

L'utilisation des technologies de l'information et sa contribution à la croissance en Australie

John Simon et Sharon Wright

Volume 81, numéro 1-2, mars-juin 2005

Productivité et croissance économique à l'ère de l'information : une perspective internationale

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/012841ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/012841ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

HEC Montréal

ISSN

0001-771X (imprimé)

1710-3991 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Simon, J. & Wright, S. (2005). L'utilisation des technologies de l'information et sa contribution à la croissance en Australie. *L'Actualité économique*, 81(1-2), 165-202. <https://doi.org/10.7202/012841ar>

Résumé de l'article

La présente étude a pour but d'évaluer, dans le cadre de la comptabilité de la croissance, les gains de croissance réalisés en Australie au cours des années quatre-vingt-dix grâce à l'utilisation des technologies de l'information. Elle se fonde sur de nouvelles estimations du stock de capital productif calculées au niveau de la branche d'activité. Notre analyse laisse entendre que l'Australie a su profiter de la « nouvelle économie ». Le niveau d'utilisation des technologies informatiques y est parmi les plus élevés du monde, et l'investissement des entreprises australiennes dans les ordinateurs et le matériel connexe augmente rapidement depuis le début des années quatre-vingt-dix. Plutôt que d'être répartie uniformément entre les divers secteurs de l'économie, l'utilisation des ordinateurs est concentrée dans ceux axés sur les services, comme les télécommunications ou les intermédiaires financiers et les assurances. En outre, la moitié environ des gains dus à l'utilisation des technologies de l'information est attribuable à la baisse des prix, tandis que l'autre moitié peut être due à l'augmentation des dépenses nominales. Nous concluons que, grâce à l'utilisation des ordinateurs, l'Australie a vu croître considérablement sa production et qu'elle a bénéficié des progrès techniques réalisés dans ce secteur par la voie de la réduction des prix transmise aux utilisateurs. Donc, être un utilisateur net d'ordinateurs offre des avantages considérables, outre ceux liés au fait d'être un producteur mentionnés plus couramment.

L'UTILISATION DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET SA CONTRIBUTION À LA CROISSANCE EN AUSTRALIE*

John SIMON
Sharon WRIGHT
Reserve Bank of Australia

RÉSUMÉ – La présente étude a pour but d'évaluer, dans le cadre de la comptabilité de la croissance, les gains de croissance réalisés en Australie au cours des années quatre-vingt-dix grâce à l'utilisation des technologies de l'information. Elle se fonde sur de nouvelles estimations du stock de capital productif calculées au niveau de la branche d'activité. Notre analyse laisse entendre que l'Australie a su profiter de la « nouvelle économie ». Le niveau d'utilisation des technologies informatiques y est parmi les plus élevés du monde, et l'investissement des entreprises australiennes dans les ordinateurs et le matériel connexe augmente rapidement depuis le début des années quatre-vingt-dix. Plutôt que d'être répartie uniformément entre les divers secteurs de l'économie, l'utilisation des ordinateurs est concentrée dans ceux axés sur les services, comme les télécommunications ou les intermédiaires financiers et les assurances. En outre, la moitié environ des gains dus à l'utilisation des technologies de l'information est attribuable à la baisse des prix, tandis que l'autre moitié peut être due à l'augmentation des dépenses nominales. Nous concluons que, grâce à l'utilisation des ordinateurs, l'Australie a vu croître considérablement sa production et qu'elle a bénéficié des progrès techniques réalisés dans ce secteur par la voie de la réduction des prix transmise aux utilisateurs. Donc, être un utilisateur net d'ordinateurs offre des avantages considérables, outre ceux liés au fait d'être un producteur mentionnés plus couramment.

ABSTRACT – This paper investigates the gains from the use of information technology in Australia during the 1990s using a growth accounting framework. We make use of new industry-level estimates of the productive capital stock. Our analysis suggests that Australia has done well out of the “ new economy ”. Its use of computer technology is amongst the highest in the world with Australian business investment in computer and related equipment growing rapidly since the early 1990s. Computer use has not been uniform throughout the economy but concentrated in more service-oriented sectors such as telecommunications, and finance and insurance. Additionally, we find that around one-half of the gains from the

* Les opinions exprimées dans le présent rapport sont celles des auteurs et ne doivent pas être attribuées à la Reserve Bank of Australia.

use of information technology can be attributed to price falls while the other half can be attributed to higher nominal expenditure. We arrive at the conclusion that Australia has experienced significant output growth related to computer use and has benefited from the technological advances in the sector through lower prices passed on to users. Thus, we conclude that there are substantial benefits to be gained from being a net user of computers as well as the more commonly mentioned benefits from being a producer.

You can see the computer age everywhere but in the productivity statistics.

Robert Solow

There are lies, damn lies and statistics.

Benjamin Disraeli

INTRODUCTION

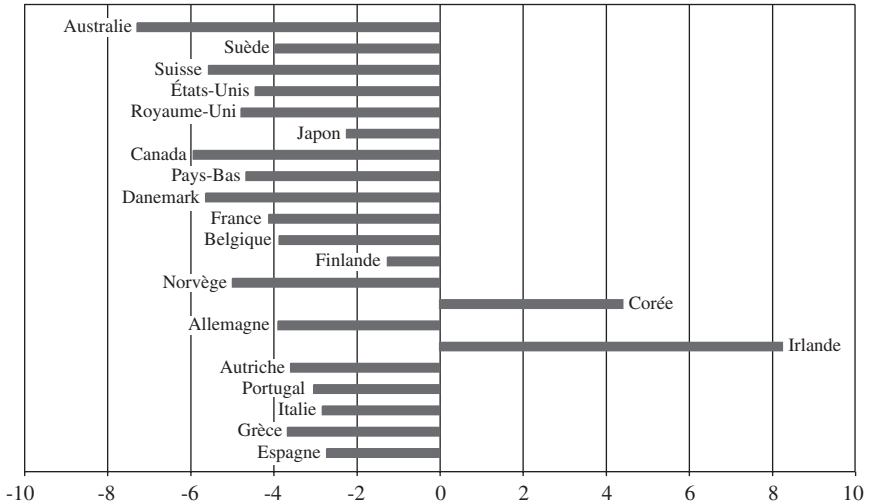
Durant la période de volatilité des marchés boursiers de 1999 et de 2000, on s'est demandé quels pays formaient la « nouvelle économie » et lesquels appartenaient à l'« ancienne ». Les pays possédant un secteur important de production de technologies de pointe formaient la « nouvelle économie » et les autres faisaient partie de l'« ancienne économie ». Pendant le battage entourant la « nouvelle économie », le rendement des valeurs émises par les entreprises du secteur de la haute technologie a grimpé en flèche¹. Par conséquent, les marchés boursiers des pays faisant partie de la « nouvelle économie » étaient en ébullition tandis que ceux de l'« ancienne économie » produisaient des rendements plus terre à terre. L'hypothèse générale était que le rendement des marchés boursiers reflétait la productivité de l'économie dans son ensemble et que la production de technologies de pointe permettait à certains pays de réaliser d'énormes gains de productivité en laissant dans leur sillage les pays de l'« ancienne économie ». Cependant, comme en témoignent les événements survenus depuis avril 2000, penser que le rendement des marchés boursiers reflète le rendement réel de l'économie est une proposition dangereuse lorsqu'il existe une bulle des prix des actifs.

L'Australie, dont l'économie a été qualifiée sans équivoque d'« ancienne économie », représente une étude de cas intéressante. On n'y compte pas beaucoup d'entreprises à vocation hautement technologique. En outre, la fabrication de produits de haute technologie y est limitée. Malgré cela, l'Australie compte parmi les plus gros utilisateurs de produits de haute technologie du monde. L'utilisation des nouveaux appareils électroniques grande consommation, principalement les téléphones mobiles, est forte si l'on s'en tient aux chiffres mondiaux. Les deux graphiques qui suivent soulignent ces aspects de la haute technologie en Australie. Le graphique 1 illustre le déséquilibre entre la production et la consommation, tandis que le graphique 2 donne une comparaison entre l'utilisation des technologies de l'information par l'Australie et celle du reste du monde.

1. En effet, les investisseurs faisaient preuve d'un tel discernement que toute société dont le nom contenait « point com » avait du succès. Voir Cooper, Dimitrov et Rau (1999) pour des précisions.

GRAPHIQUE 1

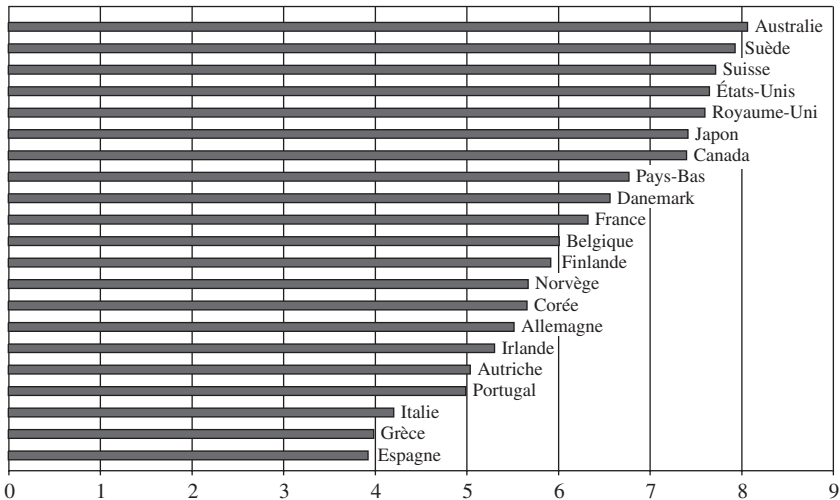
EXPORTATIONS NETTES DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION, 1997
(POURCENTAGE DU PIB)



NOTE : Données collectées par International Data Corporation et fournies aux auteurs par le biais de l'OCDE. Des données similaires ont été publiées en 1998 sous le titre *World Information Technology and Services Alliance (WITSA)* dans le rapport *Digital Planet: The Global Information Economy and the October 2001 IMF World Economic Outlook*.

GRAPHIQUE 2

DÉPENSES EN TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION, 1997 (POURCENTAGE DU PIB)



NOTE : Voir note du graphique 1

Le déséquilibre qu'illustre le graphique 1 a été une source de préoccupation. Si les fabricants et les inventeurs de produits de haute technologie s'approprient la plupart des bénéfices émanant de leurs produits, alors, dans une large mesure, l'Australie ne profite pas de la révolution technologique. Par contre, si les utilisateurs des produits de haute technologie s'approprient la plupart des bénéfices, il y a lieu d'être optimiste. Étant l'un des pays qui ont adopté les technologies de l'information avec le plus de vigueur, l'Australie pourrait aussi être l'un des principaux bénéficiaires de la révolution technologique.

L'opinion selon laquelle les utilisateurs sont d'importants bénéficiaires de la révolution technologique est peu accréditée. Néanmoins, les auteurs d'un rapport récent de l'OCDE (OCDE, 2001) concluent que la clé, pour bénéficier des technologies de l'information, consiste à mettre l'accent sur les politiques favorisant leur utilisation plutôt que leur production, et mentionnent l'Australie à titre d'exemple².

Durant le battage publicitaire concernant la « nouvelle économie », on a largement oublié de faire la distinction entre la simple production d'un bien et l'innovation. Sans augmentation connexe de l'innovation, et de la recherche et du développement, la production n'offre que des avantages limités. Cependant, tout comme la production peut mener à une intensification de l'innovation, l'utilisation de la haute technologie peut stimuler l'innovation. La différence tient au fait que les bénéfices dont jouissent les producteurs s'accumulent vraisemblablement dans leur branche d'activité, tandis que ceux que tirent les utilisateurs sont probablement plus dispersés.

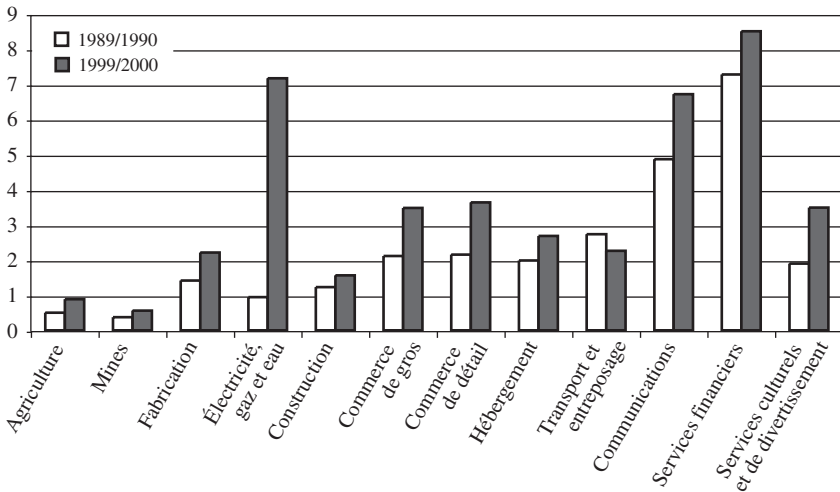
Le présent rapport porte sur les gains historiques résultant de l'utilisation des technologies de l'information en Australie. Notre analyse laisse entendre que l'Australie a su bien profiter de la « nouvelle économie ». Cependant, si l'utilisation globale des technologies de l'information y est importante, elle n'est pas répartie uniformément entre les divers secteurs de l'économie. Le graphique 3 montre l'investissement nominal, exprimé en pourcentage de la valeur ajoutée brute (VAB), selon le secteur pour les exercices 1989-1990 et 1999-2000.

