)
Tendance chronologique	0,0025 (5,05)	0,0027 (5,78)	0,0027 (5,34)	0,0028 (5,45)	0,0065 (10,39)	0,0060 (7,88)
Tendance chronologique* variable auxiliaire pour les industries primaires	-0,0065 (4,28)	-0,0061 (3,72)	-0,0074 (4,86)	-0,0069 (4,10)	-0,0058 (3,54)	-0,0058 (3,45)
Tendance chronologique* variable auxiliaire pour les industries de services	-0,0034 (5,44)	-0,0037 (5,47)	-0,0045 (7,92)	-0,0050 (8,14)	-0,0044 (7,87)	-0,0042 (6,85)
Tendance chronologique après 1973	—	—	—	—	-0,0051 (8,43)	-0,0047 (6,34)
Âge du capital total	-0,0037 (3,21)	—	-0,0052 (4,60)	—	-0,0042 (3,41)	—
- Âge des machines et biens d'équipement	—	-0,0071 (4,57)	—	-0,0061 (3,74)	—	-0,0108 (5,88)
- Âge des structures	—	-0,0094 (10,72)	—	-0,0098 (10,35)	—	-0,006 2 (6,36)
Âge du capital total après 1973	—	—	—	—	0,0047 (8,79)	—
-Âge des machines et biens d'équipement après 1973	—	—	—	—	—	0,0066 (6,71)
- Âge des structures après 1973	—	—	—	—	—	0,0004 (0,79)
Logarithme du ratio du capital au travail	0,1343 (18,27)	0,1230 (16,81)	0,1216 (16,02)	0,1147 (14,47)	0,1427 (18,60)	0,1274 (15,23)
Logarithme du ratio des biens et services intermédiaires au travail	0,657 8 (77,91)	0,659 8 (83,27)	0,657 2 (74,72)	0,656 4 (74,80)	0,641 7 (72,05)	0,640 6 (70,89)
Variable de rattrapage ²	—	—	0,0059 (4,84)	0,0063 (5,09)	0,0054 (4,07)	0,0059 (4,72)
Variable de rattrapage* logarithme du ratio capital-travail	—	—	0,0021 (5,80)	0,0020 (5,37)	0,0019 (4,76)	0,0020 (5,18)
Logarithme du capital en R-D	0,0188 (3,86)	0,0193 (4,06)	0,0229 (4,82)	0,0240 (4,87)	0,0172 (3,58)	0,0193 (3,85)
Taux d'utilisation de la capacité	0,0029 (34,34)	0,0030 (34,53)	0,0029 (35,08)	0,0030 (34,47)	0,0029 (37,35)	0,0030 (35,33)
R^2	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Logarithme du rapport de vraisemblance	1 954,15	1 948,57	1 957,75	1 946,79	1 962,36	1 952,17
Tests de co-intégration ADF ³	-17,71	-17,80	-17,77	-17,91	-17,83	-17,86
Dimension de l'échantillon	660	660	660	660	660	660

- 1 Toutes les régressions comprennent des variables auxiliaires pour 22 industries; les valeurs du test t figurent entre parenthèses.
- 2 Par définition, la variable de rattrapage s'obtient en multipliant l'écart de PTF par la tendance chronologique.
- 3 Les tests ADF sont des valeurs de t obtenues à partir d'une régression des résidus différenciés par rapport aux résidus retardés, aux résidus différenciés retardés et à des variables auxiliaires pour l'industrie.

L'estimation de la variable de la tendance chronologique, qui représente une mesure du taux de progrès technique pur dans les industries manufacturières²⁷, donne un taux de 0,25 p. 100 par année. Comme on pouvait s'y attendre, le taux de progrès technique pur est moins élevé dans le secteur primaire et dans les industries de services que dans le secteur manufacturier, comme en témoigne le coefficient négatif et statistiquement significatif des termes d'interaction de la tendance chronologique avec les variables auxiliaires qui servent à identifier le secteur primaire et les industries de services.

Enfin, le coefficient du ratio des biens et services intermédiaires au travail est aussi significativement différent de zéro au seuil de 1 p. 100. Le coefficient de la variable du capital en R-D affiche le signe positif attendu et il est significatif au seuil de 1 p. 100. Bien que l'ordre de grandeur du coefficient soit beaucoup plus faible que celui des coefficients comparables calculés aux États-Unis, ce résultat est conforme à ceux obtenus par d'autres (voir, par exemple, Gera, Gu et Lee, 1998). Le coefficient positif et statistiquement significatif du taux d'utilisation de la capacité est le reflet du caractère procyclique de l'évolution de la productivité du travail dans les industries canadiennes.

Afin de vérifier la présence d'écart possible entre le taux de progrès technique incorporé aux MBE et celui intégré aux structures non résidentielles, nous avons ajouté l'âge moyen des machines et biens d'équipement et des structures non résidentielles dans la spécification 2. Les coefficients de l'âge des MBE et celui des structures non résidentielles sont tous deux statistiquement significatifs et ils possèdent le signe négatif attendu. Soulignons que les deux coefficients ne sont pas statistiquement différents l'un de l'autre.

Dans les spécifications (3) et (4), nous avons introduit la variable de rattrapage et un terme d'interaction entre la variable de rattrapage et le rapport capital-travail. L'effet de toutes les variables indépendantes précédentes demeure significatif et robuste. La variable de rattrapage est statistiquement significative au seuil de 1 p. 100 dans les deux spécifications. Il est intéressant de souligner que le terme d'interaction entre la variable de rattrapage et le rapport capital-travail est aussi positif et corrélé significativement avec la croissance de la productivité. Les résultats indiquent que l'accumulation de capital joue un rôle important dans le processus de rattrapage. Comme nous l'avons mentionné plus haut, l'écart de PTF entre les industries canadiennes et les industries américaines offre la possibilité aux premières de faire reculer plus rapidement leur frontière technologique. L'accumulation de capital permet d'accélérer le processus de rattrapage par l'intermédiaire de l'interaction de la formation de capital et du progrès technologique. Par conséquent, le coefficient positif du terme d'interaction entre la variable de rattrapage et le rapport capital-travail contribue aussi à appuyer l'hypothèse d'incorporation qui forme l'élément central de notre étude.

Dans les spécifications (5) et (6), nous avons fait intervenir deux autres variables indépendantes : une variable de tendance chronologique postérieure à 1973 et une variable d'interaction entre l'âge du stock total de capital et la variable auxiliaire pour la période postérieure à 1973. Dans la spécification (6), cette dernière variable fut insérée en décomposant le stock total de capital en fonction des MBE et des structures non

résidentielles. Ces variables devraient contribuer à mettre en relief les causes du ralentissement de la productivité observé dans les industries canadiennes.

Dans les deux spécifications, le coefficient de la variable chronologique pour la période postérieure à 1973 est négatif et statistiquement significatif au seuil de 1 p. 100. Ce coefficient représente en fait une mesure de la variation du taux de progrès technique pur à compter de la fin de 1973. Les résultats indiquent que le taux de progrès technique dans le secteur manufacturier est passé de 0,65 p. 100 par année durant la période 1963-1973 à 0,14 p. 100 par année durant la période 1973-1992. Dans le cas des deux industries primaires, le taux annuel de progrès technique est passé de 0,02 à -0,45 p. 100 entre les deux périodes. Le taux annuel de progrès technique dans le secteur des services a aussi diminué, passant de 0,18 à -0,29 p. 100.

Le coefficient du terme d'interaction entre l'âge du stock total de capital et la variable auxiliaire pour la période postérieure à 1973 est positif et statistiquement significatif au seuil de 1 p. 100. Ce résultat donne à penser qu'il s'est produit une diminution du taux de progrès technique incorporé au stock total de capital : ce taux s'établissait à 2,9 p. 100 par année au cours de la période 1963-1973, mais il a fait une chute de 3,3 points de pourcentage entre 1973 et 1992 pour se situer à -0,4 p. 100 par année.

