

## Qu'est-il advenu de la croissance de la productivité?

Dale W. Jorgenson and Eric Yip

Volume 75, Number 4, décembre 1999

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/602303ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/602303ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

HEC Montréal

ISSN

0001-771X (print)

1710-3991 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Jorgenson, D. W. & Yip, E. (1999). Qu'est-il advenu de la croissance de la productivité? *L'Actualité économique*, 75(4), 559–596.  
<https://doi.org/10.7202/602303ar>

## QU'EST-IL ADVENU DE LA CROISSANCE DE LA PRODUCTIVITÉ?\*

Dale W. JORGENSON

*Université Harvard*

Eric YIP

*Université Harvard*

### INTRODUCTION

Cette étude présente une comparaison internationale des modèles de croissance économique des pays du G-7 pour la période 1960-1995. De 1960 à 1973, plus de la moitié de la croissance de la production par habitant de la France, de l'Allemagne, de l'Italie, du Japon, du Royaume-Uni et un peu moins de la moitié de la croissance de la production du Canada et des États-Unis étaient attribuables à la hausse de la productivité. L'importance relative de la productivité a décliné substantiellement après 1973, sauf dans le cas de la France où, de 1973 à 1989, la productivité a continué à expliquer une partie importante de la croissance.

Depuis 1989, la hausse de la productivité n'est pratiquement plus une source de croissance économique dans les pays du G-7. Entre 1989 et 1995, la croissance de la productivité a été négative pour cinq pays du G-7, alors que seuls le Japon et les États-Unis ont enregistré une croissance positive. En 1995, le niveau de productivité au Canada avait baissé au point de rejoindre pratiquement celui de 1973, tandis que les déclinés de productivité ont ramené l'Italie et le Royaume-Uni respectivement aux niveaux de 1974 et 1978. Depuis 1989, à l'exception de l'Allemagne, le nombre de facteurs de production par habitant a augmenté plus lentement que la moyenne enregistrée dans les années 1960 à 1989.

De 1960 à 1995, les États-Unis ont maintenu leur avance en matière de production par habitant. Les États-Unis étaient également en tête du G-7 pour ce qui est de la quantité de facteurs de production par habitant, mais en matière de productivité, ils ont dû renoncer au premier rang au profit de la France. Toutefois, au niveau de la croissance de la production par habitant, les États-Unis ont affiché un

---

\* Nous remercions sincèrement le *Program on Technology and Economic Policy* de l'Université Harvard pour son support financier. Les auteurs assument l'entière responsabilité de toute erreur résiduelle.

retard par rapport au Canada, à la France, à l'Allemagne, à l'Italie et au Japon, devançant uniquement le Royaume-Uni. À l'exception de l'Allemagne et du Royaume-Uni, la croissance de la quantité de facteurs de production par habitant enregistrée par les États-Unis était inférieure à celle des autres pays du G-7. Enfin, en ce qui concerne la croissance de la productivité, les États-Unis ont devancé uniquement le Canada et le Royaume-Uni.

De 1960 à 1995, les taux de croissance de la production par habitant et de la productivité étaient considérablement plus élevés au Japon que dans les autres pays du G-7, mais l'essentiel de ces gains ont eu lieu avant 1973. Le niveau de productivité du Japon, tout comme celui de l'Allemagne et de l'Italie, restent parmi les plus faibles du G-7. La performance japonaise en matière de production par habitant est davantage attribuable au niveau élevé d'intrants par habitant qu'à la productivité. La croissance japonaise de la quantité de facteurs de production par habitant a largement excédé celle des autres pays du G-7, surtout avant 1973.

Les pays du G-7 ont pu observer une uniformisation de leur croissance économique entre 1960 et 1995. L'écart entre les niveaux de production par habitant a considérablement diminué avant 1970, et de façon plus modeste depuis. L'écart entre les niveaux de production a également diminué avant 1970, pour ensuite demeurer à l'intérieur d'une étroite fourchette. Quant à l'écart entre les niveaux d'intrants par habitant, il est resté stable de 1960 à 1995. Toutefois, les positions occupées par les pays du G-7 ont été considérablement modifiées suite à la montée fulgurante du Japon et au déclin graduel du Royaume-Uni.

Les changements importants observés au niveau de la performance économique des pays du G-7 peuvent être expliqués en modifiant la théorie néoclassique de Robert Solow (1956) afin de tenir compte des différences persistantes entre les pays. Selon la théorie, la croissance de la productivité est exogène tandis que l'investissement est endogène. Évidemment, l'importance relative de la croissance de la productivité comme variable exogène a été largement réduite, tandis qu'un rôle beaucoup plus important a été assigné à l'investissement endogène en actifs tangibles et en capital humain.

Dans la première section, nous décrivons la méthode suivie pour répartir les sources de croissance économique entre l'investissement et la productivité. Nous introduisons des indices de qualité constante pour le capital et le travail. Ces indices tiennent compte des effets de l'investissement en actifs tangibles et en capital humain. À l'aide des taux de salaire relatifs, l'indice de qualité constante du travail combine différents types d'heures travaillées. L'indice de qualité constante du capital pondère différents types de stock de capital au moyen des taux de location plutôt qu'avec le prix des actifs utilisé pour pondérer les stocks de capital.

Les taux de salaire différents pour des types différents de main-d'œuvre reflètent l'investissement en capital humain à travers l'éducation et la formation professionnelle de sorte que l'investissement exerce son effet sur la performance économique à travers l'indice de qualité constante du travail. L'indice de qualité

constante pour le capital comprend un inventaire perpétuel des investissements en actifs tangibles. L'indice incorpore aussi les différences de prix de location afin de capter l'impact différentiel des investissements.

Dans la deuxième section, nous analysons le rôle de l'investissement et de la productivité pour le G-7 entre 1960 et 1995. Cette période est coupée en 1973 afin d'identifier les changements de performance survenus après la première crise pétrolière. Nous utilisons également 1989 comme autre point de division afin de mettre l'accent sur l'expérience la plus récente. Pour chaque pays, la croissance de la production par habitant est décomposée entre la croissance de la productivité et la croissance de la quantité de facteurs de production par habitant. Finalement, la croissance de la quantité de facteurs de production par habitant est à son tour divisée entre des éléments associés aux investissements dans des actifs tangibles et en capital humain.

Les comparaisons internationales révèlent des similitudes importantes entre les pays du G-7. Les investissements dans des actifs tangibles et en capital humain expliquent maintenant une proportion considérable de la croissance économique dans les pays du G-7. De plus, ils justifient la part importante qu'occupent les différences internationales dans la production par habitant. L'hétérogénéité du capital et du travail, ainsi que les changements survenus dans la composition de ces intrants à travers le temps, sont des éléments essentiels pour identifier les différences internationales persistantes et pour expliquer la croissance.

Dans la troisième section, nous testons une des implications importantes de la théorie néoclassique de la croissance, à savoir que les niveaux relatifs de production et d'intrants par habitant devraient converger dans le temps. Pour ce faire, nous utilisons le coefficient de variation pour mesurer la convergence des niveaux de production par habitant, d'intrants par habitant et de productivité des pays du G-7 pour la période 1960 à 1995. Comme nous l'avons dit précédemment, la période est coupée en 1973 et en 1989. Nous tentons également de voir si, comme le suggère la théorie, il y a convergence des intrants capital et travail par habitant.

Dans la dernière section, nous résumons les conclusions de notre étude et nous exposons les grandes lignes d'approches alternatives à la croissance endogène en élargissant le concept d'investissement. Le mécanisme d'accumulation endogène des actifs tangibles présent dans la théorie de Solow constitue le point de départ le plus approprié. Les investissements en capital humain, en particulier l'investissement en éducation, peuvent à présent être introduits dans la théorie. Quand il sera possible de mesurer la production issue des activités de recherche et développement, l'investissement en capital intellectuel pourra alors devenir endogène.

## 1. INVESTISSEMENT ET PRODUCTIVITÉ

Les débats actuels sur l'importance relative de l'investissement et de la productivité dans la croissance économique coïncident avec les discussions sur le

rôle approprié du secteur public. La productivité peut être envisagée comme un bénéfice externe qui procure peu de motivation aux acteurs du secteur privé. Ceux qui favorisent un rôle accru du secteur public prônent que ce bénéfice externe peut être canalisé adéquatement par un gouvernement omniscient et bienfaisant. Par contre, les partisans d'un gouvernement plus restreint cherchent des méthodes pour déléguer au secteur privé les décisions d'investissement.

Le débat sur l'importance relative de l'investissement et de la productivité conduit à des politiques si différentes qu'une solution simple n'est pas envisageable. Les défenseurs de la redistribution du revenu n'abandonneront pas facilement leur recherche d'une « arme fatale » qui favorisera la croissance économique sans que l'on soit obligé de stimuler l'investissement. Les partisans des stratégies de croissance basées sur la formation de capital auront de la difficulté à croire en des effets externes dont les bénéficiaires sont difficiles, voire même impossibles, à identifier.

Pour éviter la confusion d'ordre sémantique présente dans les discussions populaires sur la croissance économique, il est essentiel de définir avec précision ce qu'est l'investissement. L'investissement, qui peut prendre plusieurs formes, est l'action de renoncer à des ressources disponibles maintenant dans le but d'obtenir un rendement futur. La caractéristique particulière de l'investissement comme source de croissance économique consiste dans le fait que les rendements peuvent être internalisés par l'investisseur. Nous pouvons appliquer directement cette définition à l'investissement dans des actifs tangibles qui procurent des droits de propriété, y compris le droit aux revenus qui appartient aux propriétaires des actifs.

Le mécanisme qui permet de transformer l'investissement dans des actifs tangibles en croissance économique est bien connu. Par exemple, celui qui investit dans une nouvelle installation industrielle fait augmenter l'offre de ce type d'installation et génère de nombreux revenus fonciers. Les marchés pour les actifs physiques et leurs services permettent de lier investissement et revenu. La croissance de la production issue de la hausse de l'apport de capital est fonction du produit marginal du capital. Le flot de revenus fonciers peut être divisé entre l'apport de capital et son produit marginal. Identifier ce produit marginal avec le prix de location du capital constitue la base pour un indice de qualité constante pour l'apport de capital.

Les contributions majeures de Gary Becker (1993), Fritz Machlup (1962), Jacob Mincer (1974) et Theodore Schultz (1961) ont donné un sens concret à la notion de richesse, laquelle inclut les investissements qui ne génèrent pas de droits de propriété. Par exemple, un étudiant ou un travailleur qui participent à un programme de formation peuvent être considérés comme des investisseurs. Bien que ce type d'investissement ne crée pas d'actifs pouvant être vendus ou achetés, les rendements générés par un niveau d'instruction élevé ou par de meilleures habiletés au travail peuvent être internalisés par l'investisseur.

Un individu qui complète sa formation académique ou son programme de formation fait augmenter l'offre de travailleurs qualifiés. Le flux de revenus de travail qui en découle peut être divisé entre l'apport de travail et son produit marginal. La croissance de la production issue de l'amélioration de la main-d'œuvre est fonction du produit marginal. Identifier ce produit marginal avec le taux de salaire permet de jeter les bases d'un indice de qualité constante pour l'apport de travail. Alors qu'il n'existe aucun marché pour les actifs en capital humain, les investissements en capital humain et en matériel partagent un point en commun : le rendement de ces deux types d'investissement peut être internalisé.

Le fait que les revenus générés par une productivité accrue soient extérieurs aux activités économiques à l'origine de la croissance est à la base de la définition de la productivité comme une source de croissance économique. Les recherches financées à même les fonds publics et les programmes de développement constituent un exemple éloquent d'activités qui stimulent la croissance de la productivité. Ces programmes peuvent être menés par des laboratoires gouvernementaux ou par des laboratoires privés subventionnés par l'État. Les avantages qui en découlent sont extérieurs aux agents économiques qui effectuent les activités de recherche et développement. Ces avantages doivent être minutieusement différenciés des bénéfices privés des activités de recherche et développement qui peuvent être internalisés par la création de droits sur propriété intellectuelle<sup>1</sup>.

Il est fondamental de répartir la croissance économique entre l'investissement et la productivité pour évaluer le pouvoir explicatif de la théorie de la croissance. Seule la substitution entre l'apport de capital et de travail issus de l'investissement en actifs tangibles est endogène dans la théorie néoclassique sur la croissance présentée par Solow (1956). Toutefois, la substitution entre différents types d'apport en main-d'œuvre est la conséquence de l'investissement en capital humain. Par contre, l'investissement en actifs tangibles mène à la substitution entre différents types d'apport en capital. Aucune des deux formes de substitution n'est présente dans le modèle de production de Solow (1957).

Il est possible d'effectuer un parallèle avec la distinction soulignée par Solow (1957) entre la substitution et le changement technologique, et la distinction entre l'investissement et la productivité comme source de croissance économique. Toutefois, tout comme Simon Kuznets (1971), Solow limite sa définition de l'investissement aux actifs tangibles. Les deux auteurs ont explicitement exclu les investissements en capital humain sous prétexte que la contribution de l'apport en travail est mesurée par l'augmentation d'heures de travail non différenciées.