Cette dispersion permet de dégager certaines tendances intéressantes. Les secteurs primaires et secondaires traditionnels ne sont pas de gros utilisateurs directs des technologies de l'information; au contraire, ce sont les secteurs axés sur les services qui ont été les plus portés à les adopter. Donc, les avantages que procurent les technologies de l'information ne sont peut-être pas répartis uniformément dans l'économie. Nous revenons à cette question plus loin, au moment de la discussion des résultats par branche d'activité.

2. Pour le rôle des réformes, voir l'étude de Parham dans ce numéro de *L'Actualité économique*.

GRAPHIQUE 3

RATIO DE L'INVESTISSEMENT À LA PRODUCTION PAR SECTEUR



Le reste de l'article est présenté comme suit. Dans la première section, nous synthétisons les données publiées antérieurement avant de discuter, à la deuxième section, de la première théorie pertinente et de certains problèmes que pose l'analyse. À la troisième section, nous discutons des données et d'autres questions pratiques, puis, à la quatrième section, nous présentons les résultats. Dans la cinquième section, nous considérons deux questions intéressantes. La première, consiste à envisager ce qu'aurait été la situation si le secteur de l'informatique n'avait pas eu pour caractéristique une chute rapide des prix. La deuxième consiste à déterminer si l'utilisation des technologies de l'information a des retombées décelables sur la croissance de la productivité multifactorielle. Dans la sixième section, nous discutons de façon plus générale des résultats et les comparons à ceux obtenus antérieurement. Enfin, nous présentons nos conclusions.

1. ÉTUDES ANTÉRIEURES

Alors que plusieurs chercheurs ont contribué activement à la littérature traitant de la question aux États-Unis, le nombre d'études publiées dans d'autres pays est comparativement faible. Cette situation reflète, en grande partie, la disponibilité des données. Les États-Unis sont l'un des rares pays disposant de suffisamment de données pour procéder aux exercices de comptabilité de la croissance que nécessite ce genre de projet³.

3. Heureusement, l'Australie en est un autre.

Aux États-Unis, Oliner et Sichel (1994, 2000) ont publié des travaux importants. Selon ces auteurs, la contribution de l'utilisation des technologies de l'information, c.-à-d. le matériel informatique, les logiciels et le matériel de communication, à la croissance de la productivité a augmenté rapidement durant la deuxième moitié des années quatre-vingt-dix. Ils constatent aussi que les progrès techniques relatifs à la production de produits informatiques ont également contribué à l'accélération de la croissance de la productivité observée durant la deuxième moitié de la décennie. Plus précisément, ils estiment que l'utilisation des actifs liés aux technologies de l'information (contribution de 0,5 %) et les progrès dans le domaine de la production d'ordinateurs (contribution de 0,25 %) expliquent environ les trois quarts de l'augmentation de 1 % de la croissance de la productivité du travail entre la première et la deuxième moitié des années quatre-vingt-dix aux États-Unis.

Gordon (1999) tire des conclusions fort différentes. Il soutient que la production de matériel informatique explique la *croissance tendancielle* totale de la productivité du travail de la première à la deuxième moitié des années quatre-vingt-dix. Ceci sous-entend que l'*utilisation* des ordinateurs n'aurait contribué aucunement à la croissance tendancielle de la productivité. De la croissance de 1 % de la productivité du travail mesurée pour la décennie, il attribue 0,7 % à des facteurs cycliques et 0,3 % à l'augmentation de la productivité des fabricants d'ordinateurs. La croissance tendancielle de la productivité aux États-Unis serait donc demeurée virtuellement constante au cours des années quatre-vingt-dix, sauf dans les secteurs liés aux ordinateurs.

La révision des comptes nationaux américains qui a eu lieu en octobre 1999 a mené Gordon à modifier ses résultats. Néanmoins, dans Gordon (2000), il arrive à des conclusions comparables à celles de son étude antérieure. En outre, il soutient que les technologies de l'information ont eu un effet aussi important sur la croissance de la production que la vague de grandes innovations du début du siècle, comme l'introduction de l'électricité et l'invention du moteur à combustion interne. Selon lui, la demande d'ordinateurs a surtout augmenté parce que les prix ont baissé, le développement d'Internet constitue, en grande partie, une substitution ou une reproduction des activités préexistantes, et une bonne part de l'investissement dans les nouvelles technologies représente simplement un moyen, pour les titulaires de parts de marché, de défendre celles-ci plutôt qu'un effort conscient, plus général, d'augmentation de l'investissement. En outre, comparant la période de 1972 à 1995 à celle de 1995 à 1999, il affirme que la croissance de la productivité observée durant la deuxième moitié des années quatre-vingt-dix reflète en grande partie un effet cyclique insoutenable et n'est pas un résultat direct de l'investissement plus important dans les ordinateurs. Il estime notamment que, de l'augmentation de 1,4 % de la croissance de la productivité enregistrée de 1972 à 1995, 0,6 % représente un effet cyclique. Il attribue entièrement le reste de l'augmentation à la croissance plus rapide de la productivité multifactorielle dans les secteurs liés aux ordinateurs et prétend qu'il n'y a eu aucune accélération de la croissance de la productivité dans les autres secteurs.

Jorgenson et Stiroh (2000) aboutissent à la même conclusion qu'Oliner et Sichel (1994, 2000). Ils trouvent que l'investissement dans les ordinateurs, et plus généralement dans les technologies de l'information, peut expliquer une part importante de la croissance de la productivité qui a suscité l'accélération de la croissance de la production à la fin des années quatre-vingt-dix. Ils soutiennent que les progrès techniques rapides dans le domaine des semi-conducteurs ont permis aux branches d'activité en amont de réduire leurs prix, donnant ainsi la possibilité aux ménages et aux entreprises d'investir dans des biens de haute technologie, ce qui, à son tour, a fait croître fortement la production. Cependant, ils maintiennent que, si la fabrication de produits de haute technologie est l'un des moteurs de la croissance récente de la productivité dans ces secteurs, elle n'a généralement pas de retombée sur d'autres branches d'activité. Enfin, ils soulignent que le progrès rapide dans les secteurs de la haute technologie ne pourra peut-être pas durer et reconnaissent l'effet qu'auraient sur la croissance le ralentissement dans les secteurs producteurs de technologies et celui de l'accumulation de capital par les secteurs utilisant les technologies de pointe.

D'autres études réalisées aux États-Unis ont produit des estimations plus divergentes de la contribution des ordinateurs à la croissance. Whelan (2000) estime que l'utilisation du matériel informatique a été à l'origine de 0,8 % de la croissance de la production entre 1996 et 1998. Cette valeur est plus importante que celles d'autres auteurs⁴. L'écart tient à une différence de mesure plutôt qu'à une différence de concept. En particulier, sa mesure du stock de capital excède d'environ un tiers celle utilisée par Oliner et Sichel. Cette valeur plus élevée augmente l'estimation de la part du revenu, donc, de la contribution à la croissance du capital informatique. La valeur du stock de capital calculée par Whelan est plus grande parce qu'il n'inclut dans son modèle aucune perte d'efficacité du stock de capital productif avant la mise au rebut, alors qu'Oliner et Sichel font ce rajustement.

En revanche, Kiley (1999) conclut que, depuis le milieu des années soixante-dix, l'investissement dans le matériel informatique a systématiquement détourné l'économie de la trajectoire de croissance. Il tire cette conclusion parce qu'il suppose que les nouveaux investissements s'assortissent d'un coût d'installation qui les empêche de contribuer à la croissance. Selon lui, l'investissement dans les ordinateurs entraîne des coûts élevés d'installation et, par conséquent, les ordinateurs contribuent négativement à la croissance. Il estime qu'à l'état d'équilibre, la contribution des ordinateurs est de l'ordre de 0,5 % par année. Il est, certes, possible que l'installation de nouveaux types de logiciels et de matériel entraîne des coûts importants, mais il n'est pas certain qu'ils soient aussi élevés que le laisse entendre Kiley.

4. À des fins de comparaison, Oliner et Sichel (2000) estiment que la contribution a été de 0,6 % durant la deuxième moitié des années quatre-vingt-dix.

Généralement, les auteurs américains sous-entendent que la production aussi bien que l'utilisation de biens de haute technologie peuvent être source de croissance. De façon grossière, environ la moitié de l'accélération de 1 % de la croissance de la productivité observée de la première à la deuxième moitié des années quatre-vingt-dix est attribuable à l'utilisation de biens associés aux technologies de l'information et environ le quart, à des progrès dans la production des ordinateurs. Ceci dit, l'amélioration de la productivité semble être limitée aux secteurs liés à l'informatique. Les données concernant l'économie américaine donnent à penser que l'accélération de la croissance dans les secteurs de la haute technologie n'a eu que peu d'effets, voire aucun, sur la croissance de la productivité.

Bien que la plupart des études aient été réalisées aux États-Unis, certains travaux ont eu lieu au Royaume-Uni. À la place du cadre traditionnel de comptabilité historique de la croissance, Bakhshi et Larsen (2001) élaborent un modèle d'équilibre général dynamique (EGD) pour faire la distinction entre les sources de la croissance de la productivité du travail liées à l'investissement et celles ne dépendant pas du secteur dans l'économie britannique. Cette approche met l'accent sur les effets de substitution. Autrement dit, les progrès techniques rapides réalisés dans la production d'un bien, disons un produit de haute technologie, font chuter les prix et augmenter l'investissement, c.-à-d. une substitution en faveur des ordinateurs. Au moyen de leur modèle EGD, ils constatent que le progrès technique dans les branches de la haute technologie pourrait expliquer environ 25 % de la croissance de la productivité du travail à long terme. Bien qu'ils précisent l'effet que le progrès dans la *production* de biens de haute technologie peut avoir sur la croissance de la productivité, ils ne font aucune allusion à la contribution que l'*utilisation* des biens de haute technologie peut avoir sur la productivité et, conséquemment, sur la croissance de la production des autres secteurs⁵.

En Australie, quelques études seulement ont traité des effets des ordinateurs sur la croissance de la productivité. La Productivity Commission (Parham, Roberts et Sun, 2001) étudie le rôle joué par les technologies de l'information dans la croissance de la production et de la productivité de l'économie australienne et compare les résultats à ceux obtenus aux États-Unis. En Australie, la contribution des technologies de l'information à la croissance de la productivité du travail a commencé à s'accélérer autour de 1996. Le groupe constate aussi qu'une forte proportion de nouveaux investissements a été dirigée vers le capital des technologies de l'information. Donc, en général, les entreprises ont remplacé le capital plus ancien par du capital des technologies de l'information. Ils donnent des preuves que l'utilisation de biens de haute technologie, et non simplement leur production, pourrait donner lieu à des gains de productivité. Le rapport de la Productivity Commission examine aussi l'augmentation de la productivité multifactorielle liée à l'utilisation des technologies de l'information. Les auteurs constatent que, pour le secteur des intermédiaires financiers et des assurances, et

5. Ceci demeure vrai même quand on utilise les données désagrégées les plus adéquates. Voir Harchaoui et Tarkhani (2005).

celui du commerce de gros, la relation entre l'utilisation des technologies de l'information et la croissance de la productivité multifactorielle est positive. Par contre, ils ne décèlent aucune relation cohérente pour les autres secteurs.

Wilson (2000) soutient qu'en Australie, la réforme généralisée des politiques qui a eu lieu au cours des 15 dernières années a abouti à ce qu'il appelle le « premier cycle » d'améliorations de la productivité et que l'effet des développements liés à la nouvelle économie pourrait donner lieu à un « deuxième cycle » de gains de productivité dans les années à venir. Selon lui, ce « deuxième cycle » pourrait faire passer le taux de croissance annuel de la productivité australienne de 0,5 à 0,8 %, fait qu'il attribue à la croissance de l'investissement dans le matériel informatique et de l'utilisation du commerce électronique par les entreprises.

Toohey (2000) analyse l'effet de l'investissement dans les technologies de l'information sur la productivité en Australie et compare ses observations à celles faites aux États-Unis. Ses résultats laissent entendre que, même si la croissance de la production a été plus importante durant la deuxième moitié des années quatre-vingt-dix aux États-Unis et en Australie, la contribution de l'investissement dans les technologies de l'information à la croissance enregistrée aux États-Unis a excédé de 0,25 % par année celle observée en Australie, à cause de l'accumulation plus rapide de matériel aux États-Unis. Selon cet auteur, les situations américaine et australienne sont étonnamment semblables en ce qui concerne la contribution des technologies de l'information à la croissance et, si l'accumulation de main-d'œuvre a été un facteur plus important de la croissance économique aux États-Unis qu'en Australie, la croissance de la productivité multifactorielle a été plus forte en Australie durant la deuxième moitié des années quatre-vingt-dix.