Dans la spécification (6), les deux termes interactifs de la variable auxiliaire pour la période postérieure à 1973 avec l'âge des MBE et l'âge des structures sont positifs, ce qui indique un taux de progrès technique incorporé plus lent tant pour les MBE que pour les structures à compter de la fin de 1973²⁸. Le taux de progrès technique incorporé semble avoir diminué beaucoup plus pour les MBE que pour les structures non résidentielles. Il est étonnant de constater que le taux de progrès technique incorporé aux MBE a fait une chute spectaculaire, passant de 8,5 p. 100 par année avant 1973 à 3,3 p. 100 par année après 1973. Par contre, le taux de progrès technique intégré aux structures non résidentielles n'a connu qu'une faible baisse pendant la période postérieure à 1973 (de 4,9 à 4,6 p. 100 par année). Le ralentissement significatif du taux de progrès technique intégré aux MBE laisse penser qu'il s'écoule peut-être un délai avant que l'on puisse retirer des avantages des nouveaux types d'investissements comme ceux qui se rattachent aux technologies de l'informatique et des communications. En d'autres termes, pour pouvoir utiliser ces investissements de façon efficace et rehausser ainsi les niveaux de productivité, il faut que les organisations et les travailleurs modifient leurs méthodes de façon fondamentale afin de faciliter l'apprentissage et les communications.

Voici, en résumé, nos principaux résultats empiriques.

- Le progrès technique intégré au capital (effet de génération) et les possibilités de rattrapage en matière de technologie avancée par rapport aux industries américaines sont deux éléments importants de la croissance de la productivité dans les industries canadiennes.
- Il y a un lien complémentaire entre l'accumulation de capital et le progrès technique. L'accumulation de capital a pour effet d'accélérer le processus de rattrapage à mesure que des biens d'investissement plus récents, qui incorporent des technologies plus avancées, sont utilisés dans le processus de production.

- Les industries canadiennes ont connu un ralentissement tant du taux de progrès technique intégré au capital que du taux de progrès technique pur à compter de la fin de 1973. Le ralentissement du taux de progrès technique intégré aux machines et aux biens d'équipement fut beaucoup plus prononcé que celui du taux de progrès technique incorporé aux structures non résidentielles.

5. SOURCES DU RALENTISSEMENT DE LA PRODUCTIVITÉ

Dans cette partie, nous déterminons l'apport de divers facteurs à la croissance de la productivité dans les industries canadiennes. Cette décomposition se fonde sur notre spécification de régression (6) la plus complète apparaissant au tableau 8. Dans le but d'isoler les causes du ralentissement, nous avons décomposé la croissance de la productivité séparément pour deux périodes, 1963-1973 et 1973-1992, pour chaque industrie. Les résultats sont présentés dans les tableaux A-2 à A-4 de l'appendice. Pour avoir une idée du ralentissement global, nous avons tenu compte de la taille de chaque industrie en utilisant la production brute comme facteur de pondération dans le calcul des résultats de la décomposition de la productivité²⁹.

Les données indiquent que la croissance de la productivité du travail dans les industries canadiennes a été en moyenne de 3,44 p. 100 par année pendant la période 1963-1973 (tableau 9, colonne 1). De ce chiffre, 2,31 points de pourcentage peuvent être attribués au ratio des biens et services intermédiaires au travail, 0,34 point de pourcentage au progrès technologique pur, 0,30 point de pourcentage à l'augmentation du rapport capital-travail, 0,14 point de pourcentage au progrès technique intégré au capital, 0,26 point de pourcentage à l'effet de rattrapage et 0,19 point de pourcentage à l'accumulation de capital en R-D (ce qui laisse un résidu non expliqué de -0,10 point de pourcentage).

Toutefois, la période 1973-1992 fut témoin d'un revirement marqué, puisque la croissance de la productivité du travail a ralenti pour s'établir à 1,50 p. 100 par année (tableau 9, colonne 2). De nouveau, le facteur le plus important fut la hausse du ratio des biens et services intermédiaires au travail, dont l'apport à la croissance a atteint 1,23 point de pourcentage. La contribution de l'augmentation du ratio capital-travail est passée de 0,30 point de pourcentage durant la période 1963-1973 à 0,46 point de pourcentage durant la période 1973-1992. Toutefois, le progrès technique intégré au capital, qui avait contribué à la croissance de la productivité pendant la période antérieure à 1973, n'a joué aucun rôle durant la période postérieure à 1973. L'effet de rattrapage devint un peu plus important comme facteur de croissance de la productivité après 1973. Le ralentissement de la croissance de la productivité à compter de la fin de 1973 est en grande partie attribuable au taux de progrès technique pur, dont l'apport à la croissance est passé de 0,34 point de pourcentage entre 1963 et 1973 à -0,13 point de pourcentage durant la période 1973-1992. L'apport de l'accumulation de capital en R-D est demeuré à peu près inchangé.

Les colonnes 4 et 5 du tableau 9 indiquent aussi l'apport de chacun des facteurs au ralentissement de l'augmentation de la productivité en termes absolus et en pourcentage. En se fondant sur la moyenne des industries, la croissance annuelle de la productivité du travail a diminué de 1,94 point de pourcentage entre les périodes 1963-1973 et 1973-1992. La décélération de l'augmentation du ratio des biens et services intermédiaires au travail fut le facteur le plus important, puisqu'il explique en moyenne environ 56 p. 100 du ralentissement de la productivité du travail. Cette baisse représente peut-être l'effet de chocs négatifs ressentis du côté de l'offre durant les années 70, attribuables aux fortes augmentations des prix de l'énergie et des matières premières

– un changement qui a peut-être rendu désuet une partie du stock de capital. Elle est peut-être aussi le reflet de problèmes de mesure reliés aux activités de services³⁰.

Le taux du progrès technique pur permet d'expliquer, en moyenne, 24 p. 100 du ralentissement. L'effet de génération est responsable d'une autre tranche de 7 p. 100 du ralentissement de la productivité. L'effet de rattrapage et l'accumulation de capital sous forme de R-D n'ont pas joué un rôle significatif dans la décélération de la croissance de la productivité. La hausse du rapport capital-travail s'est accentuée dans les industries canadiennes à compter de la fin de 1973, ce qui a eu un effet positif sur l'augmentation de la productivité. Cette tendance s'écarte de celle observée aux États-Unis, où une progression plus lente du rapport capital-travail a contribué à expliquer une tranche de 8 p. 100 du ralentissement de la croissance de la productivité (Wolff, 1996).

Tableau 9
Apports des facteurs au ralentissement de la productivité
à compter de la fin de 1973¹
(Taux moyen de variation annuelle)

	1963–1973	1973–1992	Ralentissement en termes absolus	Apport en pourcentage au ralentissement de la productivité du travail	Apport en pourcentage au ralentissement de la PTF
	(Pourcentage)	(Pourcentage)	(Point de pourcentage)	(Pourcentage)	(Pourcentage)
Croissance de la productivité du travail	3,44	1,50	1,94	100	—
Croissance du ratio du capital au travail	0,30	0,46	-0,16	-8,2	—
Croissance du ratio des biens et services intermédiaires au travail	2,31	1,23	1,08	55,6	—
Croissance de la PTF ²	0,83	-0,19	1,02	52,6	100
Progrès technique normal	0,34	-0,13	0,47	24,2	46,1
Progrès technique intégré au capital	0,14	0,00	0,14	7,2	13,7
Effet de rattrapage	0,26	0,31	-0,05	-2,6	-4,9
Accumulation de capital en R-D	0,19	0,18	0,01	0,5	1
Résidu	-0,10	-0,54	0,44	22,7	43,1

1 Ces calculs sont fondés sur la spécification (6) du tableau 8. Ils représentent des moyennes pondérées entre les industries pour les deux périodes 1963-1973 et 1973-1992, les facteurs de pondération étant la production brute moyenne au cours de ces deux périodes.

2 La croissance de la PTF est calculée en soustrayant de la croissance de la productivité du travail les apports de la croissance du rapport du capital au travail et de la croissance du rapport des biens et services intermédiaires au travail.