La contribution de l'investissement en actifs tangibles à la croissance économique est proportionnelle au prix de location du capital, lequel correspond au produit marginal du capital. Par contre, le prix d'un actif physique est égal à la

---

1. Zvi Griliches (1992,1995) fournit des études détaillées sur les effets externes de l'investissement en recherche et développement. Dans Griliches (1992), nous pouvons trouver une liste détaillée des études sur les effets externes.

valeur actuelle des revenus qu'il va générer tout au long de sa vie. Kuznets (1971) et Solow (1970) ont tous deux identifié la contribution des actifs tangibles à la croissance en pondérant les augmentations du stock de capital par le prix des actifs. Comme leur pondération n'était pas constituée du produit marginal des actifs tangibles, Kuznets et Solow ont mal réparti la croissance économique entre l'investissement en actifs tangibles et la productivité<sup>2</sup>.

Dans le modèle néoclassique sur la croissance, on peut faire de l'investissement une variable endogène, tandis que la croissance de la productivité est exogène. Si la productivité est une source majeure de croissance, comme le suggèrent Kuznets (1971) et Solow (1970), l'essentiel de la croissance est déterminé de manière exogène. Faire confiance au « résidu de Solow » comme facteur explicatif constitue une condamnation sévère des limites du cadre de travail néoclassique. Moses Abramovitz (1956) a exprimé ce point de vue quand, dans une phrase restée célèbre, il a qualifié le « résidu de Solow » de « mesure de notre ignorance ».

Afin de déterminer la part de la croissance qui découle de l'investissement et celle qui provient de la productivité, Jorgenson et Griliches (1967) ont introduit des indices de qualité constante pour l'apport en capital et en travail, ainsi qu'une mesure de qualité constante pour la production issue de biens d'investissement. Cet exercice a substantiellement élargi le concept de substitution employé par Solow (1957), et a irrévocablement modifié l'allocation de la croissance économique entre l'investissement et la productivité. Les deux auteurs ont montré que 85 % de la croissance économique américaine peuvent être attribués à l'investissement, tandis que la productivité ne compte que pour 15 %<sup>3</sup>.

D'après la méthode développée par Griliches (1960) pour le Département américain de l'agriculture<sup>4</sup>, la mesure de l'apport en travail employée par Jorgenson et Griliches combine différents types d'heures travaillées, pondérés par les taux de salaire, en un indice de qualité constante de l'apport en travail. Leur indice de qualité constante pour l'apport en capital combine plusieurs types d'apport en capital en utilisant les taux de location plutôt que le prix des actifs généralement approprié pour mesurer le stock de capital. Ce modèle, dans lequel le capital est un

---

2. Les méthodes de mesure de Kuznets et Solow sont encore largement utilisées. Voir les références dans Jorgenson (1990) et les exemples récents suivants : Martin Baily et Charles Schultze (1990), Robert Gordon (1990), Steven Englander et Andrew Gurney (1994), Lawrence Lau (1996), et Robert Hall et Charles Jones (1997).

3. Jorgenson et Griliches (1967), tableau IX, p. 272.

4. Les indices de qualité constante de l'apport en travail sont traités en détail par Jorgenson, Frank Gollop et Barbara Fraumeni (1987), chapitres 3 et 8, pages 69 à 108 et 261 à 300, par le *Bureau of Labor Statistics (BLS)* (1993), et par Ho et Jorgenson (1999).

facteur de production, a été introduit par Jorgenson (1963) et a permis d'introduire, d'une part, différentes consommations de capital et, d'autre part, le traitement fiscal de divers types de revenus de capital<sup>5</sup>.

Jorgenson et Griliches ont assimilé la technologie à une frontière des possibilités de production, ce qui a permis d'élargir la fonction de production agrégée (introduite par Paul Douglas, 1948 et développée par Jan Tinbergen, 1942 et Solow, 1957) de manière qu'elle inclue deux extrants, à savoir les biens de consommation et les biens d'investissement. Jorgenson (1966) a montré que la croissance économique peut être vue de deux façons équivalentes : elle peut être formulée dans l'investissement au sens où l'entend Solow (1960) ou encore être exclue de la croissance de la productivité. Jorgenson et Griliches ont mis fin à cette indétermination en introduisant des indices de qualité constante pour les biens d'investissement.

Christensen et Jorgenson (1969, 1970) ont introduit la mesure de la productivité dans un système complet de comptes nationaux américains. Ils ont présenté un modèle beaucoup plus détaillé de l'apport en capital basé sur le cadre de travail pour l'imposition sur les revenus du capital des sociétés tel que présenté par Hall et Jorgenson (1967, 1969, 1971). Christensen et Jorgenson ont développé ce cadre de travail pour y inclure les revenus du capital autres que ceux des entreprises ainsi que les revenus du capital des ménages. Cet exercice a permis de mieux saisir l'effet que les rendements différents exercent sur les différents types d'apport en capital.

Christensen et Jorgenson ont identifié, d'une part, le compte de production comme étant une frontière des possibilités de production qui décrit la technologie et, d'autre part, le compte des revenus et dépenses comme étant une fonction de bien-être social qui décrit les préférences des consommateurs. S'inspirant de Kuznets (1961), ils ont divisé « l'utilisation » de la croissance économique entre la consommation et l'épargne. Ils ont associé l'épargne au compte d'actifs (de richesse) grâce à des équations pour l'accumulation de capital pour chaque type d'actif. Les prix de divers actifs de référence ont été liés aux prix de location de biens d'équipement grâce à une autre série d'équations de prix pour les actifs physiques.

En 1973, Christensen et Jorgenson ont construit des comptes de revenus, de production et d'actifs cohérents. Des comptes de revenus et de production séparés font partie intégrante des *Income and Product Accounts*<sup>6</sup> des États-Unis et du

5. Des revues détaillées de recherches empiriques sur la mesure de l'apport en capital sont présentées dans Jorgenson (1996) et Jack Triplett (1996). Le BLS (1983) a compilé un indice de qualité constante de l'apport en capital, rebaptisé productivité multifacteurs (*multifactor productivity*), pour ses estimations officielles sur la productivité. Le 11 juillet 1994, le BLS a commencé à utiliser une mesure de la productivité multifacteurs qui incorpore un indice de qualité constante pour l'apport en travail, alors qu'auparavant il employait le nombre d'heures travaillées comme mesure de l'apport en travail.

6. Voir le Bureau of Economic Analysis (BEA) (1995).

*Système des comptes nationaux* élaboré par Richard Stone pour les Nations unies (1968)<sup>7</sup>. Toutefois, aucun des deux systèmes n'inclut de comptes d'actifs cohérents avec les comptes de revenus et de production.

Christensen et Jorgenson ont construit des comptes de revenus, de production et d'actifs parallèles aux *National Income and Product Accounts* des États-Unis pour la période 1929-1969. Ils ont également réalisé pour les États-Unis un système comptable sur une base annuelle. Le système complet de comptes fournit les stocks d'actifs pour chaque année ainsi que leurs prix. Grâce à l'inventaire perpétuel des actifs employé par Raymond Goldsmith (1955-56, 1962), les stocks ont été additionnés pour obtenir les quantités d'actifs.

La principale innovation est l'utilisation d'équations de prix pour les actifs dans le but d'associer les prix utilisés dans l'évaluation des stocks de capital aux prix de location présents dans les indices de qualité constante de l'apport en capital<sup>8</sup>. Dans une étude presciente sur la mesure du bien-être, Paul Samuelson (1961) a suggéré l'idée qu'un lien entre le prix de l'actif et celui de location est essentiel pour intégrer les traitements comptables du revenu et de la richesse<sup>9</sup>. Le système de compte utilise la forme spécifique de cette relation telle que développée par Jorgenson (1967).

Christensen, Cummings et Jorgenson (1981) ont présenté des estimations annuelles des sources de croissance économique pour les États-Unis et leurs principaux partenaires commerciaux pour la période 1960-1973. Ces estimations comprennent, pour chaque pays, des indices de qualité constante pour l'apport en capital et en travail. Le premier objectif de cette étude est de réaliser des estimations jusqu'en 1995 pour le G-7<sup>10</sup>. Nous avons choisi le PIB comme mesure de la production. Afin de pouvoir comparer le traitement des revenus générés par différents types d'actifs physiques, nous attribuons des valeurs pour les services fournis par les biens de consommation durables, les terrains, les immeubles et les actifs physiques possédés par les institutions à but non lucratif.

Notre indice de qualité constante de l'apport en capital est basé sur la désagrégation du stock de capital en fonction des catégories présentées au tableau 1. Afin de refléter les différences aux niveaux du traitement fiscal des actifs et de la

---

7. Le *Système des comptes nationaux* des Nations unies (SNA) est résumé dans le discours que Stone (1992) a fait quand il a reçu le Prix Nobel. Le SNA a été révisé par le *Inter-Secretariat Working Group* en 1993.

8. Des indices de prix de qualité constante pour les biens d'investissement d'âges différents ont été développés par Hall (1971). Cela a permis à Charles Hulten et Frank Wykoff (1982) d'estimer l'efficacité relative en fonction de l'âge pour tous les types d'actifs tangibles. Ces estimations ont fourni de solides fondements empiriques à la mesure de la consommation de capital nécessaire à l'indice de qualité constante de l'apport de capital. Le BEA (1995) a adopté cette approche dans la dernière révision des *National Income and Product Accounts* des États-Unis.

9. Voir Samuelson (1961), surtout la page 309.

10. Dougherty et Jorgenson (1996, 1997) ont mis à jour jusqu'en 1989 les estimations de Christensen, Cummings et Jorgenson (1980, 1981).

consommation de capital, nous avons classé ces catégories par type d'actif et par propriétaire. À partir de données comptables nationales, nous avons estimé le stock de capital et les revenus fonciers. De même, notre indice de qualité constante pour l'apport en travail est basé sur la désagrégation de la main-d'œuvre entre les catégories du tableau 2, lesquelles sont classées par sexe, niveau d'éducation et statut d'employé. À partir des enquêtes sur la population active, nous estimons pour chaque pays le nombre d'heures travaillées ainsi que la rémunération pour chaque type d'apport en main-d'œuvre.

TABLEAU 1

DÉSAGRÉGATION DU CAPITAL EN FONCTION DES CARACTÉRISTIQUES DES ACTIFS

Type d'actif	Droit de propriété
1. Équipement	1. Entreprises et gouvernements
2. Structures non résidentielles	2. Entreprises non incorporées
3. Structures résidentielles	3. Ménages et organismes sans but lucratif
4. Inventaire non agricole	4. Gouvernement central
5. Inventaire agricole	
6. Biens de consommation durables	
7. Terrain résidentiel	
8. Terrain non résidentiel	

TABLEAU 2

DÉSAGRÉGATION DE LA MAIN-D'ŒUVRE EN FONCTION  
DES CARACTÉRISTIQUES DÉMOGRAPHIQUES**Sexe****Niveau de scolarité**

1. 1-8 ans école primaire
2. 1-3 ans école secondaire
3. Études secondaires complétées
4. 1-3 ans d'université
5. 4 années ou plus d'université

**Occupation**

1. employé du secteur privé
2. travailleur autonome ou travail familial non rémunéré
3. employé du gouvernement central

## 2. LES SOURCES DE LA CROISSANCE

Le tableau 4 présente la production annuelle par habitant pour les pays du G-7, pour la période 1960-1995 exprimée en pourcentage de la production américaine de 1985. Pour compléter, nous présentons dans les tableaux 9 et 10 la production et la population. Afin de convertir en dollars américains la production par habitant de chaque pays telle qu'exprimée en monnaie domestique, nous avons utilisé des données de l'OCDE (1987) sur la parité des pouvoirs d'achat de 1985. De 1960 à 1995, les États-Unis avaient la production par habitant la plus élevée, tandis que le Canada occupait la seconde place pendant presque toute la période. En ce qui concerne les cinq autres pays du G-7, le Royaume-Uni a débuté premier et le Japon dernier. En 1995, ces positions étaient inversées alors que le Japon arrivait avant les quatre pays européens et que le Royaume-Uni était devancé par la France et l'Allemagne.

Le tableau 4 présente des données annuelles sur la quantité de facteurs de production par habitant pour les pays du G-7 de 1960 à 1995. Tout comme précédemment, nous avons présenté ces données en pourcentage de la quantité de facteurs de production observée aux États-Unis en 1985. À l'aide des parités des pouvoirs d'achat construites pour cette étude, nous avons exprimé les quantités de facteurs de production par habitant en dollars américains<sup>11</sup>. Durant toute la période, les États-Unis occupaient le premier rang tant au chapitre de la quantité de facteurs de production par habitant qu'à celui de la production par habitant. L'Allemagne a débuté au second rang, mais a dû céder sa place au Canada en 1975 et au Japon en 1976. En 1995, le Japon arrivait second derrière les États-Unis pour ce qui est de la quantité de facteurs de production par habitant, tandis que le Canada occupait la troisième place. La France a débuté au bas de l'échelle du classement et y est restée presque toute la période. Le Canada, l'Italie, la France et le Japon ont enregistré une croissance par rapport aux États-Unis, tandis que l'Allemagne et le Royaume-Uni ont décliné.