Wilson (2000) et Toohey (2000) présentent tous deux des estimations fondées sur les chiffres de stock de capital publiés par l'Australian Bureau of Statistics (ABS). Pour des raisons que nous exposerons plus loin, ces données posent plusieurs problèmes conceptuels et, par conséquent, des problèmes d'interprétation ou de comparaison avec, par exemple, celles des études réalisées aux États-Unis. Le présent article décrit le premier effort en vue d'utiliser les mesures appropriées du stock de capital pour les données australiennes.

2. THÉORIE

2.1 *Comptabilité de la croissance*

La méthode utilisée pour préciser les effets du capital, du travail et de la productivité sur la croissance économique a été introduite par Robert Solow en 1957 (Solow, 1957). Les principes sous-jacents sont assez simples et compris facilement en considérant la fonction de production de Cobb-Douglas. Néanmoins, la fonction que nous établissons ne s'appuie sur aucune caractéristique de cette fonction de production, si ce n'est l'homogénéité de degré un, autrement dit des rendements d'échelle constants.

Supposons que l'équation de production est la suivante :

$$Y = A \cdot F(K, L) \quad (1)$$

où A représente le niveau de productivité, et K et L sont les intrants capital et travail. Nous pouvons décomposer la croissance de la production en prenant la dérivée totale de l'équation (1) :

$$dY = AF_K dK + AF_L dL + \frac{Y}{A} dA. \quad (2)$$

En réarrangeant les termes, nous obtenons :

$$\dot{Y} = \frac{F_K K}{F(K, L)} \dot{K} + \frac{F_L L}{F(K, L)} \dot{L} + \dot{A} \quad (3)$$

où le point figurant au-dessus d'une variable représente la variation proportionnelle, c.-à-d., $\dot{Y} = dY / Y$.

L'hypothèse de maximisation des profits nous permet d'effectuer certaines autres simplifications. Les conditions de premier ordre du problème de maximisation des profits d'une entreprise sont :

$$\begin{aligned} pAF_K &= r, \\ pAF_L &= w \end{aligned} \quad (4)$$

où r est le taux de location du capital (qui inclut la dépréciation) et w est le taux salarial.

En manipulant ces expressions, nous obtenons :

$$\begin{aligned} \alpha &\equiv \frac{wL}{pY} = \frac{pAF_L L}{pY} = \frac{F_L L}{F(K, L)}, \\ \beta &\equiv \frac{rK}{pY} = \frac{pAF_K K}{pY} = \frac{F_K K}{F(K, L)}. \end{aligned} \quad (5)$$

En outre, en supposant que la fonction est caractérisée par des rendements d'échelle constants, nous savons que :

$$\begin{aligned} F_K K + F_L L &= F(K, L), \\ \Rightarrow \frac{F_K K}{F(K, L)} &= 1 - \frac{F_L L}{F(K, L)}, \\ \Rightarrow \alpha &= 1 - \beta. \end{aligned} \quad (6)$$

Donc, nous pouvons écrire la décomposition sous la forme :

$$\dot{Y} = (1 - \alpha) \dot{K} + \alpha \dot{L} + \dot{A} \quad (7)$$

où α représente la part du revenu imputable au travail telle que donnée par l'équation (5). Étant donné les mesures de la croissance du stock de capital, de la croissance de l'intrant travail, de la part du revenu du travail et de la croissance de la production, nous calculons la croissance de la productivité par différence.

Si nous considérons plus de deux facteurs de production, il est facile d'étendre la fonction de production afin d'y inclure d'autres intrants et la formule résultante est presque identique. Nous pouvons notamment ventiler le capital en capital informatique et en autre capital. Nous obtenons alors une décomposition de la forme :

$$\begin{aligned} \dot{Y} &= \beta_c \dot{K}_c + \beta_o \dot{K}_o + \alpha \dot{L} + \dot{A}, \\ \alpha + \beta_o + \beta_c &= 1 \end{aligned} \quad (8)$$

où K_c représente le capital informatique et K_o , l'autre capital.

2.2 Problèmes d'agrégation

Comme nous utilisons des données au niveau de la branche d'activité, la méthode d'agrégation a de l'importance⁶. Supposons, pour le moment, que nous pouvons diviser l'économie en deux secteurs, 1 et 2, et que dans chacun, les seuls facteurs de production sont le capital et le travail. Nous pouvons considérer trois grands moyens d'agréger les données :

$$Y = A_1 K_1^{\alpha_1} L_1^{\beta_1} + A_2 K_2^{\alpha_2} L_2^{\beta_2}, \quad (9)$$

$$Y = AK^\alpha L^\beta = A \left(\begin{matrix} \alpha_1 & \alpha_2 \\ K_1^\alpha & K_2^\alpha \end{matrix} \right)^\alpha \left(\begin{matrix} \beta_1 & \beta_2 \\ L_1^\beta & L_2^\beta \end{matrix} \right)^\beta, \quad (10)$$

$$Y = A(K_1 + K_2)^\alpha (L_1 + L_2)^\beta. \quad (11)$$

Dans la première équation, la production globale de l'économie est égale à la somme des productions de chaque secteur. Ici, cette production est fonction du capital, du travail et du niveau technologique dans le secteur. Cette méthode est celle que nous utiliserons dans le présent rapport. La deuxième équation peut être vue comme une fonction type de Cobb-Douglas à l'échelle de l'économie, où les intrants capital et travail sont donnés par un indice fondé sur le stock de capital et l'emploi dans le secteur. Cette méthode suppose que le capital et le travail, de même

6. Bien que nous utilisons une fonction de production de Cobb-Douglas pour illustrer les diverses méthodes d'agrégation, l'approche que nous adoptons ne nécessite pas cette hypothèse – la seule condition nécessaire est celle des rendements d'échelle constants. Néanmoins, selon Carmichael et Dews (1987), la forme fonctionnelle de Cobb-Douglas est une première approximation raisonnable d'une fonction de production empirique à l'échelle de l'économie pour l'Australie.

que la production sectorielle, sont complémentaires dans les divers secteurs⁷. La dernière équation comporte, elle aussi, une fonction de production à l'échelle de l'économie, mais l'agrégation du capital et du travail est différente. Ici, on fait la somme des intrants capital et travail des divers secteurs. Cette forme fonctionnelle suppose que la substitution du capital et du travail entre secteurs est possible. Cependant, on ne formule généralement pas cette hypothèse lorsqu'on dispose de données au niveau de la branche d'activité. Cette forme fonctionnelle comprend l'hypothèse implicite qu'il n'y a pas de différence entre le capital ou le travail utilisé par les divers secteurs, ce qui semble fort peu probable. Néanmoins, parce qu'ils ne disposaient pas de données au niveau de la branche d'activité, Oliner et Sichel (2000) ont utilisé implicitement cette méthode. Enfin, on pourrait combiner les méthodes d'agrégation décrites par les équations (10) et (11) pour produire une fonction de production du genre :

$$Y = AK_1^{\alpha_1} K_2^{\alpha_2} (L_1 + L_2)^{\beta} . \quad (12)$$

Il s'agit, fondamentalement, de la spécification utilisée par l'ABS pour publier ses estimations de la croissance de la productivité dans les comptes nationaux⁸.

Comme les méthodes d'agrégation s'appuient chacune sur des hypothèses différentes quant à la « structure » de l'économie, elles donnent des mesures de la production, des indices d'utilisation du capital et du travail et de la productivité légèrement différents. Aucune de ces méthodes n'est parfaite, mais nous choisissons d'utiliser celle décrite par l'équation (9) parce que les autres posent des problèmes plus importants. Une autre raison de choisir cette méthode est que, ainsi, les résultats au niveau de la branche d'activité et les résultats agrégés sont convergents. Pour produire les résultats au niveau de la branche d'activité, nous devons utiliser une fonction de production semblable à l'équation (9). Le passage à une fonction du genre de l'équation (10) ou (11) pour produire les résultats agrégés entraînerait un changement fondamental d'hypothèses. Par conséquent, la productivité multifactorielle agrégée calculée au moyen de l'équation (10), (11) ou (12) n'aurait aucun lien particulier avec la productivité multifactorielle calculée au niveau de la branche d'activité.

Le problème que pose l'utilisation d'un indice du capital dans les équations (10) et (12) tient au fait que des changements de répartition du capital, ou des unités productives (y compris le capital ainsi que le travail) entre les branches d'activité peuvent faire varier l'indice, même si la quantité agrégée de capital

7. L'équation (10) pourrait être réarrangée pour prendre la forme $Y = AY_1Y_2$ où $Y_1 = K_1^{\alpha_1} L_1^{\beta_1}$. La nature complémentaire de la production de la branche d'activité est plus évidente de cette façon.

8. Les estimations dont il est question sont les mesures expérimentales de la productivité publiées dans les comptes nationaux annuels, ABS n° 5204.0 au catalogue. Ces estimations figurent dans le tableau 20 des comptes nationaux de 2000-2001.

dans l'économie ne change pas⁹. Il se pourrait aussi que le stock de capital augmente dans chaque branche d'activité, mais que l'indice diminue¹⁰. Nous jugeons cette caractéristique indésirable et, donc, choisissons une autre méthode d'agrégation. L'équation (11), par ailleurs, ne fait aucune distinction entre les branches d'activité ni au sujet de la répartition des intrants entre les branches d'activité. Donc, la production ne dépend pas du fait que tout le travail soit concentré dans une branche d'activité ou réparti uniformément entre les branches d'activité, indépendamment de la répartition du capital. Cependant, comme nous l'avons mentionné plus haut, nous ne présentons cette équation que pour montrer la méthode d'agrégation implicite utilisée lorsqu'on ne dispose pas de données au niveau de la branche d'activité. Enfin, puisque l'équation (12) donne simultanément les problèmes que posent les deux autres méthodes, nous décidons également de ne pas l'utiliser. Néanmoins, pour donner une estimation de l'effet qu'a notre choix sur les résultats agrégés, nous présentons les résultats obtenus au moyen des diverses formules à la section 4.2.

2.3 *Autres hypothèses*

Bien qu'il soit généralement de règle, dans la littérature, de supposer que les rendements d'échelle sont constants et que les entreprises maximisent les profits, on pourrait concevoir que ces hypothèses ne sont pas vérifiées. Depuis que Hall (1988) a démontré que les données microéconomiques recueillies aux États-Unis ne vérifient pas l'hypothèse conjointe des rendements d'échelle constants et de l'établissement des prix au coût marginal, l'hypothèse des rendements d'échelle constants est critiquée. Malheureusement, les efforts visant à préciser l'importance de l'écart par rapport à cette hypothèse et à rapprocher cet écart des observations sur la structure des branches d'activité n'ont pas donné de bons résultats. Par exemple, si les branches d'activité présentaient des rendements d'échelle croissants, il y aurait, selon la théorie, une tendance à la monopolisation; or, très peu d'industries sont, en fait, monopolisées. L'étude des rendements d'échelle dans les branches d'activité australiennes serait utile, mais dépasse le cadre du présent rapport. Par conséquent, nous poursuivons en formulant l'hypothèse classique des rendements d'échelle constants tout en reconnaissant que nos résultats devraient être révisés si l'on démontrait dans l'avenir qu'en Australie, les branches d'activité s'écartent significativement de cette hypothèse.

9. L'exemple numérique qui suit illustre ce point. Supposons qu'il y ait cinq unités de capital, quatre dans la branche d'activité 1 et une dans la branche d'activité 2. Supposons aussi qu'aucun travail n'intervient dans le procédé de production et que les coefficients reflètent les parts du revenu – une hypothèse qui découle directement de celle selon laquelle les entreprises maximisent les profits. Si l'on transfère une unité de capital de la branche d'activité 1 à la branche d'activité 2, l'indice de capital et la production diminueront, puisque $4^{4/5} 1^{1/5} > 3^{3/5} 2^{2/5}$, ce qui semble être une propriété indésirable.

10. Les chiffres qui suivent illustrent ce point : $20^{20/21} 1^{1/21} > 21^{21/23} 2^{2/23}$. Les hypothèses sont les mêmes que dans la note précédente.