La colonne 5 du tableau 9 indique l'apport en pourcentage de chaque facteur au ralentissement de la croissance de la productivité totale des facteurs³¹. Le taux de progrès technique pur fut le facteur prédominant, puisqu'il explique en moyenne 46 p. 100 du ralentissement de la PTF. Environ 14 p. 100 de la décélération de la PTF est attribuable à l'effet de génération (effet d'incorporation)³². Encore une fois, l'effet de rattrapage et l'accumulation de capital sous forme de R-D n'ont que peu contribué au ralentissement de la PTF.

L'apport de chacun des éléments au ralentissement de la productivité varie entre les industries, comme l'indique le tableau A-4 de l'appendice. Dans le secteur de la production des biens, l'effet de génération s'est révélé être le facteur le plus important dans l'industrie des produits électriques et dans celle des produits du bois et du meuble, avec un apport de 58 et de 56 p. 100, respectivement, au ralentissement de la croissance de la productivité. L'effet de génération a aussi contribué fortement au ralentissement dans le secteur des finances, de l'assurance, de l'immobilier et des services commerciaux, et dans celui des services de communications. Par ailleurs, l'effet de rattrapage fut une source importante du ralentissement surtout dans les industries de services, comme celles des services personnels, sociaux et communautaires, de la construction, des communications et du commerce de gros et de détail.

6. CONCLUSIONS

Les auteurs d'études canadiennes antérieures sur la croissance de la productivité ne sont pas parvenus à déterminer les causes du ralentissement observé à compter de la fin de 1973. Les facteurs les plus plausibles sont une croissance plus lente de l'intensité en R-D, le ralentissement des dépenses en infrastructure, une absence de progrès technique dans plusieurs industries parvenues à maturité, des déplacements intersectoriels de la production et du travail vers les industries de service et l'importance décroissante de l'effet de rattrapage. Toutefois, aucune des études n'a abordé la question de savoir si le progrès technique intégré au capital (l'effet de génération) avait été un élément important du ralentissement de la croissance de la productivité observé dans les industries canadiennes à compter de la fin de 1973.

Dans cette étude, nous avons considéré l'effet de génération, l'effet de rattrapage et le ratio capital-travail pour analyser la décélération de la croissance de la productivité du travail à compter de la fin de 1973. De plus, nous avons examiné s'il existait une complémentarité entre l'accumulation de capital et le progrès technique, étant donné que l'accumulation de capital permet d'accélérer le processus de rattrapage à mesure que des biens d'équipement plus récents incorporant une technologie plus avancée sont utilisés dans le processus de production. Nous avons aussi examiné le taux de progrès technique incorporé au capital en établissant une distinction entre les MBE et les structures non résidentielles. Enfin, nous avons utilisé une base de données unique sur l'âge du stock de capital dans les industries canadiennes. Cette base de données n'a pas encore été exploitée par d'autres chercheurs.

Nos principaux résultats peuvent être résumés comme suit :

Premièrement, nous avons trouvé des preuves empiriques significatives et robustes de l'existence d'un effet de génération (progrès technique incorporé au capital), qui permet d'expliquer (en moyenne) environ 14 p. 100 du ralentissement de la croissance de la PTF et 7 p. 100 de la décélération de l'augmentation de la productivité du travail à compter de la fin de 1973. L'effet de génération a été alimenté principalement par deux facteurs. Le premier est un ralentissement prononcé du taux de progrès technique incorporé au capital à compter de la fin de 1973, notamment pour ce qui est des MBE. Le taux de progrès technique intégré aux MBE a diminué de façon spectaculaire, passant de 8,5 p. 100 par année durant la période 1963-1973 à 3,3 p. 100 par année entre 1973 et 1992. Toutefois, le taux de progrès technique incorporé aux structures non résidentielles n'a diminué que de façon marginale, passant de 4,9 à 4,6 p. 100 par année à compter de la fin de 1973.

Il ne faut pas s'étonner de ce ralentissement du taux de progrès technique incorporé au capital. Les investissements en MBE, notamment depuis 1985, ont été fortement orientés vers les techniques informatiques. De tels investissements nécessitent des changements fondamentaux de la part des travailleurs et des organisations afin d'en retirer les avantages. Dans une étude devenue classique, Paul David a expliqué les raisons pour lesquelles l'adoption de la dynamo électrique au début des années 1880 (qui a ouvert la voie à l'utilisation commerciale de l'électricité) avait pris 40 ans avant de donner des

résultats significatifs sur le plan de la productivité : « La croissance de la productivité dans les économies industrielles a en fait enregistré un ralentissement à compter de la fin de 1890 et elle n'a pas connu de regain avant les années 1920. Cette situation reflète en partie le rythme lent d'adoption de l'électricité et la longue période de gestation qui a été nécessaire pour apprendre à organiser les processus de production en fonction de l'électricité » (passage cité dans *The Economist*, le 28 septembre 1996). Nos résultats semblent appuyer l'hypothèse du retard : le progrès technique incorporé au capital a ralenti depuis 1973, ce qui laisse entendre que les nouveaux investissements prennent du temps avant de contribuer à l'amélioration de la performance au chapitre de la productivité. Une autre force motrice liée à l'effet de génération est le ralentissement de la tendance vers le rajeunissement du stock de capital à compter de la fin de 1973. Ce ralentissement fut causé par la décélération de l'accumulation de capital dans la plupart des industries canadiennes après 1973.

Deuxièmement, nous avons constaté que l'effet de rattrapage, bien qu'il soit une source importante de croissance de la productivité, n'a pas été un facteur ayant contribué au ralentissement de la productivité à compter de la fin de 1973. Un résultat peut-être plus important encore est le rôle joué par l'accumulation de capital dans le processus de rattrapage des industries canadiennes. Nos constatations tendent à appuyer l'existence d'une complémentarité entre l'accumulation de capital et le progrès technique. Par cette voie, l'accumulation de capital permet d'accélérer le rythme de rattrapage des industries canadiennes, les rapprochant ainsi des niveaux de performance de leurs rivales américaines. Nous interprétons cette observation comme un élément supplémentaire à l'appui de l'hypothèse d'incorporation du progrès technique au capital dans l'industrie canadienne.

Troisièmement, nous avons observé que la croissance du rapport capital-travail s'est accélérée dans presque toutes les industries canadiennes à compter de la fin de 1973, contribuant ainsi à une augmentation et non à un ralentissement de la croissance de la productivité du travail. Cette tendance s'écarte de celle observée aux États-Unis et dans d'autres grands pays industrialisés.

Quatrièmement, la baisse de la croissance du ratio des biens et services intermédiaires au travail permet d'expliquer une autre tranche de 56 p. 100 du ralentissement de la productivité du travail. Cette constatation donne à penser que des chocs négatifs sur l'offre (c'est-à-dire, les hausses des prix de l'énergie et des matières premières durant les années 70) ont joué un rôle important en contribuant à ralentir la croissance de la productivité après 1973. Ce résultat est peut-être aussi le reflet de problèmes de mesure de la production dans le secteur des services.

Cinquièmement, une croissance plus lente du stock de capital en R-D n'a pas semblé contribuer au ralentissement de la productivité.

Enfin, la décélération du taux de progrès technique a été responsable, en moyenne, de 24 p. 100 du ralentissement de la croissance de la productivité du travail et de 46 p. 100 de la décélération de la croissance de la productivité totale des facteurs. Ce déclin prononcé du taux de progrès technique pur dans les industries canadiennes à compter de la fin de 1973 demeure encore un mystère et mérite d'être étudié plus à fond.