Le tableau 4 présente les niveaux annuels de productivité pour les pays du G-7 de 1960 à 1995. La productivité y est définie comme étant le ratio de la production par rapport aux facteurs de production. En 1960, les États-Unis, suivis de près par le Canada, étaient les premiers au chapitre de la productivité. En 1970, le Canada devint le premier pays à devancer les États-Unis. Jusqu'en 1984, il demeura presque toujours légèrement au-dessus du niveau américain. La France a surpassé les États-Unis en 1979 et, dès 1980, est devenue le chef de file mondial en matière de productivité. Le Royaume-Uni a dépassé le Canada et a presque devancé les États-Unis en 1987, mais s'est classé derrière ces deux pays en 1990. Le Japon a devancé l'Allemagne en 1970 et l'Italie en 1990. Pour sa part, l'Italie a devancé l'Allemagne en 1963 et a maintenu cette avance presque chaque année jusqu'en 1995.

---

11. Notre méthodologie est décrite en détails dans Dougherty (1992).

Le tableau 3 présente la croissance de la production par habitant, la croissance de la quantité de facteurs de production par habitant et celle de la productivité pour les pays du G-7. Par souci de précision, nous présentons séparément aux tableaux 9 et 10 les taux de croissance pour la production et la population. Nous présentons également les taux de croissance annuels moyens pour la période allant de 1960 à 1995 et pour les sous-périodes 1960-1973, 1973-1989, 1989-1995. Que l'on considère l'ensemble de la période, ou seulement les années 1960 à 1973, le Japon a été premier au niveau de la croissance de la production. Après 1960, et pour l'ensemble de la période, le Royaume-Uni a connu une croissance plus modeste que les six autres pays du G-7. À partir de 1989, la croissance de la production a ralenti dans tous les pays du G-7 et celle du Canada a été négative. Les différences observées entre les pays du G-7 relativement au taux de croissance de la production ont diminué substantiellement après 1973.

TABLEAU 3

PRODUCTIVITÉ ET CROISSANCE DE LA PRODUCTION ET DES INTRANTS PAR HABITANT

<b>Production par habitant</b>							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960-73	2,89 %	3,20 %	2,74 %	4,26 %	3,74 %	4,62 %	8,77 %
1973-89	1,90 %	2,45 %	1,75 %	2,04 %	2,15 %	2,69 %	2,71 %
1973-95	1,65 %	1,68 %	1,38 %	1,74 %	2,02 %	2,34 %	2,46 %
1989-95	0,97 %	-0,37 %	0,42 %	0,92 %	1,66 %	1,40 %	1,81 %
1960-89	2,34 %	2,79 %	2,19 %	3,04 %	2,86 %	3,56 %	5,43 %
1960-95	2,11 %	2,24 %	1,89 %	2,68 %	2,66 %	3,19 %	4,81 %
<b>Intrants par habitant</b>							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960-73	1,53 %	1,70 %	0,98 %	2,15 %	1,24 %	0,79 %	2,42 %
1973-89	1,45 %	2,21 %	1,10 %	0,74 %	1,25 %	2,42 %	2,15 %
1973-95	1,24 %	1,67 %	1,15 %	0,91 %	1,39 %	2,17 %	2,01 %
1989-95	0,68 %	0,21 %	1,30 %	1,37 %	1,78 %	1,49 %	1,63 %
1960-89	1,49 %	1,98 %	1,04 %	1,37 %	1,25 %	1,69 %	2,27 %
1960-95	1,35 %	1,68 %	1,09 %	1,37 %	1,34 %	1,66 %	2,16 %
<b>Productivité</b>							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960-73	1,36 %	1,51 %	1,76 %	2,11 %	2,50 %	3,82 %	6,35 %
1973-89	0,45 %	0,23 %	0,65 %	1,31 %	0,90 %	0,27 %	0,56 %
1973-95	0,41 %	0,01 %	0,23 %	0,83 %	0,62 %	0,17 %	0,45 %
1989-95	0,29 %	-0,59 %	-0,88 %	-0,45 %	-0,11 %	-0,10 %	0,18 %
1960-89	0,86 %	0,80 %	1,15 %	1,67 %	1,62 %	1,86 %	3,16 %
1960-95	0,76 %	0,57 %	0,80 %	1,30 %	1,32 %	1,53 %	2,65 %

TABLEAU 4

PRODUCTIVITÉ ET NIVEAUX DE PRODUCTION ET D'INTRANTS PAR HABITANT  
(É.-U. = 100,0 EN 1985)

<b>Production par habitant</b>							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960	55,6	43,1	37,5	29,2	32,9	22,7	17,3
1973	80,9	65,4	53,6	50,9	53,6	41,4	54,0
1989	109,7	96,7	70,8	70,6	75,6	63,7	83,3
1995	116,3	94,6	72,6	74,6	83,5	69,2	92,8
<b>Intrants par habitant</b>							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960	70,2	55,6	53,0	42,5	61,7	44,8	50,1
1973	85,6	69,4	60,1	56,3	72,5	49,7	68,6
1989	108,0	98,8	71,7	63,3	88,5	73,2	96,7
1995	112,5	100,1	77,5	68,7	98,5	80,1	106,7
<b>Productivité</b>							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960	79,2	77,5	70,9	68,8	53,4	50,7	34,5
1973	94,5	94,3	89,1	90,5	73,9	83,3	78,7
1989	101,6	97,9	98,8	111,5	85,4	87,0	86,1
1995	103,4	94,5	93,7	108,6	84,8	86,5	87,0

Le Japon a aussi été en tête du G-7 au niveau de la croissance de la quantité de facteurs de production par habitant pour la période 1960-1995 et pour celle avant 1973. L'Italie était chef de file pendant la sous-période 1973-1989, tandis que l'Allemagne a mené de 1989 à 1995. Rien ne semble indiquer un ralentissement de la croissance de la quantité de facteurs de production après 1973. Les différences enregistrées au niveau des taux de croissance de la quantité de facteurs de production sont largement inférieures à celles observées pour les taux de croissance de la production. Parmi les pays du G-7, le Japon a enregistré la meilleure croissance de la productivité pour l'ensemble de la période et avant 1973, tandis que la France a mené de 1973 à 1989. Tous les pays du G-7, à l'exception du Japon et des États-Unis, ont affiché une productivité négative après 1989. Au cours de cette période, la croissance de la productivité américaine a été légèrement supérieure à celle du Japon. Le tableau 4 indique les niveaux de production par habitant, de quantité de facteurs de production par habitant et la productivité par rapport au niveau américain de 1985.

Notre indice de qualité constante pour l'apport en capital pondère les stocks de capital pour chacune des catégories du tableau 1 par les prix de location définis comme étant une compensation par unité de capital. Par contre, un indice pour le stock de capital pondère différents types de facteurs de production en fonction du prix des actifs et non en fonction des prix de location appropriés pour l'apport en capital. Le ratio de l'apport en capital par rapport au stock de capital mesure la qualité moyenne d'une unité de capital telle que reflétée par le produit marginal, ce qui nous permet d'établir l'ampleur des différences entre l'indice de qualité constante de l'apport en capital et l'indice du stock de capital non pondéré utilisé par Kuznets et (1971) et Solow (1970).

Au tableau 6, nous présentons l'apport annuel en capital par habitant pour les pays du G-7 pour la période 1960-1995, exprimé en pourcentage du niveau américain de 1985. Les États-Unis étaient le chef de file mondial en matière d'apport en capital par habitant jusqu'en 1991, année où le Canada lui dérobo ce titre. Tous les pays ont affiché une croissance substantielle par rapport aux États-Unis, mais seul le Canada a dépassé le niveau américain. L'Allemagne a devancé les cinq autres pays durant toute la période, tandis que le Royaume-Uni est resté bon dernier, sauf entre 1962 et 1973 alors que le Japon occupait la dernière place.

Le stock de capital par habitant présente des similitudes avec l'apport en capital, mais il existe des différences importantes. Pour ce qui est du stock de capital, les États-Unis arrivaient premiers tout au long de la période. Par contre, le Canada a dépassé les États-Unis au niveau de l'apport en capital. Sur l'ensemble de la période, la France, l'Allemagne et l'Italie ont enregistré des stocks de capital similaires, mais l'Italie a été à la tête de ces trois pays en 1995. Le Japon et le Royaume-Uni ont également enregistré des niveaux similaires pour la période 1960-1995. Le Japon était dernier jusqu'en 1976, année où il a devancé le Royaume-Uni. Les niveaux de stocks de capital ne reflètent pas fidèlement les substitutions entre les intrants en capital qui accompagnent les investissements en actifs tangibles.

La qualité du capital est le ratio de l'apport en capital par rapport au stock de capital. La manière dont la qualité du capital se comporte met en évidence les différences entre l'indice de qualité constante de l'apport en capital et le stock de capital. L'Allemagne était chef de file mondial pour la qualité du capital pendant pratiquement toute la période 1960-1995, alors que les États-Unis étaient bons derniers. On observe, d'une part, des changements importants dans la qualité du capital à travers le temps et, d'autre part, des différences persistantes entre les pays. L'hétérogénéité de l'apport en capital de chaque pays et entre les pays devrait être prise en considération quand on compare les performances économiques.

Le tableau 5 résume la croissance de l'apport en capital, du stock de capital par habitant et de la qualité du capital pour les pays du G-7. Du côté de la croissance de l'apport en capital, l'Italie était première et les États-Unis derniers pour toute la période 1960-1995. On a pu enregistrer un léger ralentissement de la

croissance de l'apport en capital après 1973 ainsi qu'après 1989. Des ralentissements similaires ont été observés au niveau de la croissance du stock de capital. L'Italie était chef de file pour ce qui est de la croissance de la qualité du capital, tandis que le Japon arrivait dernier. Le tableau 6 présente les niveaux par habitant de stock de capital et d'apport en capital, ainsi que la qualité du capital par rapport au niveau américain de 1985.

TABLEAU 5

CROISSANCE DE L'APPORT EN CAPITAL ET DU STOCK DE CAPITAL PAR HABITANT,  
ET DE LA QUALITÉ DU TRAVAIL

<b>Apport en capital par habitant</b>							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960-73	2,32 %	3,03 %	3,34 %	5,15 %	6,00 %	6,20 %	2,93 %
1973-89	2,03 %	3,40 %	3,02 %	3,06 %	3,02 %	4,65 %	3,63 %
1973-95	1,68 %	2,98 %	2,82 %	2,82 %	2,95 %	4,23 %	3,51 %
1989-95	0,74 %	1,85 %	2,29 %	2,19 %	2,77 %	3,12 %	3,18 %
1960-89	2,16 %	3,24 %	3,17 %	4,00 %	4,36 %	5,34 %	3,32 %
1960-95	1,92 %	3,00 %	3,02 %	3,69 %	4,09 %	4,96 %	3,29 %
<b>Stock de capital par habitant</b>							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960-73	1,77 %	2,54 %	3,06 %	5,42 %	5,54 %	5,01 %	2,97 %
1973-89	1,28 %	2,73 %	2,68 %	3,17 %	2,63 %	3,52 %	3,94 %
1973-95	1,11 %	2,23 %	2,48 %	2,88 %	2,71 %	3,42 %	3,80 %
1989-95	0,64 %	0,91 %	1,94 %	2,08 %	2,92 %	3,15 %	3,42 %
1960-89	1,50 %	2,65 %	2,85 %	4,18 %	3,93 %	4,18 %	3,51 %
1960-95	1,35 %	2,35 %	2,69 %	3,82 %	3,76 %	4,01 %	3,49 %
<b>Qualité du capital</b>							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960-73	0,55 %	0,49 %	0,29 %	-0,27 %	0,46 %	1,19 %	-0,04 %
1973-89	0,75 %	0,67 %	0,35 %	-0,11 %	0,40 %	1,13 %	-0,32 %
1973-95	0,57 %	0,75 %	0,35 %	-0,05 %	0,25 %	0,81 %	-0,30 %
1989-95	0,09 %	0,95 %	0,34 %	0,10 %	-0,15 %	-0,03 %	-0,24 %
1960-89	0,66 %	0,59 %	0,32 %	-0,18 %	0,43 %	1,16 %	-0,19 %
1960-95	0,56 %	0,65 %	0,32 %	-0,14 %	0,33 %	0,95 %	-0,20 %

TABLEAU 6

NIVEAUX DE L'APPORT EN CAPITAL ET DU STOCK DE CAPITAL PAR HABITANT,  
ET DE LA QUALITÉ DU CAPITAL  
(É.-U. = 100,0 EN 1985)

<b>Apport en capital par habitant</b>							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960	58,5	41,7	21,0	24,0	26,0	17,1	21,6
1973	79,0	61,9	32,4	46,8	56,6	38,4	31,6
1989	109,4	106,7	52,6	76,4	91,9	80,7	56,4
1995	114,3	119,2	60,4	87,1	108,5	97,3	68,3

<b>Stock de capital par habitant</b>							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960	68,2	43,3	18,8	18,8	20,1	19,6	17,3
1973	85,8	60,3	28,0	38,1	41,3	37,5	25,4
1989	105,3	93,3	42,9	63,4	62,9	65,9	47,8
1995	109,4	98,5	48,2	71,8	74,9	79,6	58,7

<b>Qualité du capital</b>							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960	85,8	96,3	111,8	127,2	129,1	87,6	124,7
1973	92,1	102,7	116,1	122,8	137,1	102,2	124,1
1989	103,9	114,3	122,7	120,6	146,1	122,5	118,0
1995	104,5	121,0	125,2	121,3	144,8	122,2	116,3

Notre indice de qualité constante pour l'apport en main-d'œuvre pondère les heures travaillées pour chacune des catégories du tableau 2 par les taux de salaire tels que définis en termes de rémunération horaire du travail. Un indice des heures travaillées additionne différents types d'heures sans considérer les différences au niveau de la qualité. Le ratio de l'apport en main-d'œuvre par rapport aux heures travaillées mesure la qualité moyenne d'une heure de travail telle que reflétée par le produit marginal. Cet exercice nous permet d'évaluer l'ampleur des différences entre l'indice de qualité constante de l'apport en main-d'œuvre et l'indice non pondéré des heures travaillées que Kuznets (1971) et Solow (1970) utilisent.