Interprétée au pied de la lettre, dans le présent travail, l'hypothèse de maximisation des profits sous-entend que les entreprises ajustent chaque année leurs intrants aux niveaux requis pour maximiser les profits. Si l'ajustement prend plus qu'une année, parce qu'il entraîne des coûts ou que l'adoption de nouvelles technologies prend un certain temps, l'hypothèse ne sera pas vérifiée. Plus précisément, certaines années, le niveau de capital informatique des entreprises pourrait être inférieur à celui assurant la maximisation des profits à cause de la vitesse limitée d'ajustement. Le cas échéant, la valeur du produit marginal du capital informatique excédera le prix de ce dernier, ce qui pourrait entraîner une surestimation systématique de la croissance de la productivité multifactorielle et une sous-estimation systématique de la contribution du capital informatique à la croissance. Ce phénomène fait partie d'un problème plus général que pose la mesure de la productivité informatique et du progrès technique qui y est incorporé. Plus précisément, la sous-estimation de la quantité de capital informatique due aux difficultés que pose l'estimation du progrès technique incorporé (p. ex., la comparaison de la production courante d'un Pentium 4 à 2 GHz à celle d'un Pentium III à 1 GHz l'année précédente) donnera lieu à une sous-estimation comparable de la contribution du capital informatique à la croissance et à une surestimation de la croissance de la productivité multifactorielle¹¹. Il est difficile d'évaluer la portée de ce problème. Pour examiner la question, à la section 5.2, nous cherchons à déterminer si la corrélation entre l'utilisation des ordinateurs et la croissance de la productivité multifactorielle est uniforme d'une branche d'activité à l'autre. Comme nous l'avons mentionné plus haut, les problèmes de mesure ou d'ajustement des coûts devraient se manifester par une corrélation entre l'utilisation des ordinateurs et la croissance de la productivité multifactorielle. Les résultats présentés à la section 5.2, selon lesquels il n'existe aucune corrélation discernable, donnent à penser que ce problème n'est peut-être pas une source significative d'erreur dans nos calculs. Cependant, les difficultés que pose l'exercice complet signifient que le problème pourrait être bien masqué, mais nous sommes loin d'être dogmatiques sur ce point. Néanmoins, selon les résultats de la section 5.2, il n'existe de prime abord aucune preuve que des erreurs systématiques faussent les chiffres de croissance de la productivité multifactorielle et de la contribution des ordinateurs à cette dernière.

3. DONNÉES

Si la théorie est assez simple à exposer, son application est plus complexe. Obtenir des mesures adéquates du stock de capital n'est pas chose facile. En outre, la tâche se complique du fait que, dans le cadre de la comptabilité de la croissance, il faut utiliser une mesure du stock de capital légèrement différente de celle employée normalement. Le stock de capital habituellement déclaré dans

11. Naturellement, le capital informatique pourrait aussi être surestimé, mais la sous-estimation semble être le problème le plus probable.

les comptes nationaux est le stock de capital de la richesse, tandis que le stock de capital dont la valeur est nécessaire pour les exercices de comptabilité de la croissance est le stock de capital *productif*. Le stock de capital de la richesse représente le prix auquel le stock pourrait être vendu à un point donné dans le temps, tandis que le stock de capital *productif* mesure la capacité de production de revenus du stock. Un exemple simple illustrera mieux la différence : supposons que le stock de capital est constitué de deux ordinateurs – un Mac datant de deux ans et un nouveau Pentium. Supposons, en outre, que la durée de vie de ces ordinateurs est de quatre ans et qu'après cela, ils cessent de fonctionner et n'ont aucune valeur résiduelle (sauf, peut-être, à titre de presse-papiers ou d'objet d'art moderne). Enfin, supposons que l'efficacité informatique ne diminue pas avec l'âge. Si les deux ordinateurs ont la même production, alors le stock courant de capital *productif* serait de deux équivalents Pentium. Par contre, le stock de capital de la richesse serait plus faible. Le Mac vieux de deux ans n'a plus qu'une demi-vie de service et, donc, si nous faisons abstraction de l'actualisation, le stock de capital de la richesse n'est que de 1½ équivalent Pentium.

Nous pouvons relâcher l'hypothèse voulant que les ordinateurs gardent leur pleine efficacité tout au long de leur vie. L'énoncé de diverses hypothèses quant à la diminution de l'efficacité des ordinateurs entraîne une légère variation de l'arithmétique et des effets plus importants sur les valeurs calculées du stock de capital. Néanmoins, l'hypothèse proprement dite n'influe pas sur les concepts qui entrent en jeu.

Les données utilisées pour le présent exercice sont des estimations non publiées de l'ABS sur le stock de capital productif et les rendements de location de divers types de capital, ventilées selon la branche d'activité à l'intérieur du secteur commercial¹². En plus de calculer la mesure appropriée du capital productif, l'ABS fait une correction pour tenir compte de l'efficacité décroissante au cours de la vie du capital. Conceptuellement, ces estimations sont les mêmes que celles produites aux États-Unis par le Bureau of Labour Statistics (BLS) dont les données ont été utilisées par la plupart des chercheurs américains spécialisés dans ce domaine. Néanmoins, plusieurs différences entre les hypothèses qui sous-tendent les deux estimations persistent et rendent les comparaisons directes problématiques. De surcroît, il est important de souligner que les résultats sont sensibles aux hypothèses sous-jacentes pour lesquelles il n'existe aucune bonnes données de référence.

Une autre limite des comptes produits au niveau de la branche d'activité est la répartition des taxes et des subventions entre les produits. À l'heure actuelle, l'ABS évalue la production aux prix de base, c.-à-d. en excluant les taxes et les subventions sur les produits, mais en incluant les taxes et les subventions sur leur production. En revanche, les estimations du revenu de location incluent les taxes

12. Nous remercions la section du Capital, Production and Deflators de l'ABS de nous avoir fourni ces données. Les données obtenues couvraient la période de 1964-1965 à 2000-2001.

et les subventions sur les produits. Idéalement, nous aimerions que toutes les composantes du calcul soient évaluées sur une base uniforme. Cependant, même si le manque d'uniformité pose un problème, nous avons des raisons de croire que l'effet pourrait être limité. L'exercice de comptabilité de la croissance vise à évaluer des taux de croissance plutôt que des niveaux. Dans la mesure où les taxes et les subventions sont proportionnelles à la production, leur répartition ne devrait pas influencer sur les estimations de la croissance au niveau de la branche d'activité. De surcroît, il est facile de vérifier la grandeur de l'effet au niveau agrégé, puisque l'ABS publie, pour le secteur commercial, le taux de croissance de la valeur ajoutée brute (VAB) évalué aux prix de base ainsi qu'aux prix marchands¹³. Cette comparaison indique que, pour toute année de référence, la différence pourrait aller jusqu'à 0,5 %. Cependant, à long terme, les différences ont tendance à s'annuler. Donc, de 1989-1990 à 1999-2000, le taux annuel moyen de croissance ne varie que de 0,1 %.

La répartition proportionnelle des taxes et des subventions influe aussi sur l'estimation de la part des revenus du capital au niveau de la branche d'activité. Les estimations du revenu du capital produites par l'ABS tiennent compte des taxes et des subventions sur les produits, tandis que les estimations publiées de la valeur ajoutée brute par branche d'activité ne les incluent pas. Par conséquent, la part des revenus imputables au capital est surestimée. En ne disposant pas d'estimations de la VAB aux prix marchands par branche d'activité, il est difficile d'être certain de la grandeur de l'effet. Néanmoins, nous pouvons nous faire une idée de l'importance de l'erreur de mesure au niveau agrégé. Les taxes et les subventions sur les produits représentent, en moyenne, 7 à 8 % de la VAB évaluée aux prix de base, ce qui sous-entend que la surestimation de la part du capital pourrait aller jusqu'à 3 %. Malheureusement, ce chiffre varie selon la branche d'activité, car certains produits bénéficient de subventions importantes, tandis que d'autres sont la cible de taxes importantes. Pour l'instant, nous poursuivons en notant que les estimations finales sont fondées sur une part du capital dont la surestimation pourrait aller jusqu'à 3 % et que, par conséquent, la contribution du capital pourrait être surestimée, en moyenne, de 7 à 8 % et celle du travail pourrait être sous-estimée d'une valeur comparable. Ceci pourrait influencer sur la valeur de la productivité multifactorielle calculée par différence, mais la taille de l'effet, qui est fonction de taux de croissance du capital et du travail, n'est pas facilement estimable. Néanmoins, étant donné les autres sources d'erreur dans les estimations, une variation de 8 % ne modifiera pas significativement les conclusions.

13. Le taux réel de croissance de la VAB évalué aux prix marchands est publié dans la publication no 5204.0 au catalogue de l'ABS (2000-2001), tableau 20. Le taux de croissance de la VAB évalué aux prix de base peut être calculé d'après les estimations publiées par branche d'activité contenue dans le tableau 10 de la même publication.

4. RÉSULTATS

Une fois que les données appropriées sont regroupées, il est facile de calculer les parts du revenu, les taux de croissance et le résidu, c'est-à-dire la productivité multifactorielle. Conformément aux pratiques antérieures, les parts du revenu utilisées comme coefficients de pondération dans l'exercice de comptabilité de la croissance sont les moyennes des parts du revenu enregistrées les deux années sur lesquelles la croissance est mesurée. Donc, la croissance du capital informatique de 1990-1991 à 1991-1992 est pondérée par la part moyenne du revenu imputable aux ordinateurs durant ces deux exercices. Il s'agit, en partie, d'une provision pour le fait que les calculs sont effectués à intervalles discrets, alors que la dérivation est appliquée correctement aux données continues.

Pour faciliter l'exposé, nous commençons par discuter des résultats agrégés sur l'ensemble de l'économie, avant de passer aux estimations plus détaillées au niveau de la branche d'activité. Les résultats agrégés sont obtenus par totalisation au niveau de la branche d'activité pondérée par les parts respectives de la production dues aux branches d'activité. Plus précisément, si l'on suppose que l'économie compte deux branches d'activité représentées par les indices 1 et 2, la production totale est donnée par $Y = Y_1 + Y_2$, tous les autres termes sont les mêmes que dans l'équation (9) et la contribution globale du capital à la croissance de la production peut être calculée sous la forme :

$$\frac{Y_1}{Y}(1 - \alpha_1)\dot{K}_1 + \frac{Y_2}{Y}(1 - \alpha_2)\dot{K}_2 . \quad (13)$$

4.1 Résultats agrégés

En pratique, il est courant de calculer la moyenne des résultats sur une série d'années. Les variations étant généralement liées à des forces cycliques, la période de choix couvre un cycle entier de productivité, de sorte que ces forces cycliques « s'annulent en moyenne ». La plupart des études américaines présentent des résultats moyens calculés pour les première et deuxième moitiés des années quatre-vingt-dix. Comme le soutiennent Parham *et al.* (2001), ce choix peut fausser considérablement les résultats, car les périodes considérées ne correspondent pas à un cycle complet. Par conséquent, nous présentons ici les résultats pour la période allant de 1993-1994 à 1999-2000, c'est-à-dire le dernier cycle de productivité tel que défini par l'ABS. Toutefois, nous présentons aussi les résultats calculés selon la subdivision « habituelle » de la période de référence. Malgré les problèmes qu'elle pose, cette subdivision peindra un tableau utile de la façon dont l'investissement dans les technologies de l'information a évolué au cours des années quatre-vingt-dix.

Le tableau 1 donne les résultats de la croissance de la production et des diverses contributions à cette croissance. Il contient aussi, à titre de renseignements complémentaires, des données sur le taux de croissance du stock de capital infor-

matique et des intrants. Les périodes de référence correspondent à la moyenne des contributions à la croissance calculées pour chaque exercice compris dans l'échantillon. Donc, la première colonne présente la croissance moyenne pour les exercices allant de 1993-1994 à 1999-2000 et est, par conséquent, fondée sur des données de niveau recueillies pour 1992-1993 à 1999-2000.

TABLEAU 1
CONTRIBUTION À LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE

| | 1993/1994- 1999/2000 | 1990/1991- 1994/1995 | 1995/1996- 2000/2001 |
|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Croissance économique | 4,51 | 1,78 | 3,86 |
| Contributions | | | |
| Capital des technologies de l'information | 1,13 | 0,89 | 1,26 |
| Ordinateurs | 0,70 | 0,42 | 0,84 |
| Logiciels | 0,43 | 0,47 | 0,42 |
| Autres formes de capital | 0,62 | 0,15 | 0,60 |
| Heures travaillées | 1,09 | -0,37 | 0,57 |
| Productivité multifactorielle | 1,67 | 1,11 | 1,43 |
| Parts du revenu | | | |
| Ordinateurs | 2,3 | 1,8 | 2,4 |
| Logiciels | 2,5 | 2,4 | 2,5 |
| Autres formes de capital | 34,2 | 34,8 | 34,0 |
| Heures travaillées | 60,9 | 61,1 | 61,1 |
| Taux de croissance des intrants | | | |
| Ordinateurs | 36,7 | 22,0 | 36,9 |
| Logiciels | 15,5 | 18,8 | 17,1 |
| Autres formes de capital | 1,1 | 0,2 | 1,0 |
| Heures travaillées | 1,5 | -0,8 | 0,7 |

NOTE : Tous les chiffres sont exprimés en termes de pourcentages annuels

Dans l'ensemble, nous voyons que l'Australie affiche des niveaux très élevés de croissance de la productivité multifactorielle en plus de gains importants résultant de l'« intensité du capital » de technologies informatiques. De 1993-1994 à 1999-2000, alors que l'augmentation de la productivité multifactorielle a été l'élément le plus important de la croissance, l'intensité du capital lié à l'utilisation des ordinateurs a accru la croissance de la production de 1 % par année.