NOTES

- 1 Des études portant sur le ralentissement de la croissance de la productivité aux États-Unis ont permis d'isoler les facteurs suivants pour expliquer cette tendance : la décélération du taux d'accumulation du capital, des changements dans la composition de la population active, le rôle des chocs des prix de l'énergie, une baisse des dépenses de R-D, l'emploi d'une main-d'œuvre excédentaire (par rapport aux autres pays industrialisés) par suite d'une baisse du salaire minimum réel et une réglementation gouvernementale plus lourde (Baily, 1981; Morrison, 1992; Griliches, 1994; et Baily et Gordon, 1988). Wolff (1991) a fait valoir que la baisse de l'investissement semble avoir joué un rôle majeur puisqu'elle expliquerait entre un quart et un tiers environ du ralentissement de la croissance de la productivité à compter de la fin de 1973. De plus, des études récentes ont mis en relief des distorsions dans la mesure de la croissance de la productivité (voir, par exemple, Griliches, 1994; et Baily et Gordon, 1988).
- 2 L'effet varie d'un pays à l'autre, d'un seuil de 23 p. 100 au Japon à un sommet de 69 p. 100 en France. Dans le cas des États-Unis, l'effet de génération intervenait pour 55 p. 100 du ralentissement.
- 3 Une étude antérieure du même auteur (Wolff, 1991) a révélé que le progrès technique incorporé au capital avait joué un rôle important dans le processus de ralentissement de la croissance de la productivité pendant les années 70. L'étude portait sur les pays du G-7 pour la période allant de 1880 à 1979.
- 4 Voir Baily et Gordon (1988) pour des précisions sur les études américaines consacrées à l'hypothèse d'incorporation. Contrairement aux études mentionnées dans le texte, McHugh et Lane (1987*a, b*) ont conclu que le taux de progrès technique incorporé au capital avait peut-être augmenté pendant les années 70, ce qui tranche par rapport à la tendance générale d'une diminution de la croissance de la productivité durant cette période.
- 5 Bien que les modèles de générations de capital décrits formellement par Johansen (1959) et Solow (1960) soient disponibles depuis plus de 30 ans, aucune analyse empirique de ces modèles n'a été entreprise au Canada, même si nous disposons de données d'excellente qualité sur le stock de capital.
- 6 L'étude de Dollar et Wolff (1993) représente toutefois une exception importante.
- 7 L'affectation du travail se poursuit jusqu'à ce que le produit marginal du travail s'équilibre entre les unités de capital de différentes générations. De plus, l'affectation des biens et services intermédiaires se poursuit jusqu'à ce que leurs produits marginaux s'équilibrent.
- 8 Wolff (1991) a examiné plusieurs façons dont le processus de rattrapage pourrait être lié à l'accumulation de capital, notamment l'« apprentissage par la pratique », l'effet positif de l'augmentation de l'investissement et de la production sur la conception et la gestion organisationnelles, l'effet de Verdoorn ou de Kaldor

- (l'investissement peut lui-même engendrer des possibilités de croissance) et l'effet de stimulation exercé par les occasions d'investissement.
- 9 Les résultats fondés sur les valeurs moyennes de l'écart de PTF au cours des deux années précédentes ne sont pas significativement différents.
 - 10 Par ailleurs, l'équation peut être estimée en tant que forme de croissance en prenant la dérivée première de l'équation (8). Toutefois, nos données sur les industries canadiennes, que nous présenterons dans la prochaine partie, indiquent que les variations de l'âge du capital sont minimales au fil du temps et entre les industries. Par conséquent, l'effet d'incorporation a tendance à se fondre avec ceux d'autres variables et il devient difficile de l'isoler statistiquement. Par contre, l'âge moyen du stock de capital exprimé sous forme de niveaux affiche de fortes variations dans le temps et entre industries. Donc, l'estimation de l'équation (8) sous forme de niveaux semble être plus appropriée à l'analyse de l'hypothèse d'incorporation.
 - 11 Il s'agit précisément de la production exprimée sous forme logarithmique.
 - 12 Soulignons que, lorsqu'on procède à l'agrégation de l'intrant travail (nombre d'heures ouvrées) à l'aide de la formule de Tornquist en utilisant les parts de la rémunération du travail comme facteurs de pondération, l'intrant travail est dans une certaine mesure corrigé pour tenir compte des variations de qualité.
 - 13 Voir Huang (1988) pour une description détaillée de la méthodologie.
 - 14 Toutefois, Wolff (1996) utilise l'hypothèse d'une durée de vie fixe de 39 ans pour les structures non résidentielles et de 14 ans pour les machines et les biens d'équipement des six pays à l'étude (France, Allemagne, Japon, Pays-Bas, Royaume-Uni et États-Unis).
 - 15 Machines agricoles et industrielles, appareils et matériel électriques, et matériel de transport.
 - 16 La part du travail peut se calculer de diverses façons. Elle peut être calculée par industrie pour chaque pays au fil du temps. Une autre possibilité consiste à calculer la part moyenne entre les pays au fil du temps (Wolff, 1991; Bernard et Jones, 1996). Dans notre étude, la part du travail peut varier d'une industrie à l'autre, mais elle doit être la même entre deux pays.
 - 17 Il s'agit du commerce de gros et de détail, de la restauration et de l'hôtellerie, du transport et de l'entreposage, des communications, des finances, de l'assurance, de l'immobilier et des services commerciaux, ainsi que des services personnels, sociaux et communautaires.
 - 18 L'estimation du stock de capital en R-D a été faite à l'aide de l'équation $R_t = (1-\delta)R_{t-1} + I_{t-1}$, dans laquelle δ et I_{t-1} désignent successivement le taux d'amortissement (de 10 p. 100, par hypothèse) et les dépenses en R-D. Le niveau de départ de la R-D a été calculé à l'aide de l'équation $R_0 = I_0 / (g + \delta)$, dans laquelle g est le taux de croissance moyen des dépenses en R-D pendant la période 1964-1992. L'indice 0 désigne l'année 1963.

- 19 Nous avons utilisé la production brute pour tenir compte de l'apport productif des biens et services intermédiaires et non de leur utilisation, comme c'est le cas pour la valeur ajoutée. Voir Basu et Fernald (1996).
- 20 Soulignons que les données sur le stock de capital brut des 22 industries visées par notre analyse ont été obtenues en agrégeant les données de 121 industries à l'aide de la formule de Tornquist, en utilisant les parts de la rémunération du capital comme facteurs de pondération.
- 21 L'écart de PTF entre le Canada et les États-Unis fait peut-être l'objet d'une erreur de mesure dans le cas des industries de services. Le stock de capital réel des industries de services au Canada, tiré de la base de données sectorielles internationales de l'OCDE, a été corrigé pour tenir compte des changements de qualité qui se sont produits dans le secteur des investissements en informatique. Cette correction n'a pas été apportée au stock de capital réel des industries de services aux États-Unis.
- 22 Dans le contexte de notre analyse de régression, nous avons accordé une attention toute spéciale aux questions économétriques suivantes : Premièrement, nous avons tenu compte de caractéristiques industrielles non observées comme la structure de l'industrie, le degré d'ouverture de l'industrie et (peut-être plus important encore) de la qualité de la main-d'œuvre de l'industrie en ajoutant des variables auxiliaires. Deuxièmement, nous avons tenu compte d'écarts possibles dans le taux de progrès technique normal entre les industries en ajoutant aux équations des termes d'interaction entre les variables auxiliaires des industries et la tendance chronologique. Troisièmement, nous avons tenu compte de la corrélation des erreurs résiduelles entre les industries puisque ces dernières subissent l'influence de fluctuations macroéconomiques semblables d'origine intérieure et extérieure. Quatrièmement, nous avons introduit un processus d'autorégression de premier rang [AR(1)] au niveau des erreurs résiduelles puisque les données ont révélé qu'il y avait un degré élevé d'autocorrélation entre les industries. Enfin, nous avons tenu compte de l'hétéroscédasticité entre les industries. Les hypothèses selon lesquelles il n'y a aucune autocorrélation, aucune hétéroscédasticité transversale et aucune corrélation transversale furent toutes rejetées en se fondant sur un test des rapports de vraisemblance. Voir Kmenta (1986) pour une analyse détaillée de cette question.
- 23 Aux fins des tests de racines unitaires regroupées de Levin et Lin (1992), on suppose qu'il y a indépendance des erreurs résiduelles entre les unités transversales. O'Connell (1996) a démontré que le fait de tenir compte de la corrélation croisée, comme nous l'avons fait dans notre analyse de régression, permet d'augmenter la valeur nominale de ces tests.
- 24 Les tests de racines unitaires regroupées de Levin et Lin sont utilisés pour vérifier le caractère non stationnaire des résidus pour la co-intégration.
- 25 Le taux de progrès technique incorporé au capital est calculé à l'aide du ratio $-a_2/a_3$, dans lequel a_2 est le coefficient de l'âge du stock de capital et a_3 est le