Le tableau 8 présente l'apport annuel en main-d'œuvre par habitant pour les pays du G-7 pour la période 1960-1995, exprimé en pourcentage du niveau américain de 1985. Le Royaume-Uni était premier jusqu'à ce que le Japon occupe cette position en 1962. Les États-Unis ont devancé le Royaume-Uni en 1977, mais les

deux pays ont connu une croissance similaire jusqu'en 1995. Toutefois, les États-Unis ont conservé une légère avance pour l'essentiel de la période. La France s'est classée dernière parmi les pays du G-7 pendant presque toute la période, mais a devancé l'Italie de 1965 à 1979. Le Japon est demeuré chef de file mondial jusqu'en 1995 : le niveau japonais de l'apport en main-d'œuvre était de 33 % supérieur à celui du Royaume-Uni et des États-Unis, et de plus de 50 % supérieur au niveau français.

Les heures travaillées par habitant dressent un portrait similaire à celui de l'apport en main-d'œuvre, mais il demeure des différences importantes. Le Japon était premier au chapitre des heures travaillées pendant toute la période, tandis que l'Allemagne arrivait en tête des autres pays européens presque annuellement. Les États-Unis ont devancé la France en 1975 ainsi que l'Allemagne et le Royaume-Uni en 1977. Au début de la période, le Canada était dernier, mais a cédé sa place à l'Italie en 1965. L'Italie a occupé la dernière position jusqu'à ce que la France la lui dérobe en 1983 et la conserve jusqu'en 1995. Le nombre d'heures travaillées ne reflète pas fidèlement la substitution entre les types d'apport en main-d'œuvre qui accompagnent l'investissement en capital humain.

La qualité du travail est le ratio de l'indice de qualité constante de l'apport en main-d'œuvre par rapport à l'indice non pondéré des heures travaillées. La manière dont la qualité de la main-d'œuvre se comporte met l'accent sur les différences entre l'apport en main-d'œuvre et les heures travaillées. Le Canada, les États-Unis et le Royaume-Uni étaient premiers pour la qualité de la main-d'œuvre, laquelle a crû de manière similaire dans les trois pays jusqu'en 1995. La France était presque toujours au dernier rang du G-7 pour ce qui est de la qualité de la main-d'œuvre. On enregistre des changements importants dans la qualité de la main-d'œuvre à travers le temps, ainsi que des différences substantielles entre les pays. L'hétérogénéité doit être prise en considération lorsqu'on compare les croissances économiques.

Nous résumons au tableau 7 la croissance de l'apport en main-d'œuvre par habitant, la croissance des heures travaillées par habitant et celle de la qualité de la main-d'œuvre. Le Japon est arrivé en tête du G-7 pour ce qui est de la croissance de l'apport en main-d'œuvre pour la période 1960-1995 et avant 1973. Le Canada était le leader mondial pendant la sous-période 1973-1989, mais a été devancé par l'Allemagne à partir de 1989. Les États-Unis étaient premiers au niveau des heures travaillées pour l'ensemble de la période ainsi qu'après 1989. Toutefois, la première place a été occupée par le Japon avant 1973 et par l'Italie de 1973 à 1989. La croissance a été positive tout au long de la période pour le Japon et les États-Unis. Par contre, elle a été négative pour les quatre pays européens. Quant au Canada, il a connu une croissance tantôt positive, tantôt négative. La croissance dans la qualité de la main-d'œuvre a été positive pour l'ensemble du G-7, mais a connu un léger déclin après 1973 et une reprise après 1989. Le tableau 8 présente, par rapport au niveau américain de 1985, des données sur l'apport en main-d'œuvre, sur les heures travaillées par habitant et sur la qualité de la main-d'œuvre.

TABLEAU 7

CROISSANCE DE L'APPORT EN MAIN-D'ŒUVRE ET DES HEURES  
TRAVAILLÉES PAR HABITANT, ET DE LA QUALITÉ DE LA MAIN-D'ŒUVRE

<b>Apport en main-d'œuvre par habitant</b>							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960-73	1,05 %	0,69 %	-0,48 %	0,31 %	-1,20 %	-1,25 %	1,96 %
1973-89	1,14 %	1,31 %	-0,03 %	-0,82 %	0,13 %	1,21 %	1,13 %
1973-95	1,00 %	0,68 %	0,20 %	-0,41 %	0,34 %	0,97 %	0,98 %
1989-95	0,64 %	-1,01 %	0,80 %	0,68 %	0,90 %	0,34 %	0,60 %
1960-89	1,10 %	1,03 %	-0,23 %	-0,32 %	-0,47 %	0,11 %	1,50 %
1960-95	1,02 %	0,68 %	-0,05 %	-0,14 %	-0,23 %	0,15 %	1,35 %
<b>Heures travaillées par habitant</b>							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960-73	0,37 %	0,31 %	-1,01 %	-0,57 %	-1,53 %	-1,38 %	0,60 %
1973-89	0,56 %	0,69 %	-0,26 %	-1,41 %	-0,34 %	0,86 %	0,21 %
1973-95	0,44 %	0,03 %	-0,20 %	-1,24 %	-0,16 %	0,55 %	0,21 %
1989-95	0,13 %	-1,70 %	-0,02 %	-0,79 %	0,34 %	-0,27 %	0,21 %
1960-89	0,47 %	0,52 %	-0,60 %	-1,03 %	-0,87 %	-0,15 %	0,38 %
1960-95	0,42 %	0,14 %	-0,50 %	-0,99 %	-0,67 %	-0,17 %	0,35 %
<b>Qualité de la main-d'œuvre</b>							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960-73	0,68 %	0,38 %	0,53 %	0,88 %	0,32 %	0,13 %	1,36 %
1973-89	0,58 %	0,62 %	0,23 %	0,58 %	0,47 %	0,35 %	0,92 %
1973-95	0,56 %	0,64 %	0,39 %	0,83 %	0,50 %	0,42 %	0,78 %
1989-95	0,50 %	0,70 %	0,82 %	1,47 %	0,56 %	0,62 %	0,39 %
1960-89	0,62 %	0,51 %	0,37 %	0,72 %	0,40 %	0,25 %	1,12 %
1960-95	0,60 %	0,55 %	0,44 %	0,85 %	0,43 %	0,31 %	0,99 %

TABLEAU 8

NIVEAUX DE L'APPORT EN MAIN-D'ŒUVRE ET DES HEURES TRAVAILLÉES  
PAR HABITANT, ET DE LA QUALITÉ DE LA MAIN-D'ŒUVRE  
(É.-U. = 100,0 EN 1985)

<b>Apport en main-d'œuvre par habitant</b>							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960	77,8	69,0	95,5	60,5	98,6	66,6	91,2
1973	89,1	75,4	89,8	63,0	84,3	56,6	117,7
1989	107,0	93,0	89,3	55,2	86,1	68,7	141,0
1995	111,1	87,5	93,7	57,5	90,8	70,2	146,2

<b>Heures travaillées par habitant</b>							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960	91,1	80,4	110,2	105,0	120,4	89,2	134,4
1973	95,5	83,7	96,6	97,4	98,7	74,6	145,3
1989	104,5	93,4	92,7	77,8	93,5	85,5	150,2
1995	105,3	84,3	92,6	74,2	95,4	84,2	152,1

<b>Qualité de la main-d'œuvre</b>							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960	85,4	85,8	86,7	57,7	81,9	74,7	67,9
1973	93,3	90,1	92,9	64,7	85,4	75,9	81,0
1989	102,4	99,6	96,4	71,0	92,0	80,3	93,9
1995	105,5	103,8	101,3	77,5	95,2	83,4	96,1

À partir de l'information contenue dans le tableau 3, nous pouvons estimer l'importance relative de l'investissement et de la productivité dans la croissance par habitant pour les pays du G-7. Pour le Canada, le Royaume-Uni et les États-Unis, les investissements en actifs tangibles et en capital humain ont constitué des sources importantes de croissance pour la période 1960-1995. Nous pouvons attribuer à la productivité plus de la moitié de la croissance japonaise et un peu moins de 50 % de la croissance enregistrée par les pays européens (France, Allemagne, Italie et Royaume-Uni). Après 1973, la croissance de la production et celle de la productivité ont diminué dans les sept pays. Toutefois, comme la croissance des intrants n'a pas décliné, l'importance relative de la productivité a diminué considérablement.

De même, grâce aux données du tableau 5, nous pouvons combiner les estimations de la croissance de l'apport en capital, du stock de capital et de la qualité du capital de manière à évaluer l'importance des changements dans la qualité. La croissance de l'apport en capital est positive pour tous les pays pour la période 1960-1995 et pour les trois sous-périodes. La croissance dans la qualité du capital est positive pour l'ensemble de la période pour tous les pays du G-7, à l'exception de la France et du Japon. Bien que le stock de capital prédomine largement dans

la croissance de l'apport en capital, la qualité du capital est quantitativement significative si bien que l'hétérogénéité du capital doit être considérée au moment d'évaluer le rôle de l'investissement en actifs tangibles.

Finalement, à l'aide du tableau 7 nous pouvons combiner les estimations de la croissance de l'apport en capital, des heures travaillées et de la qualité de la main-d'œuvre pour déterminer l'importance des heures et de la qualité. La croissance de l'apport en main-d'œuvre est négative pour la période 1960-1995 en France, en Allemagne et au Royaume-Uni, et légèrement positive en Italie. La croissance des heures travaillées est essentiellement négative pour les quatre pays pour l'ensemble de la période. Toutefois, la croissance dans la qualité de la main-d'œuvre a contribué à annuler le déclin des heures travaillées, déclin enregistré en Europe. Pour le Canada, le Japon et les États-Unis, la qualité du travail domine dans la croissance de l'apport en main-d'œuvre de sorte que l'hétérogénéité de l'apport en main-d'œuvre est essentielle pour déterminer le rôle de l'investissement en capital humain.

TABLEAU 9

## TAUX DE CROISSANCE ET NIVEAU DE LA PRODUCTION

Taux de croissance							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960-73	4,11 %	4,99 %	3,28 %	5,28 %	4,60 %	5,29 %	9,95 %
1973-89	2,94 %	4,79 %	1,40 %	2,97 %	2,67 %	4,36 %	3,79 %
1973-95	2,83 %	2,98 %	2,15 %	2,28 %	1,85 %	2,18 %	3,31 %
1989-95	2,00 %	0,94 %	0,78 %	1,49 %	2,45 %	1,32 %	2,14 %
1960-89	3,43 %	4,26 %	2,50 %	3,77 %	3,25 %	4,03 %	6,39 %
1960-95	3,18 %	3,69 %	2,21 %	3,38 %	3,12 %	3,56 %	5,66 %

Niveau (en milliards de dollars américains de 1985)							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960	1 826	140	357	243	332	207	292
1973	3 115	268	547	482	603	412	1 066
1989	4 930	481	738	724	852	666	1 863
1995	5 560	509	773	791	987	721	2 118

Niveau (É.-U. = 100,0 en 1985)							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960	42,1	3,2	8,2	5,6	7,7	4,8	6,7
1973	71,9	6,2	12,6	11,1	13,9	9,5	24,6
1989	113,8	11,1	17,0	16,7	19,7	15,4	43,0
1995	128,3	11,7	17,8	18,3	22,8	16,6	48,9

TABLEAU 10

TAUX DE CROISSANCE ET NIVEAU DE LA POPULATION

Taux de croissance							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960-73	1,22 %	1,79 %	0,54 %	1,01 %	0,86 %	0,67 %	1,18 %
1973-89	1,00 %	1,22 %	0,01 %	0,47 %	-0,17 %	0,45 %	1,07 %
1973-95	0,94 %	1,20 %	0,20 %	0,51 %	0,11 %	0,22 %	0,61 %
1989-95	1,03 %	1,31 %	0,36 %	0,57 %	0,79 %	-0,07 %	0,33 %
1960-89	1,08 %	1,47 %	0,31 %	0,73 %	0,39 %	0,47 %	0,96 %
1960-95	1,07 %	1,44 %	0,32 %	0,70 %	0,46 %	0,38 %	0,85 %

Niveau							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960	180,8	17,9	52,4	45,7	55,4	50,2	93,3
1973	211,9	22,6	56,2	52,1	62,0	54,8	108,7
1989	247,3	27,4	57,4	56,4	62,1	57,5	123,1
1995	263,2	29,6	58,6	58,4	65,1	57,3	125,6

Niveau (É.-U. = 100,0 en 1985)							
Année	É.-U.	Canada	R.-U.	France	Allemagne	Italie	Japon
1960	75,8	7,5	22,0	19,2	23,2	21,1	39,1
1973	88,9	9,5	23,6	21,9	26,0	23,0	45,6
1989	100,0	10,9	23,8	23,2	25,6	24,0	50,6
1995	110,4	12,4	24,6	24,5	27,3	24,0	52,7

## 3. CONVERGENCE

La création d'un modèle de croissance économique a pour objectif d'expliquer de manière endogène les *sources* et les *utilisations* de la croissance. Le revenu national sert à déterminer les *utilisations* de la croissance à travers la consommation et l'épargne. Le concept d'une mesure économique du bien-être, introduit par William Nordhauss et James Tobin (1972), est la façon d'enrichir le revenu national pour pouvoir élargir les notions de consommation et d'épargne. Le PIB sert également de point de départ pour déterminer les *sources* de croissance économique, à savoir la croissance de la productivité, celle des investissements en actifs tangibles et en capital humain.