Si nous examinons la variation de la première à la deuxième moitié de la décennie, nous constatons que la productivité multifactorielle et l'intrant travail ont été les sources principales de l'accélération de la croissance de la production. Cette observation reflète partiellement le fait que la première moitié de l'échantillon inclut une récession qui a entraîné une réduction des effectifs et le ralentissement de la croissance de la productivité. L'investissement dans les technologies de l'information est demeuré relativement constant au cours de la décennie, ne représentant que 0,37 % de l'augmentation de 2,08 % de la croissance observée. Ceci dit, le capital informatique a contribué fortement à la croissance et sa faible contribution à l'accélération de cette croissance est due au fait qu'il a été assez peu touché par la récession du début des années quatre-vingt-dix. Un autre élément évident est la croissance étonnante du stock de matériel et de logiciel. Celle-ci a été soutenue à la fois par l'augmentation des dépenses nominales et par la baisse importante des prix qui a entraîné l'augmentation des intrants réels. Nous reviendrons à la distinction entre ces deux forces à la section 5.

4.2 *Vérifications de la robustesse*

Comme nous l'avons mentionné plus haut, les diverses hypothèses d'agrégation peuvent donner lieu à des estimations différentes de la productivité multifactorielle et de la contribution des ordinateurs à la croissance. Le tableau 2 donne une comparaison des résultats obtenus au moyen de l'équation (9), tels qu'ils ont déjà été présentés au tableau 1, à ceux obtenus au moyen de l'équation (12), c'est-à-dire la méthode appliquée par l'ABS.

Nous voyons que le tableau ne présente que peu de changements importants. Bien que certains résultats varient (allant jusqu'à 0,3 pour cent dans le cas des heures travaillées durant la première moitié des années quatre-vingt-dix), la plupart ne changent pas. Par conséquent, nous sommes raisonnablement certains de la robustesse de nos résultats à la méthode particulière d'agrégation choisie.

TABLEAU 2
COMPARAISON DES MÉTHODES AGRÉGÉES

| | 1993/1994- 1999/2000 | | 1990/1991- 1994/1995 | | 1995/1996- 2000/2001 | |
|--|-------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|
| | Tableau 1 | Équa- tion (12) | Tableau 1 | Équa- tion (12) | Tableau 1 | Équa- tion (12) |
| Croissance de la production | 4,51 | 4,70 | 1,78 | 2,07 | 3,86 | 4,04 |
| Contributions | | | | | | |
| Capital des technologies de l'information | 1,13 | 1,24 | 0,89 | 0,80 | 1,26 | 1,42 |
| Ordinateurs | 0,70 | 0,77 | 0,42 | 0,35 | 0,84 | 0,88 |
| Logiciels | 0,43 | 0,47 | 0,47 | 0,45 | 0,42 | 0,54 |
| Autres formes de capital | 0,62 | 0,40 | 0,15 | 0,29 | 0,60 | 0,35 |
| Heures travaillées | 1,09 | 1,20 | -0,37 | -0,07 | 0,56 | 0,77 |
| Productivité multifactorielle | 1,67 | 1,86 | 1,11 | 1,05 | 1,44 | 1,50 |
| Parts du revenu | | | | | | |
| Ordinateurs | 2,3 | 2,3 | 1,8 | 1,8 | 2,4 | 2,4 |
| Logiciels | 2,5 | 2,6 | 2,4 | 2,4 | 2,5 | 2,5 |
| Autres formes de capital | 34,3 | 36,7 | 34,7 | 37,0 | 34,0 | 36,6 |
| Heures travaillées | 60,9 | 58,4 | 61,1 | 58,8 | 61,1 | 58,5 |
| Taux de croissance des intrants | | | | | | |
| Ordinateurs | 36,7 | 32,1 | 22,0 | 19,3 | 36,9 | 36,2 |
| Logiciels | 15,5 | 18,9 | 18,8 | 19,2 | 17,1 | 21,7 |
| Autres formes de capital | 1,1 | 4,4 | 0,2 | 2,7 | 1,0 | 4,7 |
| Heures travaillées | 1,5 | 1,7 | -0,8 | -0,1 | 0,7 | 1,0 |

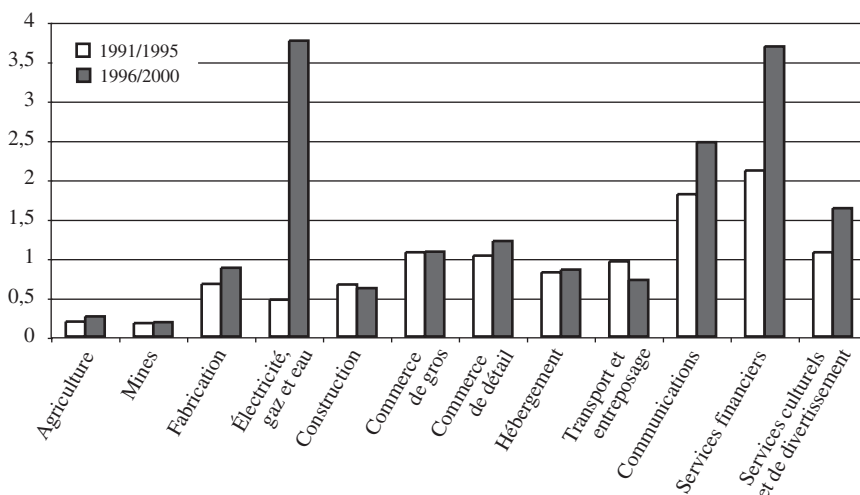
NOTE : Tous les chiffres sont exprimés en pourcentage par année. Les différences dans les taux de croissance de la production sont dus au traitement des taxes.

4.3 Résultats par branche d'activité

Au lieu d'examiner toutes les branches d'activité, nous nous concentrerons sur des résultats pertinents obtenus pour certaines branches d'activité afin de souligner les principales observations. Le tableau des résultats pour toutes les branches d'activité figure à l'annexe A. La contribution des ordinateurs à la croissance par branche d'activité est présentée dans le graphique 4 qui suit.

GRAPHIQUE 4

CONTRIBUTION DES ORDINATEURS À LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE (POURCENTAGE)



NOTE : La contribution à la croissance mesure la croissance de la production attribuable à celle des technologies de l'information définie par l'équation (8).

En examinant les grandes tendances, nous constatons que les secteurs primaires et secondaires traditionnels n'ont pas été des bénéficiaires importants de la révolution des technologies de l'information. Autrement dit, ces secteurs n'ont pas intégré directement un stock important de capital en technologies de l'information dans leurs méthodes de production. Ces résultats sont plus ou moins semblables au profil d'investissement présenté au graphique 3. Les principaux bénéficiaires ont été les secteurs des services, en particulier ceux des communications et de la finance. Ce biais en faveur des secteurs des services est intéressant. Aux États-Unis, les gains de productivité et, implicitement, les gains imputables aux ordinateurs, ont été concentrés dans le secteur de la fabrication, résultat qui reflète la forte production d'ordinateurs et de produits connexes aux États-Unis. Selon d'autres données mentionnées par la Productivity Commission (Parham *et al.* dans ce volume), les gains résultant de l'utilisation des ordinateurs ont été concentrés dans les secteurs du commerce de gros et de détail et ceux des intermédiaires financiers, des assurances et des services immobiliers. Il semblerait

donc qu'il existe un certain chevauchement entre les situations australiennes et américaines. Parallèlement, les résultats obtenus pour les secteurs de la distribution d'eau, de gaz et d'électricité et des communications font ressortir certains aspects particuliers à l'Australie. Ces secteurs y ont été déréglementés dans le cadre de la réforme microéconomique entreprise durant les années 1980 et 1990. Les hauts niveaux d'investissement, particulièrement dans les ordinateurs, observés pour ces secteurs semblent résulter de cette déréglementation.

Néanmoins, ce profil masque certains points importants. L'examen des tableaux d'entrées-sorties de l'Australie permet de préciser la contribution d'un intrant, disons les biens de haute technologie, à la production finale et l'intensité de l'utilisation de cet intrant comparativement à d'autres dans le processus de production. Nous pouvons ainsi obtenir une meilleure indication de l'effet de biens et services particuliers issus de la nouvelle économie sur diverses branches d'activité. Par exemple, les secteurs des communications et des services aux entreprises englobent la plupart de la nouvelle économie. Nous pouvons nous concentrer sur la mesure dans laquelle les services de communications et les services aux entreprises sont utilisés comme intrants par les diverses branches d'activité pour avoir une idée plus précise de l'influence du capital de haute technologie sur ces branches d'activité. Pour cela, nous calculons la demande totale d'intrants, y compris toute utilisation intermédiaire des biens et services, par branche d'activité et nous l'exprimons en pourcentage de la production finale pour chaque branche d'activité. Ces « coefficients de demande totale » représentent la valeur monétaire de la quantité d'un intrant nécessaire pour produire 100 \$ de produit final pour chaque branche d'activité.

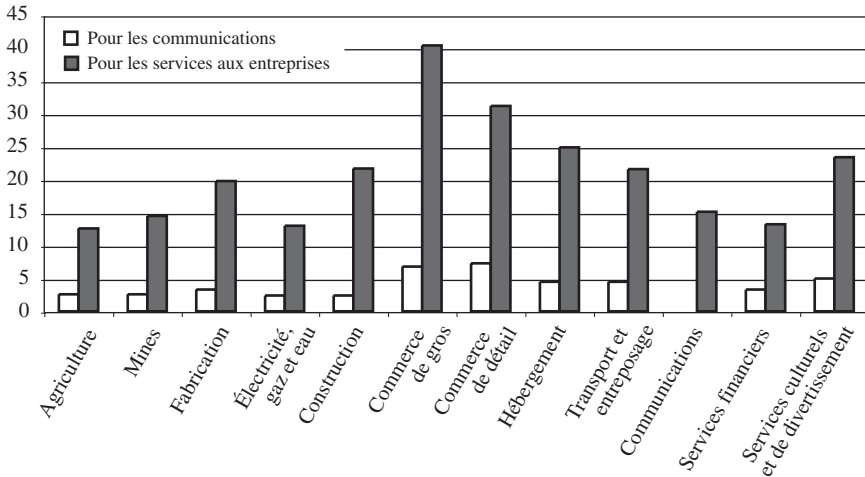
Le graphique 5 montre que les branches faisant partie de l'« ancienne économie » sont de petits utilisateurs directs des technologies de l'information, mais de gros utilisateurs d'intrants résultant de la « nouvelle économie ». Bien qu'il soit difficile de faire la distinction entre les services des technologies de l'information et les autres services, les premiers sont le plus probablement concentrés dans les secteurs des communications et des services aux entreprises. Ainsi, les entreprises qui se spécialisent dans la conception de sites web sont généralement classées dans la branche des services aux entreprises et les fournisseurs de services Internet, dans celle des communications. D'après les données produites pour 1996-1997, les secteurs primaires¹⁴ ont utilisé durant cet exercice un peu moins de 3,00 \$ de services de communications et environ 13,00 \$ de services aux entreprises par tranche de production de 100 \$. Ce niveau d'utilisation est comparable à ceux observés pour les secteurs de la fabrication, de la distribution d'eau, de gaz et d'électricité, et de la construction. En moyenne, les secteurs des services utilisent un peu moins de 4,00 \$ de services de communications et environ 16,00 \$ de services aux entreprises par tranche de production de 100 \$. Donc, l'écart entre les niveaux d'utilisation des secteurs primaires et secondaires, d'une part, et des

14. Agriculture, exploitation forestière, pêche et chasse et exploitation minière.

secteurs des services, d'autre part, pourrait être moins important que le laissent entendre les résultats du graphique 4. Il semble que nombre d'industries du secteur primaire recourent à la sous-traitance pour répondre à leur demande des technologies de l'information.

GRAPHIQUE 5

COEFFICIENTS D'IMPACT TOTAL (DOLLAR QU'UN INTRANT REQUIERT
POUR PRODUIRE 100 \$ DE PRODUCTION FINALE)



Ces résultats mettent l'accent sur un fait évident, mais qui mérite d'être mentionné. En Australie, les plus gros utilisateurs des technologies de l'information fournissent des *services* à d'autres branches d'activité. Donc, tandis que la méthode de comptabilité de la croissance utilisée met en relief une forte croissance de la productivité multifactorielle et des gains importants résultant de l'intensité du capital grâce à l'utilisation d'ordinateurs dans le secteur des communications, d'autres secteurs de l'économie bénéficient de la chute des prix des télécommunications¹⁵. Pareillement, dans le secteur du commerce de détail, les gains importants réalisés grâce à l'utilisation du codage à barres et de lecteurs optiques ont fait baisser les prix des marchandises et accéléré le passage à la caisse de sortie dans les supermarchés.

