

# LA MESURE DES STOCKS DE CAPITAL, DES SERVICES DU CAPITAL ET DE LA PRODUCTIVITÉ MULTIFACTORIELLE

Paul Schreyer

## TABLE DES MATIÈRES

Introduction .....	186
Services du capital – cadre conceptuel .....	186
Fonction de production .....	187
Mesure du stock productif et des services du capital avec des profils géométriques .....	188
Stock net de capital (richesse) .....	191
Mesure du stock productif et des services du capital avec des profils hyperboliques .....	192
Services du capital – Résultats.....	196
Mesures des services du capital et de la productivité multifactorielle .....	201
Conclusions.....	203
Notes .....	204
Bibliographie .....	205
<i>Annexe</i> : Méthodologie de l'OCDE .....	207

---

L'auteur, qui est chef de la Division des prix et des activités d'ouverture de la direction des statistiques, remercie MM. Dirk Pilat et Joaquim Oliveira Martins pour les observations judicieuses qu'ils ont faites sur une version préliminaire du présent article.

---

## INTRODUCTION

Les mesures de la productivité revêtent une importance primordiale pour l'estimation de la croissance économique. Les mesures de la productivité multifactorielle (ou productivité totale des facteurs) ou de la productivité du capital sont tributaires de la disponibilité de séries statistiques sur les prix et les quantités de services du capital qui entrent dans le processus de production. Deux manuels publiés par l'OCDE, *Mesurer la productivité* (2001) et *La mesure du capital* (2001), ont décrit le concept et la mesure des services du capital et leur rapport avec les mesures des stocks brut et net de capital, qui sont plus courantes. Les deux manuels recommandent très clairement que les indices de volume des services du capital constituent la mesure applicable au facteur capital pour l'analyse de l'activité et de la production. Malheureusement, seuls quelques pays ont jusqu'à présent produit des séries chronologiques des services du capital dans leurs statistiques officielles<sup>1</sup>. L'OCDE a donc élaboré un ensemble de mesures des services du capital pour un plus grand nombre de pays. Le présent article donne un aperçu des concepts et des méthodes qui sous-tendent les mesures des services du capital. Il expose ensuite les résultats obtenus pour les pays du G-7 et examine enfin certaines des conséquences qui en découlent pour les taux mesurés de la croissance de la productivité multifactorielle.

## SERVICES DU CAPITAL – CADRE CONCEPTUEL

Les mesures des services du capital reposent sur la théorie économique de la production. Ce concept remonte aux travaux de Jorgenson et Griliches (1967), qui se sont principalement prolongés dans les écrits consacrés à la productivité, comme ceux de Jorgenson (1995), de Hulten (1990), de Triplett (1996, 1998), de Hill (2000) et de Diewert (2001).

Un processus de production combine travail, capital et facteurs intermédiaires pour réaliser un ou plusieurs produits. Sur le plan conceptuel, de nombreuses facettes du facteur capital offrent une analogie directe avec les mesures du facteur travail. Les biens d'équipement achetés ou loués par une entreprise sont considérés comme des vecteurs de services du capital qui constituent les moyens effectifs mis en œuvre dans le processus de production. De même, les salariés embauchés pour une certaine durée peuvent être considérés comme porteurs d'un stock de capital humain, et donc comme des vecteurs de services du travail.

Les différences entre travail et capital sont dues au fait que les biens d'équipement sont habituellement détenus par les producteurs. Lorsqu'un bien d'équipement « fournit » des services à son propriétaire, aucune transaction commerciale n'est comptabilisée. La mesure de ces transactions implicites – dont la quantité correspond aux services tirés du stock de capital sur une période et dont le prix est constitué par le coût d'utilisation ou par le prix de location du capital – est l'un des défis posés à ceux qui analysent la productivité du capital<sup>2</sup>.

**Fonction de production**

Pour toute catégorie d'actif, il existe un flux de services productifs issus du stock cumulé des investissements réalisés. Ce flux est appelé *services du capital* de la catégorie d'actif considérée et constitue la mesure appropriée du facteur capital pour l'analyse de la production et de la productivité. Sur le plan conceptuel, les services du capital reflètent une quantité (notion physique), à ne pas confondre avec la valeur, ou prix du capital. Prenons l'exemple d'un immeuble de bureaux : dans ce cas, les flux de services concernent la protection contre la pluie, ainsi que le confort et l'espace de stockage que cet immeuble offre aux personnes qui y travaillent, pendant une période donnée.