Denison (1967) a comparé les différences dans les taux de croissance du revenu national par personne employée pour la période 1950-1962 avec les différences de niveaux en 1960 pour les États-Unis et huit pays européens. Toutefois,

il a omis, d'une part, de séparer le rôle du compte de production de celui du revenu national et de l'apport en capital et en travail et, d'autre part, il a aussi omis de séparer le rôle du compte des revenus et dépenses et le revenu national, la consommation et l'épargne. D'un point de vue économique, cette pratique ignore la distinction entre les *sources* et les *utilisations* de la croissance économique.

Denison a comparé les différences de taux de croissance et de niveaux de revenu national par personne employée. L'ensemble des huit pays européens était caractérisé par une croissance plus rapide et un revenu national par habitant plus faible. Bien que cette association ne soit pas monotonique pour permettre des comparaisons entre chaque pays et les États-Unis, Denison a conclu que<sup>12</sup> :

« À part certaines aberrations au niveau du court terme, l'Europe devrait être en mesure d'afficher longtemps des taux de croissance plus élevés, tout au moins en ce qui a trait au revenu national par personne employée. Les Américains devraient s'y attendre et ne pas s'en inquiéter ».

Kuznets (1971) a effectué des comparaisons élaborées pour les 14 pays qu'il a étudiés. Contrairement à Denison (1967), il ne compare pas les niveaux. Maddison (1982) a comblé cette lacune en comparant les niveaux de produit national pour 16 pays<sup>13</sup>. À cette fin, il a utilisé les estimations des parités des pouvoirs d'achat réalisées par Irving Kravis, Alan Heston et Robert Summers (1978)<sup>14</sup>. On peut trouver des mises à jour de ces estimations dans des versions successives du *Penn World Table*. Elles ont permis de reconsidérer la question de la convergence de la production par habitant soulevée par Denison (1967)<sup>15</sup>.

Abramovitz (1986) a été le premier à relever le défi et à analyser la convergence de la production par habitant entre les 16 pays de Maddison. Son étude a montré qu'il y a convergence des niveaux de production dans la période d'après-guerre, mais non avant 1914 ni pendant l'entre-deux-guerres. Baumol (1986) a donné plus de rigueur à ces résultats en effectuant une régression du taux de croissance du PIB par heure travaillée de 1870-1979 sur le niveau du PIB par heure travaillée en 1870<sup>16</sup>. Un coefficient de régression négatif est la preuve d'une « beta-convergence » des niveaux de PIB.

12. Voir Denison (1967), surtout le chapitre 21, *The Sources of Growth and the Contrast between Europe and the United States*, p. 296-348.

13. Maddison a ajouté l'Autriche et la Finlande à la liste de Kuznets et a présenté des taux de croissance qui couvrent des périodes allant de 1820 à 1979. Maddison (1991, 1995) met à jour ces estimations jusqu'en 1992.

14. Pour plus de détails, voir Madisson (1982), p. 159-168. Les parités des pouvoirs d'achat ont d'abord été calculées pour les pays industrialisés par Gilbert et Kravis (1954), et par Gilbert (1958).

15. Une liste complète jusqu'à Mark 5 est disponible dans Summers et Heston (1991). Les résultats de Mark 6 sont résumés par la Banque Mondiale dans son *World Development Report 1993*.

16. Cette « régression de croissance » a engendré de nombreuses recherches. Elles sont résumées dans Levine et Renelt (1992), Baumol (1994), et Barro et Sala-i-Martin (1994). Plusieurs de ces recherches se basaient sur des versions successives du *Penn World Table*.

Dans une étude remarquable intitulée *Crazy Explanations for the Productivity Slowdown*, ce qui signifie « De folles explications pour le ralentissement de la productivité », Paul Romer (1987) a développé une nouvelle version de la régression de croissance à partir du modèle de croissance de Solow (1970) et de la fonction de production Cobb-Douglas. Romer a aussi complété les données nécessaires aux régressions de croissance. Il est passé des 16 pays choisis par Maddison (1982) aux 115 pays que Summers et Heston (1984) ont présenté dans le *Penn World Table (Mark 3)*. La principale découverte de Romer était qu'une estimation indirecte de l'élasticité de la fonction production Cobb-Douglas relativement au capital donne presque trois quarts. La part du capital dans la production implicite dans le modèle de Solow était, en moyenne, deux fois moins importante<sup>17</sup>.

Mankiw, David Romer et Weil (1992) ont entrepris la défense du cadre de travail néoclassique de Kuznets (1971) et Solow (1970). La portion empirique de leur étude est basée sur des données concernant 98 pays présentées par Summers et Heston (1988) dans le *Penn World Table (Mark 4)*. À l'instar de Paul Romer (1987), Mankiw, David Romer et Weil ont développé une équation de croissance à partir du modèle de Solow (1970). Toutefois, ils ont aussi élargi ce modèle en y intégrant l'investissement en capital humain.

Les résultats de Mankiw, David Romer et Weil (1992) ont fourni un support empirique pour le modèle plus élaboré de Solow. On y trouve des preuves évidentes de la convergence prédite par le modèle, modèle dans lequel la convergence dépend du ratio de l'investissement par rapport au PIB et du taux de croissance de la population. Ces deux facteurs sont des déterminants d'une production stable. De plus, l'estimation de l'élasticité de la fonction production Cobb-Douglas relativement au capital coïncide avec la part du capital dans la valeur de la production. Toutefois, le taux de convergence de la production par habitant était trop lent pour être cohérent avec la version de 1970 du modèle de Solow.

Islam (1995) a exploité une caractéristique importante des données de Summers-Heston(1988) qui avait été négligée dans les recherches empiriques précédentes, soit la comparaison des niveaux de produit national tous les cinq ans de 1960 à 1985. À l'aide des méthodes économétriques pour les données individuelles temporelles (ou données de *panel*), Islam a testé une hypothèse présente dans les régressions de croissance comme celles de Mankiw, David Romer et Weil. À l'instar de Paul Romer (1987), l'étude de ces derniers suppose des technologies identiques pour tous les pays de l'échantillon de Summer-Heston.

---

17. Malheureusement, l'apport en capital n'était pas compris dans les données Mark 3. Les découvertes empiriques de Romer ont généré de nombreux écrits théoriques dont on retrouve des résumés dans Lucas (1988) et, plus récemment, dans Grossman et Helpman (1991,1994), Romer (1994), Barro et Sala-i-Martin (1994), et Aghion et Howitt (1998). Les contributions importantes de Romer sont les rendements à l'échelle (Romer, 1986) et les retombées des changements technologiques (Romer, 1990).

L'existence de différences substantielles dans les niveaux de productivité entre les pays a été documentée par Denison (1967), Christensen, Cummings et Jorgenson (1981), et à la première section. L'introduction de techniques pour les données individuelles temporelles a permis à Islam de prendre ces différences en considération. Il a corroboré le résultat de Mankiw, David Romer et Weil (1992) selon lequel l'élasticité de la production relativement à l'apport en capital coïncide avec la part du capital dans la valeur de la production.

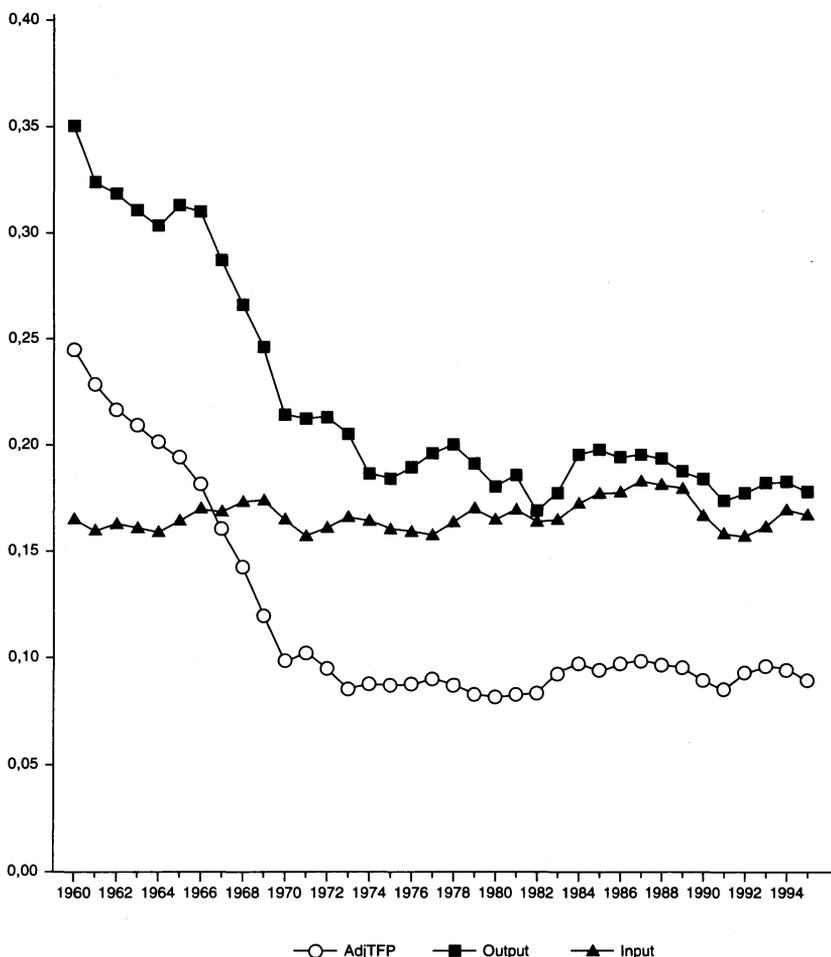
De plus, Islam (1995) a constaté que le taux de convergence de la production par habitant entre les pays de Summers-Heston (1988) pouvait appuyer la version non élaborée du modèle de Solow (1970). En résumé, « de folles explications » comme celles proposées par Paul Romer (1987, 1994) sont inutiles. De plus, contrairement à ce que suggèrent Mankiw, David Romer et Weil (1992), le modèle n'a pas besoin d'être développé. Toutefois, les différences enregistrées entre ces pays au niveau de la productivité doivent être prises en considération au moment de modéliser les différences dans les taux de croissance.

Islam (1995) conclut que le modèle de Solow constitue un point de départ approprié pour modéliser l'accumulation d'actifs tangibles. Si tel est le cas, il est inutile d'endogénéiser aussi l'investissement en capital humain. La logique derrière cette importante découverte empirique est que la transition vers une croissance équilibrée peut durer des décennies après avoir modifié des politiques qui affectent l'investissement en actifs tangibles comme, par exemple, les politiques fiscales. Par contre, la période de transition qui suit les modifications des politiques qui affectent l'investissement en capital humain peut durer jusqu'à un siècle.

Le graphique 1 présente pour chaque année entre 1960 et 1995 les coefficients de variation pour les niveaux de production et d'intrants par habitant, et de productivité pour les pays du G-7. Entre 1960 et 1974, le coefficient pour la production a diminué d'un facteur pratiquement équivalent à 2, mais est resté stable par la suite. Entre 1960 et 1970, le coefficient pour la productivité a diminué d'un facteur supérieur à 2 et s'est ensuite stabilisé. Le coefficient pour les intrants par habitant est resté pratiquement inchangé tout au long de la période. Lorsque l'on tient compte des différences (du type identifié par Islam) dans la productivité, cela constitue une preuve de la « sigma-convergence » de la production par habitant, des intrants par habitant et de la productivité que l'on retrouve dans la théorie néoclassique de la croissance avancée par Solow.