- coefficient du rapport capital-travail. Voir l'équation (7) pour un aperçu de la dérivation du ratio.
- 26 Dans le cas des États-Unis, Intriligator (1965) a calculé que le taux de progrès technique intégré au capital s'établissait à 4,0 p. 100 par année pendant la période 1958-1983. Toutefois, Wolff (1996) a obtenu des estimations beaucoup plus élevées du taux de progrès technique pour les pays du G-6 (à l'exclusion du Canada), variant entre 2,63 et 7,18 p. 100 par année.
- 27 Le taux de progrès technique pur n'était pas statistiquement différent entre les industries manufacturières. Par conséquent, des termes d'interaction furent ajoutés seulement pour tenir compte des écarts entre les industries primaires, secondaires et tertiaires.
- 28 Le coefficient du terme interactif de la variable auxiliaire pour la période 1973-1992 par rapport à l'âge des structures n'est pas statistiquement significatif. Toutefois, la somme des coefficients de l'âge des structures et de son terme interactif par rapport à la variable auxiliaire pour la période 1973-1992 est statistiquement significative, ce qui indique que l'estimation du taux de progrès technique intégré aux structures pour la période postérieure à 1973 est statistiquement significative.
- 29 Toutefois, les résultats obtenus en utilisant des moyennes simples ne sont pas différents.
- 30 Nous sommes reconnaissants à Richard Harris d'avoir attiré notre attention sur ce point.
- 31 La croissance de la PTF au tableau 8 est égale à la croissance de la productivité du travail moins les apports à la croissance du rapport capital-travail et du ratio des biens et services intermédiaires au travail.
- 32 Par ailleurs, Wolff (1996) a calculé un effet de génération plus important, qui explique environ 40 p. 100 du ralentissement de la productivité totale des facteurs, à l'aide d'un échantillon de six pays. Une partie de cet effet estimatif plus élevé peut être attribuée à l'utilisation de la valeur ajoutée au lieu de la production brute, comme nous l'avons fait dans cette étude.

APPENDICE

Tableau A1
Test des racines unitaires regroupées

(Données annuelles portant sur 22 industries pour la période 1963–1992, 660 observations)

Variables	Valeurs du test ADF ¹
Logarithme de la productivité du travail	-4,29
Âge du stock de capital total	-7,33
Âge des machines et des biens d'équipement	-9,54
Âge des structures non résidentielles	-8,89
Logarithme du ratio capital-travail	-6,58
Logarithme du ratio des biens et services intermédiaires au travail	-5,00
Variable de rattrapage	-5,98
Variable de rattrapage* logarithme du ratio du capital au travail	-5,81
Logarithme du stock de capital en R-D	-5,28
Taux d'utilisation de la capacité	-15,73

- 1 Les tests ADF sont des valeurs de t obtenues à partir d'une régression de la dérivée première d'une variable par rapport à la variable retardée, la dérivée première retardée de la variable, la tendance chronologique et les variables auxiliaires.
- 2 Les valeurs critiques du test de racines unitaires sont les suivantes : $-7,07$ au seuil de confiance de 5 p. 100 et $-6,78$ au seuil de confiance de 10 p. 100 (Levin et Lin, 1992).

Tableau A2
Apport à la croissance de la productivité du travail de chaque composante, 1963–1973
 (Points de pourcentage)¹

Industrie (CITI – deuxième révision)	Lpgrt	Tend chro	Âge MBE	Âge struct	Klgrt	Xlgrt	Ratt	Ratt *kl	Rdgrt	Rési
1. Agriculture, foresterie et pêche	4,96	0,02	0,10	0,01	0,70	4,77	-0,02	-0,03	0,68	-1,28
2. Mines et carrières	5,37	0,02	0,12	-0,07	0,69	3,50	0,05	0,09	0,15	0,82
3. Aliments, boissons et tabac	3,23	0,60	0,08	0,04	0,42	1,86	0,01	0,01	0,13	0,10
4. Textiles, vêtement et cuir	4,46	0,60	0,27	0,25	0,14	3,08	0,00	0,00	0,03	0,06
5. Produits du bois et meuble	3,29	0,60	0,23	0,27	0,20	2,38	0,21	0,21	0,18	-0,99
6. Papier, produits du papier et impression	3,10	0,60	0,01	0,35	0,38	2,33	0,21	0,29	0,06	-1,12
7. Produits chimiques	4,26	0,60	0,03	0,06	0,34	2,58	0,27	0,40	0,11	-0,12
8. Produits des minéraux non métalliques	3,88	0,60	-0,04	0,13	0,53	2,11	0,06	0,08	0,15	0,26
9. Industries des métaux de base	2,88	0,60	-0,02	-0,10	0,37	1,87	0,20	0,30	0,08	-0,41
10. Produits métalliques	3,44	0,60	0,22	-0,07	0,21	2,09	0,08	0,08	0,23	0,01
11. Machines agricoles et industrielles	3,95	0,60	0,13	0,13	0,31	3,41	0,19	0,16	0,17	-1,15
12. Appareils et matériel électriques	4,09	0,60	0,17	-0,07	0,24	2,37	-0,11	-0,09	0,16	0,82
13. Matériel de transport	5,95	0,60	0,25	0,18	0,11	3,36	0,12	0,13	0,10	1,11
14. Autres industries manufacturières	4,01	0,60	0,01	0,10	0,37	2,59	0,17	0,14	0,16	-0,12
15. Électricité, gaz et eau	5,16	0,18	0,17	-0,03	0,30	2,21	0,31	0,67	0,43	0,94
16. Construction	2,48	0,18	0,06	-0,13	0,13	2,23	0,08	0,05	0,19	-0,31
17. Commerce de gros et de détail	2,17	0,18	0,09	-0,03	0,08	0,71	0,12	0,09	0,21	0,88
18. Restauration et hôtellerie	1,26	0,18	0,08	0,08	0,23	0,70	-0,21	-0,18	0,21	0,17
19. Transport et entreposage	5,47	0,18	-0,04	0,22	0,41	3,93	0,29	0,43	0,15	-0,09
20. Communications	6,03	0,18	-0,02	0,20	0,28	1,95	0,30	0,50	0,30	2,34
21. Finances, assurance, immobilier et services commerciaux	1,70	0,18	0,07	0,27	0,41	1,84	0,16	0,19	0,21	-1,64
22. Services personnels, sociaux et communautaires	1,03	0,18	-0,00	0,04	0,36	0,43	0,30	0,36	0,21	-0,85
Moyenne ²	3,44	0,34	0,08	0,06	0,30	2,31	0,11	0,15	0,19	-0,10

- 1 Lpgrt = Taux annuel de croissance de la productivité du travail
 Âge MBE = Variation annualisée de l'âge moyen des machines et des biens d'équipement
 Âge struct = Variation annualisée de l'âge moyen des structures non résidentielles
 Klgrt = Taux annuel de croissance du ratio du capital brut au travail
 Xlgrt = Taux annuel de croissance du ratio des biens intermédiaires au travail
 Ratt = Variable de rattrapage qui, par définition, correspond au produit de l'écart de PTF par la tendance chronologique
 Ratt*kl = Terme d'interaction entre la variable de rattrapage et le logarithme du ratio capital-travail
 Rdgrt = Taux annuel de croissance du stock de capital en R-D
 Rési = Fraction non expliquée
- 2 Moyenne pondérée, les facteurs de pondération étant les valeurs moyennes de la production brute pour la période 1963–1973.