Si nous examinons maintenant les résultats de certaines branches d'activité, nous constatons que ceux obtenus pour le secteur de la distribution d'eau, de gaz

15. La déréglementation des compagnies nationales de téléphone est, de toute évidence, un facteur important du coût des appels téléphoniques. Néanmoins, le développement de commutateurs informatisés, de câbles en fibre optique et d'Internet sont des progrès qui ont tous facilité les communications et fait baisser leur prix.

et d'électricité sont particulièrement intéressants. Alors que la productivité multifactorielle de ce secteur a diminué, son investissement dans les technologies de l'information a augmenté nettement. Un examen un peu plus approfondi montre que les taux élevés de croissance de la productivité multifactorielle observés durant la première moitié des années quatre-vingt-dix étaient le fruit d'une compression importante des effectifs. Le nombre d'heures travaillées a diminué d'environ un tiers au cours de la décennie, la plupart des réductions ayant eu lieu durant la première moitié de celle-ci. Pareillement, les faibles taux de croissance de la productivité multifactorielle calculés à l'heure actuelle reflètent les niveaux très élevés d'investissement dans le capital des technologies de l'information. Si ces investissements n'ont pas été intégrés entièrement dans le procédé de production, la réponse au niveau de la production pourrait prendre quelques années. Néanmoins, dans le secteur de l'eau, du gaz et de l'électricité, la force prédominante au cours de la décennie a été la très importante refonte structurelle qui a culminé par la privatisation d'une grande partie du secteur. Compte tenu de ces changements, il est difficile de tirer des conclusions catégoriques quant à son rendement.

Le secteur des communications a été, lui aussi, déréglementé. Cette déréglementation a incité bon nombre de nouveaux participants ainsi que ceux déjà existants à investir. Les effets de cet investissement important sur la croissance de la production, illustrés au graphique 4, ont été soutenus au cours de la dernière décennie. Comparativement à la distribution d'eau, de gaz et d'électricité, le secteur des communications a vu croître considérablement sa productivité multifactorielle au cours de la décennie (annexe A). Nous examinons dans quelle mesure l'évolution de la productivité multifactorielle est attribuable à l'investissement dans les technologies de l'information, à la section suivante.

5. DEUX QUESTIONS INTÉRESSANTES

Maintenant que nous avons examiné les résultats élémentaires de l'exercice de comptabilité de la croissance, nous nous penchons sur deux questions plus intéressantes.

5.1 *Quel est le raisonnement contrefactuel?*

Dans notre évaluation des bénéfices tirés de l'utilisation des ordinateurs, nous n'avons pas considéré explicitement quelle pourrait être l'alternative à l'investissement dans les ordinateurs. Donc, il nous est difficile de discuter des bénéfices nets de l'utilisation des technologies de l'information. Dans la présente section, nous construisons des estimations du bénéfice net tiré des ordinateurs en formulant plusieurs hypothèses. Comme dans tous les exercices contrefactuels, ces hypothèses ne sont pas les seules qui peuvent être émises, mais celles qui nous paraissent raisonnables. Par conséquent, les résultats qu'elles produisent devraient être considérés comme des chiffres « approximatifs » plutôt que des estimations précises.

Nous nous concentrons sur ce qui serait arrivé si le secteur de l'informatique n'avait pas été caractérisé par la croissance rapide de la productivité qui est son essence même. Nous examinons comment aurait varié la production si le dégonfleur des prix des ordinateurs était demeuré constant au lieu de baisser rapidement comme il l'a fait. La chute du dégonfleur reflète à la fois l'augmentation de la puissance des ordinateurs et la baisse de leur prix, mais la répartition exacte entre ces deux facteurs n'a pas d'importance. Plus précisément, nous supposons que les dépenses nominales au titre des ordinateurs ont été les mêmes, mais nous calculons une nouvelle série pour les dépenses réelles en supposant que le dégonfleur des prix des ordinateurs est demeuré plat en 1989 et 1990. Si les fonctions de production de la branche d'activité sont de type Cobb-Douglas, ce calcul reflétera, en fait, ce que les entreprises optimisant complètement les bénéfices auraient fait – les parts du revenu imputables aux intrants seraient demeurées constantes quelles que soient les fluctuations des prix relatifs. Alternativement, si les fonctions de production pertinentes de la branche d'activité ne sont pas caractérisées par une élasticité unitaire, il s'agira alors d'une approximation.

Un autre moyen de considérer cet exercice est de ventiler la contribution des ordinateurs à la croissance de la production en une part attribuable à la chute des prix et en une autre attribuable à l'augmentation des dépenses. Nous prenons l'exercice 1989-1990 comme année de base pour ces calculs, car il marque le début de notre échantillon. En suivant cette interprétation, il est possible de visualiser la situation contrefactuelle comme étant celle qui se serait produite si les producteurs des technologies de l'information s'étaient accaparés la totalité des gains de productivité et n'en avaient transmis aucun aux utilisateurs sous la forme de prix plus faibles. Il s'agit peut-être de la façon la plus pertinente de considérer cet exercice pour l'Australie. Elle nous permet de déterminer les gains technologiques et de production réalisés par l'Australie uniquement grâce à l'utilisation des technologies de l'information, c.-à-d. en nous concentrant sur les améliorations de la fabrication des ordinateurs qui ont été transmises aux utilisateurs sous forme de prix plus faibles.

La combinaison de la série sur l'investissement nominal au nouveau dégonfleur des prix nous fournit des données sur l'investissement réel. Grâce à cette nouvelle série, nous calculons des données pour le stock de capital contrefactuel. Pour approximer la fonction de dépréciation utilisée par l'ABS, nous calculons la dépréciation annuelle moyenne du stock de capital pour chaque branche d'activité. Évidemment, ces étapes donnent lieu des données sur le stock de capital productif dont la valeur augmente nettement plus lentement que les données réelles. Puisque nous supposons que les entreprises optimisent les bénéfices à chaque période, les parts du revenu calculées au moyen de la série réelle devraient refléter les paramètres technologiques de la fonction de production, que la fonction sous-jacente soit de Cobb-Douglas ou non. Donc, nous utilisons les mêmes poids pour calculer la contribution des ordinateurs à la croissance de la production dans notre exercice contrefactuel.

5.1.1 *Résultats*

Le tableau 3 donne les résultats pertinents de cet exercice¹⁶ :

TABLEAU 3
RÉSULTATS CONTREFACTUELS – CONTRIBUTIONS DES ORDINATEURS
À LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE

| | Contrefactuel % | Actuel % | Différence % |
|---------------------|---------------------------|--------------------|------------------------|
| 1990/1991-1994/1995 | 0,64 | 0,89 | 0,25 |
| 1995/1996-1999/2000 | 0,59 | 1,26 | 0,67 |

Comme les chiffres le montrent clairement, une part importante des gains dus aux technologies de l'information est réalisée sous forme de prix plus faibles. Puisque, dans le raisonnement contrefactuel, nous supposons que les prix demeurent aux niveaux de 1990, l'écart augmente aussi avec le temps. Les prix du matériel ont baissé, en moyenne, de 16 % par année au cours des années quatre-vingt-dix, de sorte qu'ils étaient six fois plus faibles en 2000 qu'en 1990. Donc, si les gains de productivité n'avaient pas été transmis sous la forme de prix plus faibles, la production australienne aurait pu être inférieure, en moyenne, de $(0,25 + 0,70) / 2 \approx 0,5$ % par année. Ou, si nous cumulons les effets annuels individuels, la production en 1999-2000 aurait été inférieure de 4,8 % à ce qu'elle a été réellement.

D'une autre façon, ces résultats montrent que l'Australie a bénéficié de la concurrence intense dans un secteur où les gains de productivité sont transmis rapidement aux utilisateurs par le mécanisme de la diminution des prix. Cela ne signifie pas que les producteurs et les innovateurs du secteur des technologies de l'information ne tirent aucun bénéfice, mais simplement que les utilisateurs ont, eux aussi, réalisé des gains importants au cours du processus – la révolution des TI ne les a nullement laissés pour compte.

Une autre conséquence est évidente. L'Australie a augmenté significativement ses dépenses en ordinateurs. À elle seule, cette croissance des dépenses représente environ 0,6 % par année de la croissance de la production. Ce chiffre est le reflet direct de l'augmentation de l'investissement dans les ordinateurs, lequel est passé d'un peu moins de 2 % du PIB en 1989-1990 à plus de 3 % en 1999-2000, et de l'augmentation correspondante de la part du revenu attribuable aux ordinateurs (dans le secteur marchand), laquelle est passée de 3,3 % en 1989-

16. Ce tableau contient les chiffres les plus récents produits par l'ABS, qui, ici, vont jusqu'à l'exercice 1999-2000.

1990 à 5,1 % en 1999-2000. Cette hausse représente une évolution soutenue des méthodes de production vers une utilisation plus intensive des ordinateurs. Il se pourrait donc, contrairement à nos hypothèses, que les entreprises aient été incapables de s'adapter de façon entièrement optimale aux nouvelles technologies chaque année. Nous examinons cette possibilité à la section suivante.

5.2 L'utilisation des ordinateurs est-elle associée à une croissance plus forte de la productivité multifactorielle?

Nous nous penchons maintenant sur la deuxième question – l'utilisation des ordinateurs a-t-elle des retombées sur la croissance de la productivité multifactorielle? Les erreurs de mesure du stock de capital réel sont l'une des raisons pour lesquelles nous pourrions nous inquiéter de retombées éventuelles. Il est très difficile de mesurer la quantité réelle de capital informatique. S'il est déjà difficile de comparer un Pentium 4 à 2 GHz muni d'une unité de disque dur de 40 Go et de 128 Mo de mémoire vive à un Pentium III à 1 GHz doté d'une unité de disque dur de 20 Go et de 64 Mo de mémoire vive, ne parlons pas de la comparaison d'un Pentium 4 à un Macintosh G4. Aux États-Unis, le Bureau of Economic Analysis (BEA) répond à certaines de ces questions au moyen de son indice hédonique, mais celui-ci est manifestement imparfait. La rapidité à laquelle progressent les technologies de l'information complique ces problèmes. Autrement dit, même si l'on arrive à calculer une bonne estimation du stock réel de capital à un point dans le temps, il est probable qu'elle sera inexacte après une courte période. Comme il est probable que la mesure du capital informatique soit incorrecte, certains chercheurs ont suggéré qu'il pourrait y avoir une retombée de la productivité informatique sur les estimations de la productivité multifactorielle.

Autrement, et peut-être en sus, l'utilisation des ordinateurs pourrait être associée à un progrès technique non incorporé. Donc, l'utilisation des ordinateurs pourrait être conjuguée à de nouveaux moyens, intrinsèquement plus productifs, d'organiser les entreprises. Le cas échéant, les gains de productivité ne seraient pas liés directement à la quantité de capital informatique utilisée, mais résulteraient simplement du fait que les entreprises ont réorganisé leurs opérations pour utiliser les ordinateurs. Dans ce cas, il pourrait aussi exister une certaine corrélation entre la croissance de la productivité multifactorielle et l'utilisation des ordinateurs.

Troisièmement, l'existence de coûts d'ajustement peut signifier qu'à un moment donné, les entreprises disposent d'un stock de capital inférieur à celui permettant de maximiser les profits. Dans ces conditions, le produit marginal des ordinateurs sera plus élevé que celui mesuré par la méthode de la comptabilité de la croissance. Cela signifie, à son tour, que la contribution des ordinateurs à la croissance sera sous-estimée et que la croissance de la productivité multifactorielle sera surestimée.

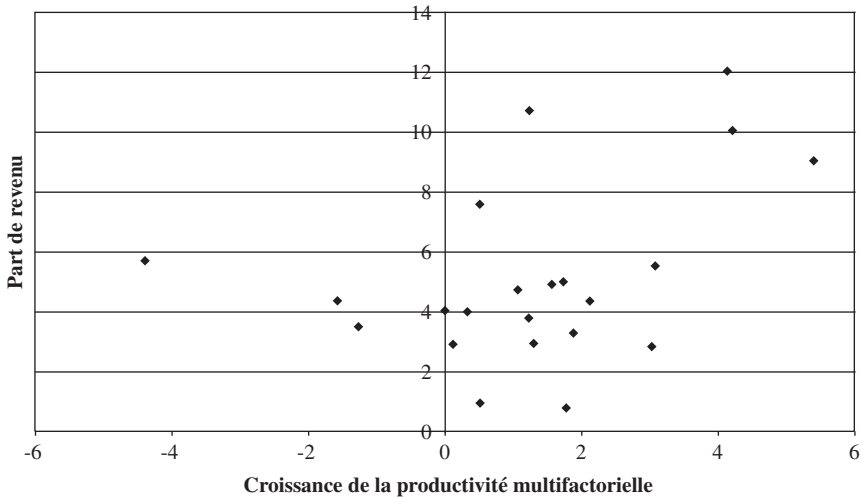
Enfin, les entreprises pourraient avoir surinvesti dans le capital informatique. Autrement dit, elles pourraient avoir été emportées par le battage concernant la

« nouvelle économie » et avoir investi excessivement dans les ordinateurs. Le cas échéant, la valeur de la production tirée des ordinateurs serait inférieure au prix payé pour acquérir ces derniers. On pourrait alors s'attendre à observer une corrélation négative entre l'utilisation des technologies de l'information et la croissance de la productivité multifactorielle.