## GRAPHIQUE 1

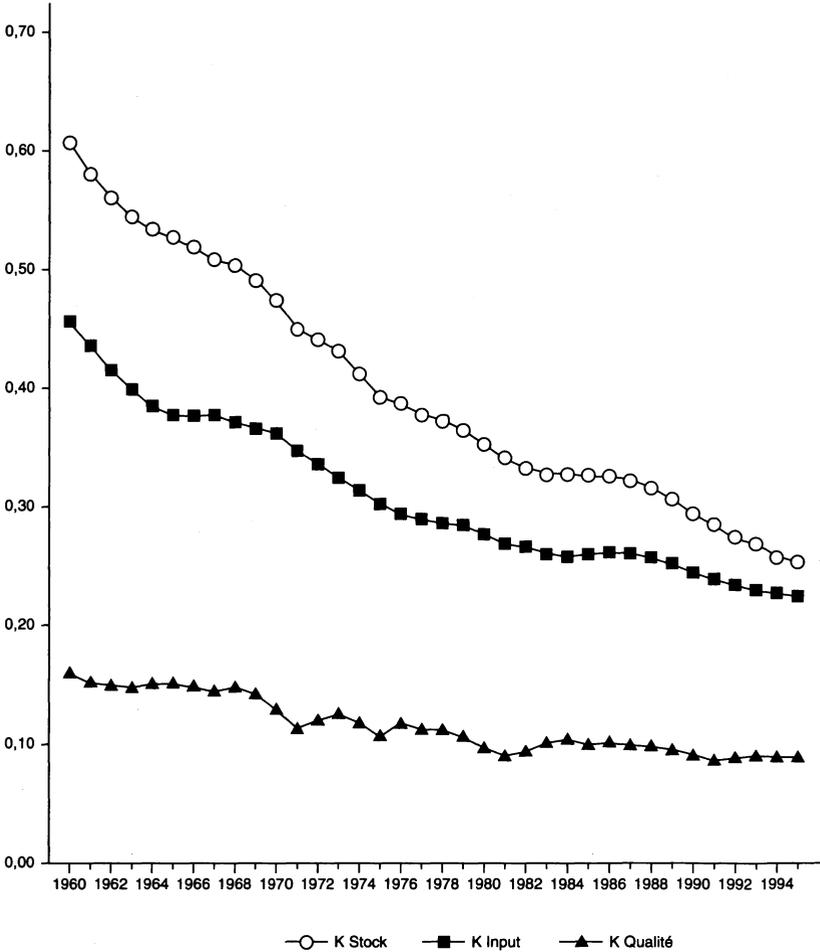
CONVERGENCE DE LA PRODUCTION ET DES INTRANTS PAR HABITANT,  
ET DE LA PRODUCTIVITÉ



Le graphique 2 présente des coefficients de variation pour les niveaux d'apport en capital et de stock de capital par habitant, ainsi que pour les niveaux de qualité du capital pour les pays du G-7. Les coefficients pour l'apport en capital déclinent graduellement à travers le temps. Les coefficients pour le stock de capital sont légèrement supérieurs à ceux de l'apport en capital, mais présentent le même comportement. Les coefficients pour la qualité du capital sont stables jusqu'en 1968 et diminuent à un niveau légèrement inférieur après 1971. Cela prouve la « sigma-convergence » sous-jacente au modèle de croissance de Solow avec des différences persistantes entre les pays en ce qui concerne les niveaux de qualité du capital.

GRAPHIQUE 2

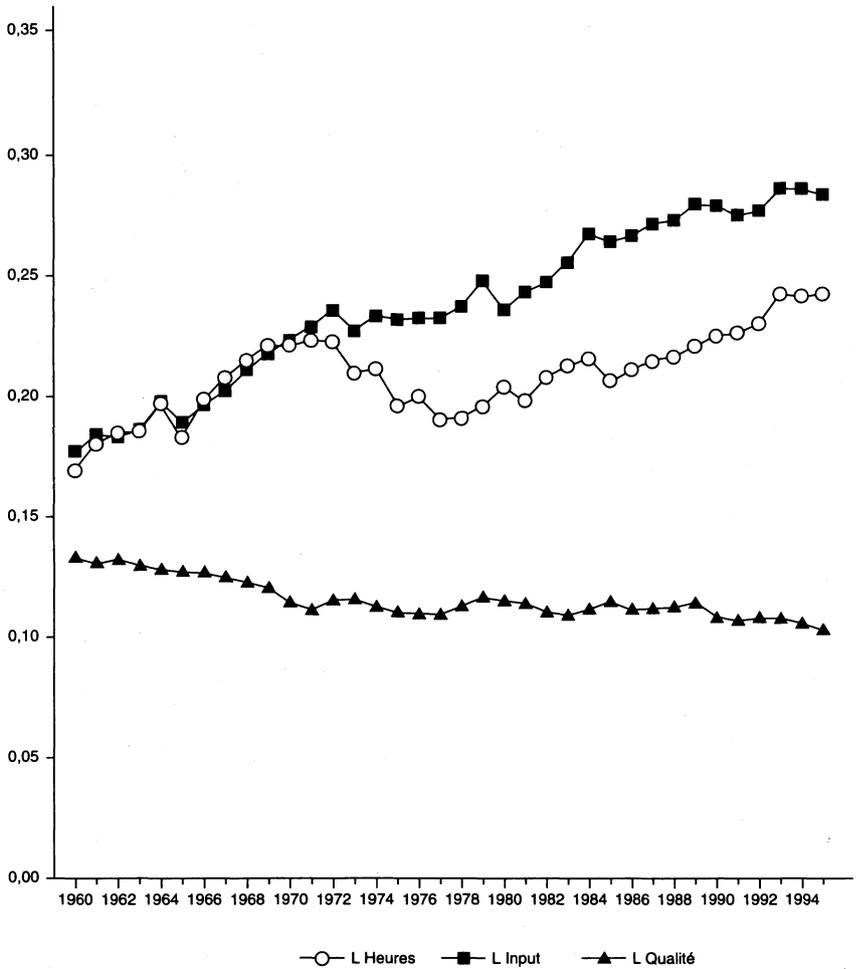
CONVERGENCE DE L'APPORT EN CAPITAL ET DU STOCK DE CAPITAL PAR HABITANT, ET DE LA QUALITÉ DU CAPITAL



Finalement, on retrouve au graphique 3 les coefficients de variation pour les niveaux d'apport en main-d'œuvre par habitant, pour les heures travaillées par habitant et pour la qualité de la main-d'œuvre pour le G-7. Les coefficients pour l'apport en main-d'œuvre augmentent graduellement. Les coefficients pour les heures travaillées augmentent lentement jusqu'en 1973, puis restent stables le reste de la période. Les coefficients pour la qualité de la main-d'œuvre diminuent graduellement. De nouveau, nous avons la preuve de « sigma-convergence » avec des différences persistantes au niveau de la qualité de la main-d'œuvre.

## GRAPHIQUE 3

CONVERGENCE DE L'APPORT EN MAIN-D'ŒUVRE ET DES HEURES TRAVAILLÉES  
PAR HABITANT, ET DE LA QUALITÉ DE LA MAIN-D'ŒUVRE



La sigma-convergence entre les pays du G-7 présentée dans les graphiques 1,2 et 3 est cohérente avec une nouvelle version du modèle néoclassique de croissance. Ce modèle est caractérisé par des différences internationales persistantes, mais stables en ce qui a trait à la productivité, à la qualité du capital, à la qualité de la main-d'œuvre et au nombre d'heures travaillées par habitant. Islam a montré qu'une version simplifiée du modèle, avec des différences constantes dans la productivité entre les pays, explique avec succès, et pour davantage de pays, les différences dans la croissance de la production par habitant entre 1960 et 1985.

#### 4. ENDOGÉNÉISER LA CROISSANCE

L'investissement est endogène dans un modèle néoclassique de croissance, tandis que la productivité est exogène. Solow (1957) limite sa définition de l'investissement aux actifs tangibles. Afin d'améliorer le pouvoir explicatif de la théorie de la croissance, il est nécessaire d'élargir le concept d'investissement pour y inclure le capital humain. Le mécanisme qui permet de traduire en croissance économique l'investissement effectué en éducation et en formation est bien compris. Une hausse de l'offre de main-d'œuvre spécialisée génère un flux de revenus de travail qui représente un rendement sur l'investissement en capital humain pouvant être internalisé par l'investisseur.

Des indices de qualité constante pour l'apport en main-d'œuvre constituent un préalable essentiel pour incorporer le capital humain dans un modèle empirique de croissance économique. Le produit marginal des travailleurs possédant des niveaux différents de scolarité ou de formation est utilisé pour pondérer le nombre d'heures de travail correspondant. Jorgenson et Fraumeni (1989) ont élargi le système comptable développé par Christensen et Jorgenson (1973) pour y inclure l'investissement en capital humain. L'objectif est essentiellement de traiter chaque Américain comme un actif humain dont le prix est déterminé par le revenu de travail qu'il sera en mesure de générer au cours de sa vie. Jorgenson et Fraumeni ont réalisé pour les États-Unis un système comptable pour le capital humain et non humain, sur une base annuelle et pour la période 1948-1984.

Dans un système comptable qui tient compte du capital humain, le taux de salaire correspondant au produit marginal peut être observé directement sur le marché du travail. Les revenus de travail de toute une vie jouent le rôle du prix de l'actif quand on considère la richesse humaine. Ces revenus sont obtenus en appliquant des équations de fixation du prix des actifs aux taux de salaires futurs après actualisation. Le prix des actifs tangibles peut être observé directement sur les marchés des biens d'investissement. Les équations de fixation du prix des actifs sont utilisées pour calculer les prix de location des services du capital. Ces prix de location correspondent au produit marginal des actifs tangibles.

Jorgenson et Fraumeni (1992b) ont développé une mesure de la production du secteur de l'éducation aux États-Unis. Alors que l'éducation appartient au secteur des services, sa production constitue un investissement en capital humain. L'investissement en éducation peut être mesuré à partir de l'impact qu'une scolarité plus élevée exerce sur les revenus qu'un individu pourra générer au cours de sa vie. Mesuré ainsi, l'investissement en éducation a un effet similaire à la valeur du temps de travail pour tous les individus appartenant à la population active.

Jorgenson et Fraumeni (1992a) ont mesuré les intrants utilisés par le secteur de l'éducation, en débutant par ceux achetés par les institutions d'enseignement. L'essentiel de la valeur de la production des institutions d'enseignement est accaparé par les étudiants à travers la hausse des revenus qu'ils généreront au cours de leur vie. Le temps consacré aux études est l'intrant le plus important qui entre dans le processus. Étant donné les dépenses des institutions d'enseignement et la valeur attribuée au temps consacré aux études, la croissance du secteur de l'éducation peut être attribuée à ses sources.

Une approche alternative employée par Schultz (1961), Machlup (1962), Nordhaus et Tobin (1972), et bien d'autres, consiste à appliquer la méthode de l'inventaire perpétuel de Goldsmith (1955-56) aux dépenses publiques et privées pour les services d'enseignement. Malheureusement, l'absence de mesure satisfaisante pour la production du secteur de l'éducation et le manque d'explications logiques pour la consommation de capital ont anéanti cette approche<sup>18</sup>.

Considérant les comptes pour le capital humain et non humain, Jorgenson et Fraumeni (1989) ont construit un système de comptes de revenus, de production et de richesses analogue à celui développé par Jorgenson et Christensen. Ces comptes accordent à la richesse humaine une valeur dix fois supérieure à la richesse non humaine, tandis que la valeur attribuée à l'investissement en capital humain est cinq fois plus importante que celle attribuée à l'investissement en actifs tangibles. L'investissement « total » réalisé par l'économie américaine correspond à la somme de ces deux types d'investissements. De plus, les activités réalisées à l'extérieur du marché du travail sont additionnées aux dépenses de consommation personnelle afin d'obtenir la consommation « totale ». La mesure du produit inclut ces nouvelles méthodes d'estimation de l'investissement et de la consommation.

Puisque le système comptable complet présentait un compte de production qui comprenait les mesures « totales » de l'apport en capital et en main-d'œuvre<sup>19</sup>, Jorgenson et Fraumeni ont été capables de générer une nouvelle série de comptes pour les *sources* de la croissance économique américaine. Le système incluait également un compte de revenus et dépenses qui comprenait aussi bien les revenus de travail obtenus sur le marché du travail que ceux obtenus à l'extérieur, et une répartition du revenu « total » entre la consommation et l'épargne. Ce système a fourni les bases pour les utilisations de la croissance économique américaine et une nouvelle mesure du bien-être économique. Un compte de richesse comprenant à la fois la richesse humaine et les actifs tangibles est venu compléter le système.

Jorgenson et Fraumeni ont agrégé la croissance du secteur de l'éducation et des autres secteurs de l'économie américaine afin d'obtenir une nouvelle mesure de la croissance économique des États-Unis. En combinant cela avec les mesures de la croissance des intrants, ils ont obtenu une nouvelle série de comptes pour les sources de la croissance. La productivité ne contribue pratiquement pas à la croissance du secteur de l'éducation et contribue modestement à la croissance de l'ensemble de l'économie. En effet, la productivité ne représente que 17 % de la croissance.