Tableau A3
Apport à la croissance de la productivité du travail de chaque composante, 1973–1992
 (Points de pourcentage)¹

Industrie (CITI – deuxième révision)	Lpgrt	Tend chro	Âge MBE	Âge struct	Klgrt	Xlgrt	Ratt	Ratt *kl	Rdgrt	Rési
1. Agriculture, foresterie et pêche	2,85	-0,45	-0,00	-0,01	0,10	1,90	0,07	0,09	0,31	0,84
2. Mines et carrières	0,91	-0,45	-0,01	-0,03	0,60	1,87	0,24	0,51	0,07	-1,90
3. Aliments, boissons et tabac	1,58	0,13	0,04	-0,08	0,40	1,20	0,14	0,19	0,04	-0,47
4. Textiles, vêtement et cuir	2,40	0,13	0,04	-0,07	0,42	1,40	0,13	0,13	0,05	0,18
5. Produits du bois et meuble	2,51	0,13	0,00	-0,04	0,51	1,72	0,12	0,18	0,16	-0,27
6. Papier, produits du papier et impression	1,22	0,13	0,03	-0,01	0,53	1,22	0,20	0,35	0,01	-1,24
7. Produits chimiques	0,75	0,13	0,02	-0,08	0,51	0,12	0,23	0,44	0,08	-0,69
8. Produits des minéraux non métalliques	0,68	0,13	0,01	-0,09	0,51	0,79	0,07	0,12	0,04	-0,92
9. Industries des métaux de base	2,33	0,13	0,00	-0,02	0,65	1,66	0,04	0,11	0,05	-0,29
10. Produits métalliques	0,93	0,13	0,01	0,00	0,26	0,69	0,12	0,14	0,08	-0,51
11. Machines agricoles et industrielles	3,41	0,13	0,04	-0,05	0,60	2,50	0,11	0,16	0,07	-0,15
12. Appareils et matériel électriques	3,83	0,13	0,03	-0,08	0,69	2,57	0,23	0,24	0,12	-0,11
13. Matériel de transport	1,99	0,13	0,05	0,02	0,62	1,38	0,06	0,12	0,10	-0,49
14. Autres industries manufacturières	0,46	0,13	0,02	-0,05	0,51	0,12	0,29	0,33	0,15	-1,04
15. Électricité, gaz et eau	1,41	-0,29	0,00	-0,11	0,33	2,35	0,32	0,77	0,20	-2,15
16. Construction	1,23	-0,29	0,00	0,07	0,54	0,60	-0,15	-0,11	0,21	0,35
17. Commerce de gros et de détail	1,29	-0,29	0,04	-0,02	0,14	0,93	0,02	0,02	0,33	0,12
18. Restauration et hôtellerie	-0,55	-0,29	0,01	0,06	0,58	0,23	0,32	0,32	0,33	-2,12
19. Transport et entrepôt	1,89	-0,29	0,07	0,02	0,31	1,44	0,16	0,29	0,09	-0,20
20. Communications	5,69	-0,29	0,04	0,01	0,44	2,74	0,22	0,47	0,25	1,81
21. Finances, assurance, immobilier et services commerciaux	1,21	-0,29	0,01	-0,01	0,75	1,77	0,12	0,22	0,33	-1,70
22. Services personnels, sociaux et communautaires	0,52	-0,29	0,04	-0,21	0,43	0,95	0,06	0,13	0,33	-0,93
Moyenne ²	1,50	-0,14	0,02	-0,02	0,46	1,23	0,11	0,20	0,18	-0,54

1 Voir la note 1 du tableau A2.

2 Moyenne pondérée, les facteurs de pondération étant les valeurs moyennes de la production brute pour la période 1973–1992.

Tableau A4
Apport au ralentissement de la productivité du travail de chaque composante
durant la période postérieure à 1973
 (Points de pourcentage)¹

Industrie (CITI – deuxième révision)	Lpgr ²	Tend chro	Âge MBE	Âge struct	Klgrt	Xlgrt	Ratt	Ratt *kl	Rdgrt	Rési
1. Agriculture, foresterie et pêche	2,11	0,47	0,11	0,03	0,60	2,87	-0,10	-0,12	0,37	-2,12
2. Mines et carrières	4,46	0,47	0,12	-0,04	0,09	1,63	-0,19	-0,43	0,09	2,72
3. Aliments, boissons et tabac	1,64	0,47	0,03	0,12	0,02	0,65	-0,14	-0,18	0,09	0,57
4. Textiles, vêtement et cuir	2,05	0,47	0,24	0,33	-0,28	1,69	-0,13	-0,13	-0,02	-0,11
5. Produits du bois et meuble	0,78	0,47	0,23	0,31	-0,31	0,66	0,10	0,03	0,02	-0,73
6. Papier, produits du papier et impression	1,88	0,47	-0,02	0,36	-0,15	1,10	0,01	-0,07	0,04	0,12
7. Produits chimiques	3,51	0,47	0,02	0,15	-0,17	2,45	0,04	-0,04	0,03	0,57
8. Produits des minéraux non métalliques	3,20	0,47	-0,05	0,22	0,03	1,32	-0,01	-0,04	0,10	1,17
9. Industries des métaux de base	0,56	0,47	-0,02	-0,08	-0,28	0,21	0,16	0,19	0,03	-0,11
10. Produits métalliques	2,52	0,47	0,21	-0,07	-0,05	1,40	-0,04	-0,06	0,15	0,52
11. Machines agricoles et industrielles	0,54	0,47	0,09	0,18	-0,29	0,91	0,08	-0,00	0,09	-0,99
12. Appareils et matériel électriques	0,26	0,47	0,14	0,01	-0,45	-0,20	-0,34	-0,33	0,03	0,93
13. Matériel de transport	3,96	0,47	0,20	0,16	-0,51	1,97	0,06	0,01	-0,00	1,60
14. Autres industries manufacturières	3,56	0,47	-0,01	0,15	-0,14	2,46	-0,11	-0,19	0,00	0,92
15. Électricité, gaz et eau	3,75	0,47	0,16	0,08	-0,03	-0,15	-0,01	-0,10	0,23	3,09
16. Construction	1,25	0,47	0,06	-0,20	-0,41	1,63	0,23	0,16	-0,02	-0,67
17. Commerce de gros et de détail	0,88	0,47	0,05	-0,02	-0,22	-0,22	0,10	0,07	-0,11	0,76
18. Restauration et hôtellerie	1,81	0,47	0,06	0,02	-0,36	0,47	-0,54	-0,50	-0,11	2,29
19. Transport et entreposage	3,58	0,47	-0,11	0,19	0,09	2,48	0,13	0,15	0,06	0,11
20. Communications	0,35	0,47	-0,05	0,19	-0,16	-0,79	0,07	0,03	0,05	0,53
21. Finances, assurance, immobilier et services commerciaux	0,50	0,47	0,05	0,28	-0,34	0,07	0,04	-0,03	-0,11	0,06
22. Services personnels, sociaux et communautaires	0,51	0,47	-0,04	0,25	-0,07	-0,52	0,23	0,23	-0,11	0,07
Moyenne	1,94	0,47	0,06	0,08	-0,17	1,08	0,01	-0,05	0,01	0,44

1 Voir la note 1 du tableau A2.

2 Ralentissement du taux annuel de croissance de la productivité du travail entre la période 1963–1973 et la période 1973–1992 (points de pourcentage).