Pour déterminer si l'un de ces problèmes se pose, nous examinons les données australiennes au niveau de la branche d'activité pour voir s'il existe une corrélation entre l'utilisation des ordinateurs et la croissance de la productivité dans les diverses branches d'activité. Nous présentons deux chiffres pour examiner cette question. Le premier montre la croissance de la productivité multifactorielle et l'autre, la part du revenu imputable aux technologies de l'information pour chaque branche d'activité (sauf l'agriculture) pour les périodes allant de 1989-1990 à 1994-1995 et de 1995-1996 à 2000-2001¹⁷. Selon ces chiffres, la croissance de la productivité multifactorielle pourrait être d'autant plus forte que l'utilisation des ordinateurs est importante.

GRAPHIQUE 6

RELATION ENTRE LA CROISSANCE DE LA PRODUCTIVITÉ MULTIFACTORIELLE
ET LES PARTS DE REVENU



Ce graphique montre l'existence d'une certaine corrélation positive. Néanmoins, cette corrélation est le fait de quelques branches d'activité qui ont vu croître fortement leur productivité multifactorielle et qui ont utilisé les ordina-

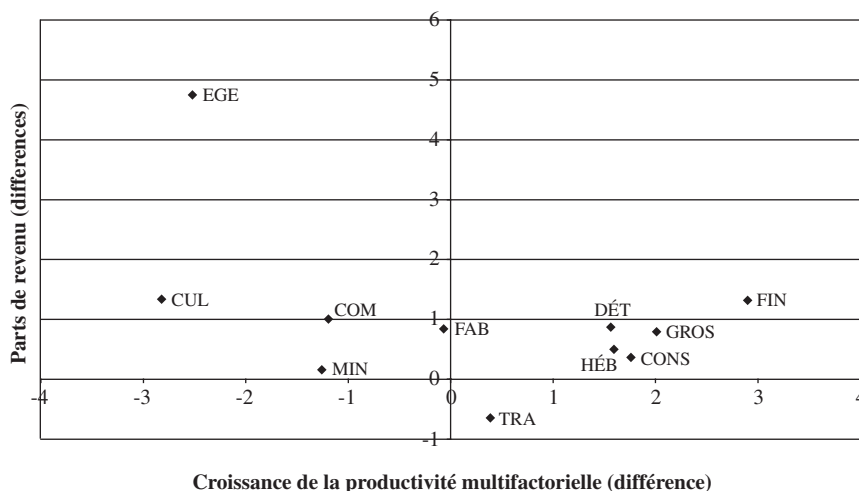
17. Nous excluons l'agriculture à cause des fluctuations importantes de la productivité multifactorielle liée aux variations climatiques. Il est possible d'utiliser d'autres mesures sur l'axe vertical, comme la contribution des technologies de l'information à la croissance; le changement de mesure n'a que peu d'effets sur les résultats.

teurs à grande échelle, principalement celle des communications. Cette approche peut être mise en doute pour plusieurs raisons. La variation du taux de croissance selon la branche d'activité pourrait avoir d'autres causes que l'utilisation des ordinateurs. Ou bien, les résultats pourraient être faussés par la déréglementation. Les branches obtenant les meilleurs résultats comptent celles des services. Les télécommunications, par exemple, ont été déréglementées en 1991 et on aurait pu s'attendre à observer une plus grande productivité. Pour tenir compte de cette situation, nous présentons un graphique donnant la variation de la croissance de la productivité multifactorielle de 1990-1991 à 1994-1995 et de 1995-1996 à 2000-2001 en fonction de la variation de l'utilisation des ordinateurs. Ceci nous permet de tenir compte des effets fixes des branches d'activité, autrement dit, du fait que certains secteurs pourraient avoir un taux de croissance plus élevé indépendamment de leur utilisation des ordinateurs.

Cette transformation des données donne à penser qu'il n'y a aucune retombée évidente sur la productivité multifactorielle. À part une valeur extrême (pour le secteur de la distribution d'eau, d'électricité et de gaz), le graphique 7 ne révèle aucune corrélation évidente, ce qui voudrait dire que la relation observée au graphique 6 reflète d'autres facteurs que l'utilisation des technologies de l'information. Cependant, l'absence de corrélation ne prouve pas non plus qu'il n'y ait pas eu de surinvestissement dans les ordinateurs.

GRAPHIQUE 7

RELATION ENTRE LA CROISSANCE DE LA PRODUCTIVITÉ MULTIFACTORIELLE
ET LES PARTS DE REVENU (EN TERMES DE DIFFÉRENCES)



NOTE : HÉB : Hébergement; COM : Communications; CONS : Construction; CUL : Services culturels; ÉGE : Électricité, gaz et eau; FIN : Finance; MIN : Mines; FAB : Fabrication; DÉT : Commerce de détail; TRA : Transport; GROS : Commerce de gros

Le fait qu'on obtienne une valeur extrême pour le secteur de la distribution d'eau, de gaz et d'électricité sous-entend que les résultats de ce secteur ont sans doute été influencés significativement par la déréglementation. Donc, il serait prudent d'attendre d'avoir plus de données pour tirer des conclusions générales quant à l'effet des technologies de l'information sur ce secteur.

Malgré les résultats du graphique 7, l'existence d'une corrélation entre la productivité et l'utilisation des ordinateurs reste possible. L'ABS ne suppose pas, pour construire ses estimations, que les taux de rendement sont égaux entre branches d'activité. Au contraire, le Bureau calcule un taux interne de rendement par branche d'activité de telle sorte que toutes les estimations soient convergentes. Ce taux interne de rendement par chaque branche d'activité devient le résidu et absorbe toutes les erreurs commises durant le processus. Un taux interne de rendement plus élevé pour les branches d'activité où l'utilisation des ordinateurs est plus intense pourrait être le signe de retombées de l'utilisation des ordinateurs sur la croissance plus générale de la productivité. Malheureusement, nous n'avons pu confirmer l'existence de cette corrélation.

6. DISCUSSION

Avant de considérer les conséquences de ces résultats, il est important d'insister de nouveau sur le manque de précision des estimations. Il est bien connu que les estimations du stock de capital sont difficiles à construire de même que celles de la part des revenus imputable aux ordinateurs. Conjuguées au traitement des taxes dans les données sous-jacentes, ces difficultés signifient que les estimations sont inévitablement associées à une fourchette d'erreurs. Ceci dit, il s'agit des meilleures estimations disponibles, fondées sur les meilleures données disponibles.

Les estimations des avantages tirés de l'utilisation des ordinateurs en Australie et aux États-Unis obtenues dans le présent document sont plus importantes que celles calculées antérieurement. Dans le tableau 4, nous comparons les estimations résultant des études antérieures et nous recalculons les résultats présentés au tableau 1 sur la période d'échantillonnage plus courte qui a été utilisée pour les études antérieures¹⁸.

Les différences entre les études sont suffisantes pour inciter à ne pas tirer trop de conclusions des chiffres précis. En ce qui concerne la comparaison des divers résultats australiens, la couverture des secteurs diffère, de même que les données sous-jacentes sur le capital. Les résultats américains sont fondés sur des résultats

18. Wilson (2000) examine la contribution à la croissance de la productivité du travail, si bien que les résultats ne sont pas directement comparables. Les résultats du tableau 4 diffèrent aussi légèrement de ceux publiés originalement par Gruen (2001). Cette différence est due à des révisions mineures de la méthode, à la vérification des erreurs et à certaines modifications des données. Aucune différence ne modifie les conclusions de façon significative.

agrégés pour l'ensemble de l'économie, tandis que les nôtres sont fondés sur des données au niveau de la branche d'activité. En outre, l'intrant travail est traité différemment. Les résultats d'Oliner et Sichel pour les États-Unis incluent une estimation de l'intrant travail corrigée pour la qualité, calculée en examinant l'évolution du niveau de scolarité et de l'expérience de la main-d'œuvre. À l'heure actuelle, l'ABS élabore un rajustement expérimental pour tenir compte de la qualité de la main-d'œuvre, mais les résultats complets ne sont pas encore disponibles. Les résultats provisoires laissent entendre que, de 1994-1995 à 2000-2001, la contribution de l'amélioration de la qualité de la main-d'œuvre à la croissance n'était que de 0,15 % par année¹⁹. Étant donné la nature provisoire de ces estimations, aucun ajustement n'est inclus dans le tableau 4. Par conséquent, les estimations de la productivité multifactorielle pour l'Australie incluent tout effet « résiduel » dû à l'amélioration de la qualité de la main-d'œuvre. Cependant, si nous utilisons les estimations provisoires comme guide, le fait de soustraire 0,15 % par année de la croissance de la productivité multifactorielle ne modifierait aucune des caractéristiques importantes de la comparaison avec les États-Unis.

Malgré ces remarques, le tableau met en relief les différences entre la situation en Australie et aux États-Unis au cours des années quatre-vingt-dix. Alors que les taux de croissance du PIB dans le secteur marchand étaient généralement comparables, les États-Unis ont réalisé cette expansion en utilisant plus de main-d'œuvre tandis que l'Australie n'a vu varier que faiblement la contribution du travail. Par contre, la plupart de ses gains sont imputables à la croissance de la productivité multifactorielle.

La contribution du capital, en particulier le capital informatique, à la croissance de l'économie australienne a été un peu plus importante que sa contribution à la croissance de l'économie américaine. Comme la plupart des innovations caractérisant la « nouvelle économie » ont vu le jour aux États-Unis, ce résultat paraît étonnant. Il se pourrait que l'Australie ait enregistré une contribution plus importante du capital informatique à la croissance au cours des années quatre-vingt-dix en se « rattrapant » progressivement par rapport aux États-Unis, mais il est difficile d'en être certain. Il existe tellement de différences de traitement statistique qu'on ne peut se prononcer catégoriquement au sujet des contributions relatives du capital informatique à la croissance dans les deux pays.

19. Voir l'article de fond dans le numéro du trimestre de septembre 2001 des comptes nationaux, no 5206.0 au catalogue de l'ABS, p. 15.

TABLEAU 4
COMPARAISON DES RÉSULTATS

| | AUSTRALIE ^(a) | | | | ÉTATS-UNIS | |
|---|--------------------------|-----------|-----------|-----------|------------------|-----------|
| | La présente étude | | Toohey | | Oliner et Sichel | |
| | 1991-1995 | 1996-1999 | 1991-1995 | 1996-1999 | 1991-1995 | 1996-1999 |
| Croissance de la production | 1,78 | 4,47 | 2,47 | 4,35 | 2,75 | 4,82 |
| Contributions | | | | | | |
| Capital des technologies de l'information | 0,89 | 1,20 | 0,54 | 0,74 | 0,57 | 1,10 |
| Ordinateurs | 0,42 | 0,87 | 0,25 | 0,36 | 0,25 | 0,63 |
| Logiciels | 0,47 | 0,33 | 0,21 | 0,24 | 0,25 | 0,32 |
| Autres formes de capital | – | – | 0,08 | 0,13 | 0,07 | 0,15 |
| Heures travaillées | 0,15 | 0,76 | 0,86 | 1,10 | 0,44 | 0,75 |
| Productivité multifactorielle | -0,37 | 0,35 | 0,40 | 0,87 | 1,26 | 1,81 |
| Croissance de la production | 1,11 | 2,16 | 0,67 | 1,64 | 0,48 | 1,16 |
| Parts du revenu | | | | | | |
| Ordinateurs | 1,8 | 2,4 | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,8 |
| Logiciels | 2,4 | 2,6 | 1,2 | 1,4 | 2,0 | 2,5 |
| Croissance des intrants | | | | | | |
| Ordinateurs | 22,0 | 41,6 | 18,9 | 25,7 | 17,5 | 35,9 |
| Logiciels | 18,8 | 13,9 | 17,8 | 17,4 | 13,1 | 13,0 |

NOTE : (a) Les dates représentent les années financières. Par exemple : 1991-1995 indique 1991/1995-1994/1995.

Les résultats de Toohey ont été obtenu de l'auteur et comprennent certains résultats inédits.

Le résultat le plus remarquable en Australie est le taux de croissance de la productivité multifactorielle. Les résultats de la section 5.2 semblent indiquer que l'on ne peut attribuer clairement cette croissance à l'utilisation plus importante des ordinateurs. Faute d'autres raisons possibles, nous pouvons uniquement suggérer que la réforme microéconomique des années quatre-vingt et quatre-vingt-dix a payé de généreux dividendes en productivité à la fin des années quatre-vingt-dix.

Notre ventilation de la section 5.1 nous permet de faire certaines remarques concernant l'avenir. Les méthodes de production font à l'heure actuelle l'objet d'un remaniement visant à accroître l'utilisation des ordinateurs. Ce changement est reflété par la part croissante du revenu imputable à cet intrant. Dans la mesure où il s'agit d'une caractéristique transitoire, nous nous attendons à ce que la part du revenu imputable aux ordinateurs se stabilise à un certain point dans l'avenir. Lorsque cela se produira, l'augmentation de la part du revenu ne contribuera plus à la croissance. Selon nos estimations, cette contribution peut aller jusqu'à 0,6 % par année.