---

18. Pour plus de détails, voir Jorgenson et Fraumeni (1989).

19. Notre terminologie suit celle de la théorie de la répartition du temps énoncée par Becker (1965, 1993).

Rendre endogène l'investissement en éducation permet d'augmenter à 33 % le pouvoir explicatif de la théorie de la croissance économique. Toutefois, il est important d'insister sur le fait que la croissance est mesurée différemment. Le cadre de travail traditionnel de Kuznets (1971) et Solow (1970) exclut les activités hors marché telles que celles qui qualifient la majeure partie des investissements en éducation. L'intuition est familière à tous les professeurs, y compris ceux d'économie : ce que les étudiants font est bien plus important que ce que font les professeurs, même si le sujet à l'étude est la théorie de la croissance économique.

Il existe une troisième façon de concevoir la théorie de la croissance économique. Elle consiste à incorporer toutes les formes d'investissement en capital humain, y compris la scolarisation et l'éducation des enfants, et à considérer les nouveaux membres de la société. La fertilité peut devenir endogène si on utilise l'approche de Barro et Becker (1989) et Becker et Barro (1988). L'éducation des enfants peut aussi devenir endogène si les ménages constituent un secteur productif conformément au modèle du secteur de l'éducation présenté plus haut. Les résultats présentés par Jorgenson et Fraumeni (1989) montrent que cette procédure rendrait endogène 86 % de la croissance économique américaine. Le pouvoir explicatif augmente donc de façon significative, mais non considérable.

En principe, si on élargit le concept d'investissement de façon à inclure le capital intellectuel, l'investissement peut alors devenir endogène dans le cadre du modèle néoclassique de croissance économique. Par exemple, le BEA (1994) a produit un système satellite de comptes pour les activités de recherche et développement. Ce système est basé sur la méthode de l'inventaire perpétuel de Goldsmith (1955-56) appliquée aux dépenses publiques et privées. Malheureusement, cette approche est sujette aux mêmes restrictions que celles qui s'appliquent à l'approche du capital humain de Schultz (1961) et Machlup (1962). Le système satellite du BEA n'a pas survécu en raison de l'absence de mesure satisfaisante pour la production des activités de recherche et développement et du manque de rationalité pour la consommation de capital.

Le modèle standard de l'investissement en nouvelle technologie, formulé par Griliches (1973), est basé sur une fonction de production qui tient compte des intrants issus du capital humain accumulé grâce à l'investissement en recherche et développement. Tout comme les actifs tangibles de la section 1, le capital intellectuel est considéré comme un facteur de production. Bronwyn Hall (1993) a déterminé ce que ce modèle signifie en termes de détermination de prix pour les services rendus par le capital humain et d'évaluation des actifs sous forme de capital intellectuel.

Le modèle où l'on considère le capital comme un facteur de production, présenté pour la première fois par Jorgenson (1963), a été appliqué avec succès aux actifs tangibles et au capital humain. Toutefois, pour être en mesure d'appliquer ce modèle au capital intellectuel, il faut un système de comptes qui comprenne des équations non seulement pour les stocks de recherche et développement, mais aussi pour la fixation du prix des actifs. Ces équations sont essentielles pour

séparer la réévaluation de la propriété intellectuelle due aux changements de prix dans le temps, de la dépréciation de cette propriété due au vieillissement. Cet exercice est nécessaire pour mesurer l'apport en capital intellectuel et son produit marginal.

La disparition de la croissance de la productivité dans les pays du G-7 montrée dans cette étude constitue un défi sérieux pour les théories de la croissance basées sur les externalités, comme celles de Lucas (1988) et Romer (1986, 1990). Les externalités sont devenues relativement moins importantes au cours de la période à l'étude, ce qui a eu pour conséquence de faire augmenter, et non de réduire, le pouvoir explicatif de la nouvelle version de la théorie néoclassique de la croissance économique que nous avons identifiée.

Au point où nous en sommes, nous ne pouvons que spéculer sur l'identification des externalités qui ont contribué à la croissance économique passée des pays du G-7. Toutefois, il est urgent de définir plus largement l'investissement afin de permettre des stratégies de croissance davantage tournées vers l'avenir. Les politiques gouvernementales destinées à canaliser les externalités doivent être remplacées par l'attribution de droits de propriété et par la conception de systèmes de prix appropriés permettant de décentraliser les décisions d'investissement entre les agents du secteur privé. Cette stratégie nécessitera qu'une attention particulière soit accordée aux motivations des investisseurs en actifs tangibles, en capital humain et en propriété intellectuelle.

## ANNEXE

## SOURCES DE DONNÉES

**Canada.** Les données sur le PIB nominal et réel, sur la production du gouvernement central et les subventions sont disponibles dans *Les Comptes nationaux des revenus et dépenses* de Statistique Canada. Les heures travaillées et l'emploi proviennent de plusieurs sources, incluant le *Recensement*, *l'Enquête sur la population active*, *La division Intrants-Extrants* et la *Revue historique de la population active*. La rémunération du travail par sexe et par niveau de scolarité atteint est calculée à l'aide des données du recensement sur les salaires et les revenus par travailleur. Pour les années sans recensement, les estimations ont été obtenues par interpolation. Les données sur le stock de capital sont disponibles dans *Les Comptes nationaux des revenus et dépenses* et dans la section des flux financiers du bilan national.

**France.** Les données sur le PIB nominal et réel, sur la production du gouvernement central, sur les taxes indirectes et sur les subventions sont disponibles dans *Les Comptes Nationaux*, *Le Mouvement économique en France* (pour 1949-1979), et dans *Comptes et Indicateurs économiques 1996*, publié par l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques (INSEE). Les données sur l'emploi par sexe et par niveau de scolarité atteint sont disponibles dans *L'Enquête de l'Emploi et de la Population Active*, *Emploi et Chômage* depuis 30 ans, tous deux publiés par l'INSEE. Les données sur les semaines de travail moyennes et les heures hebdomadaires travaillées par sexe et par emploi se trouvent dans *Eurostats Labour Force Sample Survey* pour toutes les années jusqu'en 1985 et sur demande spéciale auprès d'Eurostats à partir de 1985. *La croissance économique française* de Carre, Dubois et Malinvaud présente des données sur les heures travaillées annuellement dans les années 1960. Pour ce qui est de la rémunération, *L'Enquête sur l'emploi*, *L'Enquête sur la Formation et la Qualification Professionnelle*, les *Comptes Nationaux*, et *Le Mouvement Économique en France* contiennent des données sur les salaires pour diverses catégories. Les données sur le stock de capital peuvent être obtenues dans les publications de l'INSEE, à savoir les *Comptes de Patrimoine*, les *Comptes Nationaux*, les *Comptes et Indicateurs Économiques*, et dans les comptes nationaux de l'OCDE, volume II. Les dépenses des consommateurs en biens durables sont disponibles dans la publication de l'INSEE intitulée *La Consommation des ménages*.

**Allemagne.** Les données sur le PIB nominal et réel, sur la production du gouvernement central, sur les taxes indirectes et sur les subventions sont disponibles dans *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen (VGR) and Statistisches Jahrbuch*. Les données sur l'emploi peuvent être obtenues dans *VGR, Beruf Ausbildung und Arbeitsbedingungen* (pour les années plus récentes), *Wirtschaft und Statistik*, et dans *Stand und Entwicklung der Erwerbstätigkeit* qui contient les résultats annuels des micro-recensements allemands, une enquête auprès des ménages similaires à la *Current Population Survey* réalisée aux États-Unis. Les revenus de travail sont disponibles dans le *Luxembourg Income Study (LIS)*. La plupart des

séries sur le stock de capital sont disponibles dans *VGR*, et les dépenses en biens de consommation durables le sont dans *Einkommens und Verbrauchsstichprobe* et dans *Laufende Wirtschaftsrechnungen*.

**Italie.** Les données sur le PIB nominal et réel, sur la production du gouvernement central, sur les taxes indirectes et sur les subventions sont disponibles dans le *Annuario di Contabilita Nazionale*, et dans le *Conti Economici Nazionali*. Les données sur l'emploi sont disponibles dans *Statistiche del Lavoro* et dans le *Rilevazione delle Forze di Lavoro*. Les heures travaillées se trouvent dans le *Rilevazione di Lavoro*. Le recensement, *Censimenti*, contient des données sur l'emploi et les heures dans plusieurs catégories pour les années 1961, 1971, 1981 et 1991. Les données sur la rémunération du travail proviennent du *Luxembourg Income Study*. Les données sur le stock de capital sont disponibles auprès de la *Confindustria*. Dans une étude menée par Alberto Heimler, Gennaro Zezza du Centro Studi Confindustria a fourni les estimations pour les inventaires totaux des entreprises en monnaie de 1985.

**Japon.** Les données sur le PIB nominal et réel, sur la production du gouvernement central, sur les taxes indirectes et sur les subventions sont disponibles dans *The National Economic Accounts*, publié par l'Agence de planification économique. Les sources de données pour le nombre de travailleurs sont le recensement du Japon, le rapport sur l'enquête sur la population active, et l'enquête de base sur la structure des salaires. Masahiro Kuroda de la Keio University a fourni les données sur le stock de capital.

**Royaume-Uni.** Les données sur le PIB nominal et réel, sur la production du gouvernement central, sur les taxes indirectes et sur les subventions sont disponibles dans le *Blue Book* publié par le *Central Statistical Office (CSO)*. L'emploi par sexe et par type d'emploi sont disponibles dans la *Employment Gazette, Historical Supplement No. 2* et dans le *Employment and Earning* publié par le *U.K. Department of Employment*, et sur demande spéciale auprès de *Quantime*. Les données sur l'emploi auprès du gouvernement central sont fournies par *Economic Trends*, publié par *CSO*. Les données sur la semaine de travail moyenne et sur les heures travaillées hebdomadairement, par sexe et par type d'emploi, sont disponibles dans *Eurostats Labour Force Sample Survey* jusqu'en 1985, et sur demande spéciale par la suite. Les données sur le stock de capital sont disponibles dans le *Blue Book* et dans le *Annual Abstract of Statistics and Inland Revenue Statistics*.

**États-Unis.** Les données sur le PIB nominal et réel, sur la production du gouvernement central, sur les taxes indirectes et sur les subventions sont disponibles dans le *US National Income and Product Accounts* publié par le *Bureau of Economic Analysis*. Les heures travaillées et l'emploi sont disponibles dans le recensement de la population et dans le *Current Population Survey* publiés par le *Bureau of Census*. La rémunération du travail par sexe et par niveau de scolarité atteint est calculée à partir du recensement en additionnant les bénéfiques marginaux aux données sur les salaires et les revenus d'emplois par personne au travail.

Les données sur le stock de capital sont, d'une part, fourni par le *Bureau of Economic Analysis* et, d'autre part, elles sont disponibles dans le Bilan national publié par le *Board of Governors of the Federal Reserve System*. Jorgenson (1990) fournit davantage de détails.

**Autres sources de données.** Les données sur les crédits fiscaux à l'investissement, sur les taux marginaux moyens d'impôt sur les entreprises pour le Canada, le Royaume-Uni, la France, l'Allemagne et l'Italie sont fournies par Julian Alworth. Dans la récente publication intitulée *Taxing Profits in a Changing World*, l'*Institute for Fiscal Studies* a aussi fourni les taux statutaires et la valeur actuelle nette des allocations pour immeubles et biens d'équipement pour les années 1979 à 1994. La publication de l'OCDE ayant pour titre *Labour Force Statistics* contient les données sur la population de 1976 à 1996. Dougherty (1992) fournit davantage de détails.

## BIBLIOGRAPHIE

- ABRAMOVITZ, MOSES (1956), « Resources and Output Trends in the United States since 1870 », *American Economic Review*, vol. 46, no 2 : 5-23.
- ABRAMOVITZ, MOSES (1986), « Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind », *Journal of Economic History*, vol. 46, no 2 : 385-406.
- AGHION, PHILIPPE, et PETER HOWITT (1998), *Endogenous Growth Theory*, Cambridge, The MIT Press.
- BANQUE MONDIALE (1994), *World Development Report 1993*, Washington, World Bank.
- BARRO, ROBERT J., et GARY S. BECKER (1989), « Fertility Choice in a Model of Economic Growth », *Econometrica*, vol. 7, no 2 : 481-502.
- BARRO, ROBERT J., et XAVIER SALA-I-MARTIN (1994), *Economic Growth*, New York, McGraw-Hill.
- BAUMOL, WILLIAM J. (1986), « Productivity Growth, Convergence, and Welfare », *American Economic Review*, vol. 76, no 5 : 1072-1085.
- BAUMOL, WILLIAM J. (1994), « Multivariate Growth Patterns: Contagion and Common Forces as Possible Sources of Convergence », in WILLIAM J. BAUMOL, RICHARD R. NELSON, et EDWARD N. WOLFF (éds), *Convergence of Productivity*, New York, Oxford University Press, p. 62-85.
- BECKER, GARY S. (1965), « A Theory of the Allocation of Time », *Economic Journal*, vol. 75, no 296 : 493-517.
- BECKER, GARY S. (1993), *Human Capital*, troisième édition, Chicago, University of Chicago Press (première éd., 1964; deuxième éd., 1975).
- BECKER, GARY S., et ROBERT J. BARRO (1988), « A Reformulation of the Economic Theory of Fertility », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 103, no 1 : 1-25.
- BUREAU OF ECONOMIC ANALYSIS (1994), « A Satellite Account for Research and Development », *Survey of Current Business*, vol. 74, no 11 : 37-71.
- BUREAU OF ECONOMIC ANALYSIS (1995), « Preview of the Comprehensive Revision of the National Income and Product Accounts: Recognition of Government Investment and Incorporation of a New Methodology for Calculating Depreciation », *Survey of Current Business*, vol. 75, no 9 : 33-41.
- BUREAU OF LABOR STATISTICS (1983), *Trends in Multifactor Productivity*, Bulletin 2178, Washington, U.S. Department of Labor.
- BUREAU OF LABOR STATISTICS (1993), *Labor Composition and U.S. Productivity Growth, 1948-90*, Bulletin 2426, Washington, U.S. Department of Labor.
- CHRISTENSEN, LAURITS R., et DALE W. JORGENSON, (1969), « The Measurement of U.S. Real Capital Input, 1929-1967 », *Review of Income and Wealth*, Série 15, no 4 : 293-320.
- CHRISTENSEN, LAURITS R., et DALE W. JORGENSON, (1970), « U.S. Real Product and Real Factor Input, 1929-1967 », *Review of Income and Wealth*, Série 16, no 1 : 19-50.