BIBLIOGRAPHIE

- Abramovitz, Moses, « Catch-up and Convergence in the Postwar Growth Boom and After », dans l'ouvrage publié sous la direction de William Baumol, Richard R. Nelson et Edward N. Wolff, *Convergence of Productivity: Cross-national Studies and Historical Evidence*, Oxford University Press, New York, 1994, p. 86–125.
- Baily, Martin, « The Productivity Growth Slowdown and Capital Accumulation », *American Economic Review*, vol. 71, 1981, p. 326-331.
- Baily, Martin N. et Robert J. Gordon, « Productivity Slowdown, Measurement Issues, and the Explosion of the Computer Power », *Brookings Papers on Economic Activity*, vol. 19, 1988, p. 347–420.
- Basu, Susanto et John G. Fernald, « Are Apparent Productive Spillovers a Figment of Specification Error? », NBER Working Paper 5073, National Bureau of Economic Research, Cambridge (Mass.), 1996.
- Bernard, Andrew B. et Charles I. Jones, « Comparing Apples to Oranges: Productivity Convergence and Measurement across Industries and Countries », *American Economic Review*, vol. 86, décembre 1996, p. 1216–1237.
- Coe, David et Elhanan Helpman, « International R&D Spillovers », *European Economic Review*, vol. 39, 1995, p. 859–887.
- Daly, Michael J. et P. Someshwar Rao, « Some Myths and Realities concerning Canada's Recent Productivity Slowdown, and Their Policy Implications », *Analyse de politiques*, vol. 11, 1985, p. 206–217.
- David Paul A., « The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox », *American Economic Review*, vol. 80, mai 1990, p. 355–361; cité dans *The Economist*, le 28 septembre 1996.
- Denny, M., J. Bernstein, M. Fuss, L. Nakumara et L. Waverman, « Productivity in Manufacturing Industries, Canada, Japan and the United States, 1953–1986: Was the 'Productivity Slowdown' Reversed? », *Revue canadienne d'économique*, vol. 25, 1992, p. 584–603.
- Dollar, David et Edward N. Wolff, *Competitiveness, Convergence, and International Specialization*, MIT Press, Cambridge (Mass.), 1993.
- Fuss, Scott M. et Hendrik Van den Berg, « The Impact of Transactional Activities on Productivity Growth in Canada, and a Comparison with the United States », *North American Journal of Economics and Finance*, vol. 6, 1995, p. 1–15.
- Gera, Surendra, Wulong Gu et Frank C. Lee, « Information Technology and Productivity Growth: An Empirical Analysis for Canada and the United States », document reprographié, 1997.

- Gerschenkron, Alexander, « Economic Backwardness in Historical Perspective », dans l'ouvrage publié sous la direction de Bert F. Hoselitz, *The Progress of Underdeveloped Areas*, University of Chicago Press, Chicago, 1952, p. 3–29.
- Griliches, Zvi, « Productivity, R&D, and Data Constraint », *American Economic Review*, vol. 84, 1994, p. 1-23.
- Huang, Kuen H., « The Capital Stock Models and the Average Age of the Fixed Capital », document non publié, Division des sciences, de la technologie et du stock de capital, Statistique Canada, mars 1988.
- Hulten, Charles R., « Growth Accounting When Technical Change Is Embodied in Capital », *American Economic Review*, vol. 82, septembrs 1992, p. 964–980.
- Intriligator, Michael D., « Embodied Technical Change and Productivity in the United States, 1929–1958 », *Review of Economics and Statistics*, vol. 47, 1965, p. 65–70.
- , « Productivity and the Embodiment of Technical Progress », *Scandinavian Journal of Economics*, Supplement, vol. 94, 1992, p. 75–87.
- Johansen, Leif, « Substitutability versus Fixed Production Coefficients in the Theory of Economic Growth: A Synthesis », *Econometrica*, vol. 27, 1959, p. 157–176.
- Jones, Hywel, *An Introduction to Modern Theories of Economic Growth*, Van Nostrand Reinhold (UK) Co. Ltd., 1975.
- Kmenta, Jan, *Elements of Econometrics*, deuxième édition, Macmillan, 1986.
- Kuznets, Simon, *Population, Capital, and Growth: Selected Essays*, Norton, New York, 1973.
- Levin, Andrew et Chien-fu Lin, « Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite Sample Properties », document reprographié, Université de la Californie à San Diego, 1992.
- McHugh, Richard et Julia Lane, « The Age of Capital, the Age of Utilized Capital, and the Test of the Embodiment Hypothesis », *Review of Economics and Statistics*, vol. 69, 1987a, p. 362–367.
- , « The Role of Embodied Technical Change in the Decline of Labour Productivity », *Southern Economic Journal*, vol. 53, avril 1987b, p. 915–924.
- Morrison, Catherine J., « Unraveling the Productivity Slowdown in the United States, Canada and Japan: The Effects of Subequilibrium, Scale Economies and Markups », *Review of Economics and Statistics*, vol. 74, 1992, p. 381–393.
- Mullen, John K. et Martin Williams, « Convergence, Scale and the Relative Productivity Performance of Canadian–US Manufacturing Industries », *Applied Economics*, vol. 26, 1994, p. 739–750.
- Nelson, Richard, « Aggregate Production Functions and Median Range Growth Projections », *American Economic Review*, vol. 54, septembre 1964, p. 575–606.
- O'Connell, Paul, « The Overvaluation of Purchasing Power Parity », document reprographié, Université Harvard, 1996.

- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), *Études économiques de l'OCDE : Canada*, 1995.
- , *Perspectives économiques de l'OCDE*, 1997.
- Rao, Someshwar P. et Tony Lemprière, *L'évolution de la productivité canadienne*, Approvisionnements et Services Canada, Ottawa, 1992.
- Solow, Robert M., « Investment and Technical Progress », dans l'ouvrage publié sous la direction de Kenneth J. Arrow, Samuel Karlin et Patrick Suppes, *Mathematical Methods in the Social Sciences*, Stanford University Press, 1960.
- Wickens, Michael, « Estimation of the Vintage Cobb-Douglas Production Function for the United States », *Review of Economics and Statistics*, vol. 52, mai 1970, p. 187–193.
- Wolff, Edward N., « Capital Formation and Productivity Convergence over the Long-Term », *American Economic Review*, vol. 81, juin 1991, p. 565–579.
- , « The Productivity Slowdown: The Culprit at Last? Follow-up on Hulten and Wolff », *American Economic Review*, vol. 86, décembre 1996, p. 1239–1252.
- You, Jong Keun, « Embodied and Disembodied Technical Progress in the United States, 1929–1968 », *Review of Economics and Statistics*, vol. 58, février 1976, p. 123–127.

PUBLICATIONS DE RECHERCHE D'INDUSTRIE CANADA

COLLECTION DOCUMENTS DE TRAVAIL

- N° 1 **L'intégration économique de l'Amérique du Nord : les tendances de l'investissement étranger direct et les 1 000 entreprises les plus grandes**, Industrie Canada, personnel de la Direction de l'analyse de la politique micro-économique, notamment John Knubley, Marc Legault et P. Someshwar Rao, 1994.
- N° 2 **Les multinationales canadiennes : analyse de leurs activités et résultats**, Industrie Canada, personnel de la Direction de l'analyse de la politique micro-économique, notamment P. Someshwar Rao, Marc Legault et Ashfaq Ahmad, 1994.
- N° 3 **Débordements transfrontaliers de R-D entre les industries du Canada et des États-Unis**, Jeffrey I. Bernstein, Université Carleton et National Bureau of Economic Research, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1994.
- N° 4 **L'impact économique des activités de fusion et d'acquisition sur les entreprises**, Gilles Mcdougall, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1995.
- N° 5 **La transition de l'université au monde du travail : analyse du cheminement de diplômés récents**, Ross Finnie, École d'administration publique, Université Carleton et Statistique Canada, 1995.
- N° 6 **La mesure du coût d'observation lié aux dépenses fiscales : les stimulants à la recherche-développement**, Sally Gunz, Université de Waterloo, Alan Macnaughton, Université de Waterloo, et Karen Wensley, Ernst & Young, Toronto, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1996.
- N° 7 **Les structures de régie, la prise de décision et le rendement des entreprises en Amérique du Nord**, P. Someshwar Rao et Clifton R. Lee-Sing, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1996.
- N° 8 **L'investissement étranger direct et l'intégration économique de la zone APEC**, Ashfaq Ahmad, P. Someshwar Rao et Colleen Barnes, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1996.
- N° 9 **Les stratégies de mandat mondial des filiales canadiennes**, Julian Birkinshaw, Institute of International Business, Stockholm School of Economics, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1996.
- N° 10 **R-D et croissance de la productivité dans le secteur manufacturier et l'industrie du matériel de communications au Canada**, Jeffrey I. Bernstein, Université Carleton et National Bureau of Economic Research, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1996.