L'autre moitié de notre ventilation souligne les bénéfices tirés des progrès techniques rapides. Ceux-ci ont fait augmenter la production d'environ 5 % au cours de la décennie. Si le progrès technique ou la baisse des prix ralentissait, alors cette contribution à la croissance diminuerait également. Néanmoins, malgré la faiblesse récente du secteur de la haute technologie, nous décelons peu de signes d'un tel ralentissement. Ces observations nous portent à croire que les ordinateurs continueront de contribuer significativement à la croissance de la production dans un avenir prévisible.

CONCLUSION

Le présent rapport examine les gains historiques attribuables à l'utilisation des technologies de l'information en Australie. Notre analyse donne à penser que cette dernière a su profiter de la « nouvelle économie ». L'utilisation des technologies de l'information y est parmi les plus élevées du monde, l'investissement des entreprises australiennes dans les ordinateurs et le matériel connexe augmentant rapidement depuis le début des années quatre-vingt-dix. En outre, nous constatons qu'environ la moitié des gains attribuables à l'utilisation des technologies de l'information est imputable à la baisse des prix, tandis que l'autre moitié est imputable à l'augmentation des dépenses en ordinateurs. Nous concluons que l'Australie a connu une croissance importante de la production liée à l'utilisation des ordinateurs et que, à titre d'utilisateur des technologies de l'information, nous continuerons d'enregistrer des gains importants dans l'avenir, à condition que le progrès technique dans le secteur demeure aussi rapide qu'il l'a été antérieurement.

ANNEXE A

CONTRIBUTIONS DES INDUSTRIES À LA CROISSANCE

TABLEAU A1

| | AGRICULTURE | | MINES | | FABRICATION | | ÉLECTRICITÉ, GAZ ET EAU | | CONSTRUC- TION | | COMMERCE DE GROS | |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------------------|---------------|-------------------|---------------|---------------------|---------------|
| | 1991- 1995 | 1996- 2001 | 1991- 1995 | 1996- 2001 | 1991- 1995 | 1996- 2001 | 1991- 1995 | 1996- 2001 | 1991- 1995 | 1996- 2001 | 1991- 1995 | 1996- 2001 |
| Croissance de la production | -1,51 | 6,40 | 4,10 | 4,89 | 0,71 | 2,46 | 2,28 | 2,00 | 0,43 | 1,64 | 1,91 | 4,56 |
| Contributions | | | | | | | | | | | | |
| Capital des technologies de l'information | 0,15 | 0,25 | 0,18 | 0,20 | 0,65 | 1,10 | 0,72 | 1,54 | 0,61 | 0,57 | 1,06 | 1,11 |
| Ordinateurs | 0,11 | 0,18 | 0,06 | 0,16 | 0,32 | 0,91 | 0,42 | 1,39 | 0,31 | 0,37 | 0,36 | 0,67 |
| Logiciels | 0,04 | 0,07 | 0,12 | 0,04 | 0,33 | 0,19 | 0,30 | 0,15 | 0,30 | 0,20 | 0,70 | 0,44 |
| Autres formes de capital | -0,78 | -0,53 | 2,27 | 2,74 | -0,08 | 0,66 | -0,09 | 0,14 | -0,06 | 0,09 | -0,43 | -0,35 |
| Heures | -0,54 | 0,14 | -0,66 | -0,49 | -1,38 | -0,54 | -1,32 | -0,88 | 0,00 | 2,08 | -0,23 | 0,22 |
| Productivité multifactorielle | -0,34 | 6,54 | 2,31 | 2,44 | 1,52 | 1,24 | 2,97 | 1,20 | -0,12 | -1,10 | 1,51 | 3,58 |

TABLEAU A1 (suite)

| | AGRICULTURE | | MINES | | FABRICATION | | ÉLECTRICITÉ, GAZ ET EAU | | CONSTRUC- TION | | COMMERCE DE GROS | |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------------------|---------------|-------------------|---------------|---------------------|---------------|
| | 1991- 1995 | 1996- 2001 | 1991- 1995 | 1996- 2001 | 1991- 1995 | 1996- 2001 | 1991- 1995 | 1996- 2001 | 1991- 1995 | 1996- 2001 | 1991- 1995 | 1996- 2001 |
| Part du revenu | | | | | | | | | | | | |
| Ordinateurs | 0,63 | 0,63 | 0,25 | 0,45 | 1,35 | 2,44 | 1,80 | 3,71 | 1,15 | 1,58 | 1,45 | 2,20 |
| Logiciels | 0,19 | 0,31 | 0,54 | 0,55 | 1,66 | 1,71 | 1,27 | 1,49 | 1,34 | 1,48 | 3,18 | 3,44 |
| Autres formes de capital | 55,33 | 55,21 | 71,38 | 73,47 | 33,05 | 34,30 | 61,66 | 68,67 | 19,02 | 18,89 | 23,85 | 19,93 |
| Travail | 43,85 | 43,85 | 27,83 | 25,53 | 63,94 | 61,55 | 35,27 | 26,13 | 78,49 | 78,05 | 71,52 | 74,43 |
| Croissance des intrants | | | | | | | | | | | | |
| Ordinateurs | 22,75 | 28,52 | 14,62 | 47,61 | 24,46 | 41,10 | 21,63 | 36,08 | 24,72 | 25,11 | 21,40 | 35,87 |
| Logiciels | 21,44 | 22,01 | 21,40 | 16,13 | 21,22 | 16,42 | 21,52 | 12,58 | 22,10 | 15,96 | 21,29 | 16,14 |
| Autres formes de capital | -0,56 | -0,87 | 3,28 | 3,88 | -0,46 | 1,20 | -0,25 | 0,64 | 0,93 | 0,24 | -2,17 | -2,76 |
| Travail | -1,36 | 0,42 | -2,36 | -1,93 | -2,06 | -0,85 | -3,76 | -2,71 | -0,13 | 2,61 | -0,33 | 0,28 |

TABLEAU A1 (suite)

| | COMMERCE DE DÉTAIL | | ACCOMMODATION | | TRANSPORT | | COMMUNICATIONS | | FINANCE | | CULTURE | |
|---|--------------------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1991–1995 | 1996–2001 | 1991–1995 | 1996–2001 | 1991–1995 | 1996–2001 | 1991–1995 | 1996–2001 | 1991–1995 | 1996–2001 | 1991–1995 | 1996–2001 |
| Croissance de la production | 2,23 | 3,82 | 2,63 | 3,97 | 3,19 | 3,49 | 9,09 | 10,32 | 1,43 | 4,91 | 2,65 | 4,10 |
| Contributions | | | | | | | | | | | | |
| Capital des technologies de l'information | 0,96 | 1,05 | 0,80 | 0,80 | 0,95 | 0,90 | 1,68 | 2,44 | 2,15 | 3,60 | 1,11 | 1,25 |
| Ordinateurs | 0,51 | 0,81 | 0,38 | 0,64 | 0,52 | 0,63 | 0,55 | 2,07 | 0,89 | 1,66 | 0,49 | 1,08 |
| Logiciels | 0,45 | 0,24 | 0,42 | 0,16 | 0,43 | 0,27 | 1,13 | 0,37 | 1,26 | 1,94 | 0,62 | 0,17 |
| Autres formes de capital | 0,08 | 0,13 | 0,18 | 0,91 | 0,13 | 0,25 | 1,19 | 2,22 | –0,35 | –0,13 | 1,83 | 3,78 |
| Heures | 0,91 | 1,04 | 2,88 | 3,16 | 0,23 | 1,20 | 0,94 | 1,61 | –1,59 | 0,91 | 2,14 | 1,01 |
| Productivité multifactorielle | 0,28 | 1,60 | –1,23 | –0,90 | 1,88 | 1,14 | 5,28 | 4,05 | 1,22 | 0,53 | –2,43 | –1,94 |

TABLEAU A1 (suite)

| | COMMERCE DE DÉTAIL | | ACCOMMODATION | | TRANSPORT | | COMMUNICATIONS | | FINANCE | | CULTURE | |
|--------------------------------|--------------------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1991–1995 | 1996–2001 | 1991–1995 | 1996–2001 | 1991–1995 | 1996–2001 | 1991–1995 | 1996–2001 | 1991–1995 | 1996–2001 | 1991–1995 | 1996–2001 |
| Part du revenu | | | | | | | | | | | | |
| Ordinateurs | 1,59 | 2,62 | 1,21 | 1,91 | 2,56 | 2,39 | 2,62 | 3,63 | 4,56 | 4,75 | 1,69 | 2,67 |
| Logiciels | 2,17 | 2,02 | 2,18 | 1,80 | 2,15 | 2,06 | 5,56 | 5,58 | 5,60 | 6,98 | 2,82 | 2,48 |
| Autres formes de capital | 16,39 | 11,83 | 18,78 | 19,77 | 30,46 | 29,59 | 38,72 | 41,42 | 29,90 | 27,40 | 38,18 | 35,11 |
| Travail | 79,85 | 83,53 | 77,83 | 76,52 | 64,83 | 65,96 | 53,10 | 49,36 | 59,94 | 60,87 | 57,31 | 59,74 |
| Croissance des intrants | | | | | | | | | | | | |
| Ordinateurs | 31,21 | 33,20 | 33,04 | 37,07 | 20,94 | 26,91 | 21,69 | 58,38 | 17,15 | 34,41 | 27,57 | 45,35 |
| Logiciels | 21,42 | 16,16 | 20,61 | 15,61 | 21,14 | 14,13 | 20,96 | 11,59 | 21,83 | 27,41 | 22,30 | 14,43 |
| Autres formes de capital | –0,54 | –3,05 | 2,15 | 5,50 | 0,31 | 1,96 | 2,04 | 4,95 | 1,70 | –0,34 | 5,78 | 11,28 |
| Travail | 1,15 | 1,23 | 3,69 | 4,12 | 0,41 | 1,84 | 1,83 | 3,29 | –2,66 | 1,53 | 3,72 | 1,68 |

NOTE : Les années utilisées correspondent aux années financières, par exemple, 1991–1995 indique 1990/1991–1994/1995

BIBLIOGRAPHIE

- BAKHSHI, H. et J. LARSEN (2001), « Investment-Specific Technological Progress in the United Kingdom », Bank of England, working paper, no 129.
- CARMICHAEL, J. et N. DEWS (1987), « The Role and Consequences of Investment in Recent Australian Economic Growth », Reserve Bank of Australia, Research Discussion Paper, no 8704.
- COOPER, M.J., O. DIMITROV et P.R. RAU (1999), « A Rose.com by Any Other Name », *Journal of Finance*, 56(6) : 2 371-2 388.
- GORDON, R.J. (1999), « US Economic Growth Since 1870: One Big Wave? », *American Economic Review*, 89(2) : 123-128.
- GORDON, R.J. (2000), « Does the “New Economy” Measure Up to the Great Inventions of the Past », NBER, working paper, no 7833.
- GRUEN, D. (2001), « Australia’s Strong Productivity Growth: Will it be Sustained? », Reserve Bank of Australia, *Bulletin*, février : 62-69.
- HALL, R.E. (1988), « The Relation Between Price and Marginal Cost in US Industry », *Journal of Political Economy*, 96(5) : 921-947.
- HARCHAOUI, T.M. et F. TARKHANI (2005), « Whatever Happened to Canada-U.S. Economic Growth and Productivity Performance in the Information Age? », OECD, *Economic Studies*, 40 (novembre) : 127-165.
- JORGENSEN, D.W. et K.J. STIROH (2000), « Raising the Speed Limits: US Economic Growth in the Information Age », *Brookings Papers on Economic Activity*, 1 : 125-235.
- KILEY, M.T. (1999), « Computers and Growth with Costs of Adjustment: Will the Future Look Like the Past? », Federal Reserve System, Finance and Economics Discussion Series, no 1999-36.
- OECD (2001), « The New Economy: Beyond the Hype », Final Report on the OECD Growth Project, OECD, Paris.
- OLINER, S.D. et D.E. SICHEL (1994), « Computers and Output Growth Revisited : How Big is the Puzzle? », *Brookings Papers on Economic Activity*, 2 : 273-334.
- OLINER, S.D. et D.E. SICHEL (2000), « The Resurgence of Growth in the Late 1990s : Is Information Technology the Story? », *Journal of Economic Perspectives*, 14(4) : 3-22.
- PARHAM, D.J., (2004), « Les gains de productivité au moyen de l’usage des technologies d’information : l’expérience australienne », in D.J. PARHAM, P. ROBERTS et H. SUN (2001), « Information Technology and Australia’s Productivity Surge », Productivity Commission Staff Research Paper.
- SOLOW, R.M. (1957), « Technical Change and the Aggregate Production Function », *Review of Economics and Statistics*, 39(2) : 312-320.
- TOOHEY, T. (2000), « Information Technology and Productivity », *ANZ Economic Outlook*, octobre.
- WHELAN, K. (2000), « Computers, Obsolescence and Productivity », Federal Reserve System, Finance and Economics Discussion Series, no 2000-06.
- WILSON, D. (2000), « Australian Productivity: Catching a “New Economy” Wave », Goldman Sachs Global Economics, working paper, no 50.