- CHRISTENSEN, LAURITS R., et DALE W. JORGENSON, (1973), « Measuring Economic Performance in the Private Sector », dans M. MOSS (éd.), *The Measurement of Economic and Social Performance*, p. 233-338.
- CHRISTENSEN, LAURITS R., DIANNE CUMMINGS, et DALE W. JORGENSON (1980), « Economic Growth, 1947-1973: An International Comparison », dans J. W. KENDRICK, et B. VACCARA (1980) (éds), *New Developments in Productivity Measurement and Analysis*, p. 595-698.
- CHRISTENSEN, LAURITS R., DIANNE CUMMINGS, et DALE W. JORGENSON (1981), « Relative Productivity Levels: 1947-1973 », *European Economic Review*, vol. 16, no 1 : 61-94.
- DENISON, EDWARD F. (1967), *Why Growth Rates Differ*, Washington, The Brookings Institution.
- DOUGHERTY, CHRYS (1992), « A Comparison of Productivity and Economic Growth in the G-7 Countries », doctoral dissertation, Harvard University.
- DOUGHERTY, CHRYS, et DALE W. JORGENSON (1996), « International Comparisons of the Sources of Economic Growth », *American Economic Review*, vol. 86, no 2 : 25-29.
- DOUGHERTY, CHRYS, et DALE W. JORGENSON (1997), « There Is No Silver Bullet: Investment and Growth in the G7 », *National Institute Economic Review*, no 162 : 57-74.
- DOUGLAS, PAUL H. (1948), « Are There Laws of Production? », *American Economic Review*, vol. 38, no 1 : 1-41.
- FRAUMENI, BARBARA M. (1997), « The Measurement of Depreciation in the U.S. National Income and Wealth Accounts », *Survey of Current Business*, vol. 77, no 7 : 7-23.
- GOLDSMITH, RAYMOND (1955-56), *A Study of Saving in the United States*, 3 vols, Princeton, Princeton University Press.
- GOLDSMITH, RAYMOND (1962), *The National Wealth of the United States in the Postwar Period*, New York, National Bureau of Economic Research.
- GORDON, ROBERT J. (1990), *The Measurement of Durable Goods Prices*, Chicago, University of Chicago Press.
- GREENWOOD, JEREMY, ZVI HERCOWITZ, et PER KRUSSELL (1997), « Long-Run Implications of Investment-Specific Technological Change », *American Economic Review*, vol. 87, no 3 : 341-362.
- GRILICHES, ZVI (1960), « Measuring Inputs in Agriculture: A Critical Survey », *Journal of Farm Economics*, vol. 40, no 5 : 1398-1427.
- GRILICHES, ZVI (1973), « Research Expenditures and Growth Accounting », dans B. WILLIAMS (éd.), *Science and Technology in Economic Growth*, London, Macmillan, p. 59-95.
- GRILICHES, ZVI (1992), « The Search for R&D Spillovers », *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 94 : 29-47.

- GRILICHES, ZVI (1995), « R&D and Productivity: Econometric Results and Measurement Issues », dans P. STONEMAN (éd.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Oxford, Basil Blackwell, p. 52-89.
- GROSSMAN, GENE M., et ELHANAN HELPMAN (1991), *Innovation and Growth*, Cambridge, The MIT Press.
- GROSSMAN, GENE M., et ELHANAN HELPMAN (1994), « Endogenous Innovation in the Theory of Growth », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 8, no 1 : 23-44.
- HALL, BRONWYN H. (1993), « Industrial Research in the 1980s: Did the Rate of Return Fall? », *Brookings Papers on Economic Activity: Microeconomics*, vol. 2 : 289-331.
- HALL, ROBERT E. (1971), « The Measurement of Quality Change from Vintage Price Data », dans Z. GRILICHES (éd.), *Price Indexes and Quality Change*, Cambridge, Harvard University Press, p. 240-271.
- HALL, ROBERT E., et CHARLES I. JONES (1999), « Why Do Some Countries Produce so Much More Output per Worker than Others? », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 114, no 1 : 83-116.
- HALL, ROBERT E., et DALE W. JORGENSON (1967), « Tax Policy and Investment Behavior », *American Economic Review*, vol. 57, no 3 : 391-414.
- HALL, ROBERT E., et DALE W. JORGENSON (1969), « Tax Policy and Investment Behavior: Reply and Further Results », *American Economic Review*, vol. 59, no 3 : 388-401.
- HALL, ROBERT E., et DALE W. JORGENSON (1971), « Applications of the Theory of Optimal Capital Accumulation », dans G. FROMM (éd.), *Tax Incentives and Capital Spending*, Amsterdam, North-Holland, p. 9-60.
- HO, MUN S., et DALE W. JORGENSON (1999), « *The Quality of the U.S. Work Force, 1948-95* », Harvard University, Department of Economics.
- HULTEN, CHARLES R., et FRANK C. WYKOFF (1982), « The Measurement of Economic Depreciation », in C. R. HULTEN (éd.), *Depreciation, Inflation and the Taxation of Income from Capital*, p. 81-125.
- INTER-SECRETARIAT WORKING GROUP ON NATIONAL ACCOUNTS (1993), *System of National Accounts 1993*, New York, United Nations, p. 379-406.
- ISLAM, NASRUL (1995), « Growth Empirics », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 110, no 4 : 1127-1170.
- JORGENSON, DALE W. (1963), « Capital Theory and Investment Behavior », *American Economic Review*, vol. 53, no 2 : 247-259.
- JORGENSON, DALE W. (1966), « The Embodiment Hypothesis », *Journal of Political Economy*, vol. 74, no 1 : 1-17.
- JORGENSON, DALE W. (1967), « The Theory of Investment Behavior », dans R. FERBER (éd.), *Determinants of Investment Behavior*, New York, Columbia University Press, p. 247-59.
- JORGENSON, DALE W. (1990), « Productivity and Economic Growth », dans E. R. BERNDT et J. TRIPLETT (éds), *Fifty Years of Economic Measurement*, Chicago, University of Chicago Press, p. 19-118.

- JORGENSON, DALE W. (1996), « Empirical Studies of Depreciation », *Economic Inquiry*, vol. 34, no 1 : 24-42.
- JORGENSON, DALE W., et BARBARA M. FRAUMENI (1989), « The Accumulation of Human and Nonhuman Capital, 1948-1984 », dans R. E. LIPSEY et H. S. TICE (éds), *The Measurement of Saving, Investment, and Wealth*, Chicago, University of Chicago Press, p. 227-282.
- JORGENSON, DALE W., et BARBARA M. FRAUMENI (1992a), « Investment in Education and U.S. Economic Growth », *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 94, Supplément : 51-70.
- JORGENSON, DALE W., et BARBARA M. FRAUMENI (1992b), « The Output of the Education Sector », dans Z. GRILICHES (éd.), *Output Measurement in the Services Sector*, Chicago, University of Chicago Press, p. 303-338.
- JORGENSON, DALE W., FRANK M. GOLLOP, et BARBARA M. FRAUMENI (1987), *Productivity and U.S. Economic Growth*, Cambridge, Harvard University Press.
- JORGENSON, DALE W., et ZVI GRILICHES (1967), « The Explanation of Productivity Change », *Review of Economic Studies*, vol. 34, no 99 : 249-280.
- KRAVIS, IRVING B., ALAN HESTON, et ROBERT SUMMERS (1978), *International Comparisons of Real Product and Purchasing Power*, Baltimore, Johns Hopkins University Press.
- KUZNETS, SIMON (1961), *Capital in the American Economy*, Princeton, Princeton University Press.
- KUZNETS, SIMON (1971), *Economic Growth of Nations*, Cambridge, Harvard University Press.
- LEVINE, ROSS, et DAVID RENELT (1992), « A Sensitivity Analysis of Cross-Country Regressions », *American Economic Review*, vol. 82, no 4 : 942-963.
- LUCAS, ROBERT E. (1988), « On The Mechanics of Economic Development », *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, no 1 : 2-42.
- MACHLUP, FRITZ (1962), *The Production and Distribution of Knowledge in the United States*, Princeton, Princeton University Press.
- MADDISON, ANGUS (1982), *Phases of Capitalist Development*, Oxford, Oxford University Press.
- MADDISON, ANGUS (1991), *Dynamic Forces in Capitalist Development*, Oxford, Oxford University Press.
- MADDISON, ANGUS (1995), *Monitoring the World Economy*, Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development.
- MANKIW, N. GREGORY, DAVID ROMER, et DAVID WEIL (1992), « A Contribution to the Empirics of Economic Growth », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 107, no 2 : 407-437.
- MINCER, JACOB (1974), *Schooling, Experience, and Earnings*, New York Columbia University Press.
- NATIONS UNIES (1968), *A System of National Accounts*, New York, United Nations.

- NORDHAUS, WILLIAM D., et JAMES TOBIN (1972), « Is Growth Obsolete? », New York, National Bureau of Economic Research; reproduit dans M. MOSS (éd.), *The Measurement of Economic and Social Performance*, New York, Columbia University Press, 1973, p. 509-532.
- ROMER, PAUL (1986), « Increasing Returns and Long-Run Growth », *Journal of Political Economy*, vol. 94, no 5 : 1 002-1 037.
- ROMER, PAUL (1987), « Crazy Explanations for the Productivity Slowdown », dans Stanley FISCHER (éd.), *NBER Macroeconomics Annual*, Cambridge, The MIT Press, p. 163-201.
- ROMER, PAUL (1990), « Endogenous Technological Change », *Journal of Political Economy*, vol. 98, no 5, Partie 2 : S71-S102.
- ROMER, PAUL (1994), « The Origins of Endogenous Growth », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 8, no 1 : 3-20.
- SAMUELSON, PAUL A. (1961), « The Evaluation of 'Social Income': Capital Formation and Wealth », dans F. A. LUTZ et D. C. HAGUE (éds), *The Theory of Capital*, London, Macmillan, p. 32-57.
- SCHULTZ, THEODORE W. (1961), « Investment in Human Capital », *American Economic Review*, vol. 51, no 1 : 1-17.
- SOLOW, ROBERT M. (1956), « A Contribution to the Theory of Economic Growth », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, no 1 : 65-94.
- SOLOW, ROBERT M. (1957), « Technical Change and the Aggregate Production Function », *Review of Economics and Statistics*, vol. 39, no 3 : 312-320.
- SOLOW, ROBERT M. (1959), « Investment and Technical Progress », dans K. J. ARROW, S. KARLIN, et P. SUPPES (éds), *Mathematical Methods in the Social Sciences*, Stanford, Stanford University Press, p. 89-104.
- SOLOW, ROBERT M. (1992), *Growth Theory*, 2<sup>e</sup> éd., New York, Oxford University Press (première éd., 1970).
- STONE, RICHARD (1992), « The Accounts of Society », in K.-G. MALER (éd.), *Nobel Lectures: Economic Sciences, 1981-1990*, p. 115-139.
- SUMMERS, ROBERT, et ALAN HESTON (1984), « Improved International Comparisons of Real Product and its Composition: 1950-1980 », *Review of Income and Wealth*, Series 30, no 1 : 1-25.
- SUMMERS, ROBERT, et ALAN HESTON (1988), « A New Set of International Comparisons of Real Product and Price Levels: Estimates for 130 Countries, 1950-1985 », *Review of Income and Wealth*, Série 34, no 1 : 19-26.
- SUMMERS, ROBERT, et ALAN HESTON (1991), « The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons, 1950-1988 », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 106, Issue 2 : 327-368.
- TINBERGEN, JAN (1959), « On the Theory of Trend Movements », dans JAN TINBERGEN, *Études choisies*, Amsterdam, North-Holland, p. 182-221 (traduit de « Zur Theorie der Langfristigen Wirtschaftsentwicklung », *Weltwirtschaftliches Archiv*, Band 55, Nu. 1, 1942, p. 511-549).
- TRIPLETT, JACK (1996), « Measuring the Capital Stock: A Review of Concepts and Data Needs », *Economic Inquiry*, vol. 34, no 1 : 36-40.