- N° 11 **Évolution à long terme de la convergence régionale au Canada**, Serge Coulombe, Département de sciences économiques, Université d'Ottawa, et Frank C. Lee, Industrie Canada, 1996.
- N° 12 **Les répercussions de la technologie et des importations sur l'emploi et les salaires au Canada**, Frank C. Lee, Industrie Canada, 1996.
- N° 13 **La formation d'alliances stratégiques dans les industries canadiennes : une analyse microéconomique**, Sunder Magun, Applied International Economics, 1996.
- N° 14 **Performance de l'emploi dans l'économie du savoir**, Surendra Gera, Industrie Canada, et Philippe Massé, Développement des ressources humaines Canada, 1997.
- N° 15 **L'économie du savoir et l'évolution de la production industrielle**, Surendra Gera, Industrie Canada, et Kurt Mang, ministère des Finances, 1997.
- N° 16 **Stratégies commerciales des PME et des grandes entreprises au Canada**, Gilles Mcdougall et David Swimmer, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1997.
- N° 17 **Incidence sur l'économie mondiale des réformes en matière d'investissement étranger et de commerce mises en oeuvre en Chine**, Winnie Lam, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1997.
- N° 18 **Les disparités régionales au Canada : diagnostic, tendances et leçons pour la politique économique**, Serge Coulombe, Département de science économique, Université d'Ottawa, 1997.
- N° 19 **Retombées de la R-D entre industries et en provenance des États-Unis, production industrielle et croissance de la productivité au Canada**, Jeffrey I. Bernstein, Université Carleton et National Bureau of Economic Research, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1998.
- N° 20 **Technologie de l'information et croissance de la productivité du travail : analyse empirique de la situation au Canada et aux États-Unis**, Surendra Gera, Wulong Gu et Frank C. Lee, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1998.
- N° 21 **Progrès technique incorporé au capital et ralentissement de la croissance de la productivité au Canada**, Surendra Gera, Wulong Gu et Frank C. Lee, Direction de l'analyse de la politique micro-économique, Industrie Canada, 1998.

COLLECTION DOCUMENTS DE DISCUSSION

- N° 1 **Les multinationales comme agents du changement : définition d'une nouvelle politique canadienne d'investissement étranger direct**, Lorraine Eden, Université Carleton, 1994.

- N° 2 **Le changement technologique et les institutions économiques internationales**, Sylvia Ostry, Centre for International Studies, Université de Toronto, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1995.
- N° 3 **La régie des sociétés au Canada et les choix sur le plan des politiques**, Ronald J. Daniels, Faculté de droit, Université de Toronto, et Randall Morck, Faculté d'administration des affaires, Université de l'Alberta, 1996.
- N° 4 **L'investissement étranger direct et les politiques d'encadrement du marché : réduire les frictions dans les politiques axées sur la concurrence et la propriété intellectuelle au sein de l'APEC**, Ronald Hirshhorn, 1996.
- N° 5 **La recherche d'Industrie Canada sur l'investissement étranger : enseignements et incidence sur les politiques**, Ronald Hirshhorn, 1997.
- N° 6 **Rivalité sur les marchés internationaux et nouveaux enjeux pour l'Organisation mondiale du commerce**, Edward M. Graham, Institute for International Economics, Washington (DC), dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1998.

COLLECTION DOCUMENTS HORS SÉRIE

- N° 1 **Obstacles officiels et officieux à l'investissement dans les pays du G-7 : analyse par pays**, Industrie Canada, personnel de la Direction de l'analyse de la politique micro-économique, notamment Ashfaq Ahmad, Colleen Barnes, John Knubley, Rosemary D. MacDonald et Christopher Wilkie, 1994.
- Obstacles officiels et officieux à l'investissement dans les pays du G-7 : résumé et conclusions**, Industrie Canada, personnel de la Direction de l'analyse de la politique micro-économique, notamment Ashfaq Ahmad, Colleen Barnes et John Knubley, 1994.
- N° 2 **Les initiatives d'expansion commerciale dans les filiales de multinationales au Canada**, Julian Birkinshaw, Université Western Ontario, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1995.
- N° 3 **Le rôle des consortiums de R-D dans le développement de la technologie**, Vinod Kumar, Research Centre for Technology Management, Université Carleton, et Sunder Magun, Centre de droit et de politique commerciale, Université d'Ottawa et Université Carleton, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1995.
- N° 4 **Écarts hommes/femmes dans les programmes universitaires**, Sid Gilbert, Université de Guelph, et Alan Pomfret, King's College, Université Western Ontario, 1995.
- N° 5 **La compétitivité : notions et mesures**, Donald G. McFetridge, Département d'économique, Université Carleton, 1995.

- N° 6 **Aspects institutionnels des stimulants fiscaux à la R-D : le crédit d'impôt à la RS&DE**, G. Bruce Doern, École d'administration publique, Université Carleton, 1995.
- N° 7 **La politique de concurrence en tant que dimension de la politique économique : une analyse comparative**, Robert D. Anderson et S. Dev Khosla, Direction de l'économie et des affaires internationales, Bureau de la politique de concurrence, Industrie Canada, 1995.
- N° 8 **Mécanismes et pratiques d'évaluation des répercussions sociales et culturelles des sciences et de la technologie**, Liora Salter, Osgoode Hall Law School, Université de Toronto, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1995.
- N° 9 **Sciences et technologie : perspectives sur les politiques publiques**, Donald G. McFetridge, Département d'économie, Université Carleton, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1995.
- N° 10 **Innovation endogène et croissance : conséquences du point de vue canadien**, Pierre Fortin, Université du Québec à Montréal et Institut canadien de recherches avancées, et Elhanan Helpman, Université de Tel-Aviv et Institut canadien de recherches avancées, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1995.
- N° 11 **Les rapports université-industrie en sciences et technologie**, Jérôme Doutriaux, Université d'Ottawa et Margaret Barker, Meg Barker Consulting, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1995.
- N° 12 **Technologie et économie : examen de certaines relations critiques**, Michael Gibbons, Université de Sussex, dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1995.
- N° 13 **Le perfectionnement des compétences des cadres au Canada**, Keith Newton, Industrie Canada, 1995.
- N° 14 **Le facteur humain dans le rendement des entreprises : stratégies de gestion axées sur la productivité et la compétitivité dans l'économie du savoir**, Keith Newton, Industrie Canada, 1996.
- N° 15 **Les charges sociales et l'emploi — Un examen de la documentation**, Joni Baran, Industrie Canada, 1996.
- N° 16 **Le développement durable : concepts, mesures et déficiences des marchés et des politiques au niveau de l'économie ouverte, de l'industrie et de l'entreprise**, Philippe Crabbé, Institut de recherche sur l'environnement et l'économie, Université d'Ottawa, 1997.
- N° 17 **La mesure du développement durable : étude des pratiques en vigueur**, Peter Hardi, Stephan Barg et Tony Hodge, Institut international du développement durable, 1997.
- N° 18 **Réduction des obstacles réglementaires au commerce : leçons à tirer de l'expérience européenne pour le Canada**, Ramesh Chaitoo et Michael Hart, Centre de droit et de politique commerciale, Université Carleton, 1997.

- N° 19 **Analyse des mécanismes de règlement des différends commerciaux internationaux et conséquences pour l'Accord canadien sur le commerce intérieur**, E. Wayne Clendenning et Robert J. Clendenning, E. Wayne Clendenning & Associates Inc., dans le cadre d'un contrat avec Industrie Canada, 1997.

PUBLICATIONS CONJOINTES

Capital Budgeting in the Public Sector, en collaboration avec l'Institut John Deutsch, sous la direction de Jack Mintz et Ross S. Preston, 1994.

Infrastructure and Competitiveness, en collaboration avec l'Institut John Deutsch, sous la direction de Jack Mintz et Ross S. Preston, 1994.

Getting the Green Light: Environmental Regulation and Investment in Canada, en collaboration avec l'Institut C. D. Howe, sous la direction de Jamie Benidickson, G. Bruce Doern et Nancy Olewiler, 1994.

Pour obtenir des exemplaires de l'un des documents publiés dans le cadre du Programme des publications de recherche, veuillez communiquer avec le :

Responsable des publications
Analyse de la politique micro-économique
Industrie Canada
5^e étage, tour ouest
235, rue Queen
Ottawa (Ontario) K1A 0H5

N° de téléphone : (613) 952-5704

N° de télécopieur : (613) 991-1261

Courrier électronique : fumerton.cheryl@ic.gc.ca