Les services du capital font partie intégrante d'un modèle de production de biens d'équipement, lui-même caractérisé par une fonction de production, par exemple G, qui est séparable en services de différentes générations de différentes catégories de biens d'équipement :

$$Q_t = G(K_t[K_t^1, K_t^2, \dots, K_t^N], L_t, t) \tag{11}$$

Dans [1],  $K_t[K_t^1, K_t^2, \dots, K_t^N]$  agrège les services du capital de N différentes catégories d'actifs,  $Q_t$  est une mesure agrégée du volume de production, et  $L_t$  représente le facteur travail dans le processus de production. La mesure des services du capital pour chaque catégorie d'actif – par exemple un type particulier de machine ou d'immeuble – agrège elle-même différentes générations de cet actif :  $K_t^i = K_t^i[K_{t,0}^i, K_{t,1}^i, \dots, K_{t,T}^i]$  où  $K_{t,\tau}^i$  est le flux de services du capital, fourni à un moment t, d'un actif de  $\tau$ -années de catégorie i. La séparabilité supposée de  $K_t^i$  des autres éléments de la fonction de production implique que le taux marginal de substitution entre deux générations quelconques d'une catégorie particulière d'actif est indépendant des autres facteurs. Elle est importante car elle permet d'élaborer des mesures des services du capital de manière ascendante, indépendamment des autres facteurs entrant dans le processus de production. Le travail empirique présenté ici vise par conséquent à mesurer les agrégats de services du capital pour chaque actif et de dériver un agrégat total de services du capital, notamment en ce qui concerne le taux de variation,  $K_t / K_{t-1}$ .

Même s'il n'y a rien de bien nouveau dans [1], on note des différences importantes par rapport à des représentations plus courantes du capital dans le processus de production. Nombre de manuels et de travaux empiriques prennent pour point de départ une fonction de production  $G(K_t^G, L_t, t)$  où  $K_t^G$  est le *stock* brut (ou parfois net) de « capital ». Ils présentent de fait un cas particulier de [1] – à savoir celui où il n'y a qu'une catégorie homogène d'actif ou impossibilité totale de substitution entre différentes catégories d'actifs. Le taux de variation de  $K_t^G$  serait alors égal au taux de variation des services du capital,  $K_t$ . Dans le cadre plus général du présent article, les taux de variation respectifs seront différents entre ces mesures, et entraîneront des biais potentiels dans l'analyse de la production et de la productivité si les mesures utilisées sont celles des stocks brut ou net plutôt que celles des services du capital.

### Mesure du stock productif et des services du capital avec des profils géométriques

Pour illustrer notre propos, et pour relier l'approche fondée sur les services du capital à d'autres mesures du capital, on posera ici une hypothèse simplificatrice mais largement utilisée, à savoir celle des profils géométriques âge-efficacité et âge-prix. Un profil âge-efficacité décrit comment l'efficacité productive d'un actif par ailleurs homogène évolue à mesure que l'actif vieillit. Un profil âge-prix décrit le prix relatif de différentes générations du même actif à un point donné dans le temps. Le profil géométrique âge-prix postule que l'efficacité de l'actif de catégorie  $i$  diminue selon un taux constant, par exemple  $\delta^i$ . Supposons que  $(1-\delta^i)I_{t-1}^i$  représente la quantité de l'investissement dans de nouveaux actifs de type  $i$  l'année  $t-1$ . Dans ce cas,  $(1-\delta^i)I_{t-1}^i$  est le volume dont l'efficacité productive est maintenue pendant l'année  $t$ . Plus généralement, le stock d'actif productif  $i$  au moment  $t$  est donné par la formule :

$$S_t^i = \sum_{\tau=0}^{\infty} (1-\delta^i)^\tau I_{t-\tau}^i \quad [2]$$

La forme additive du stock productif pose implicitement comme hypothèse la substituabilité parfaite des différentes générations<sup>3</sup>. Le stock productif est donc exprimé en « nouvelles unités équivalentes » du bien d'équipement  $i$ . On suppose en outre que le flux de services tirés du capital  $K_t^i$  est proportionnel au stock productif à la fin de la période précédente :

$$K_t^i = \lambda^i S_{t-1}^i \quad [3]$$

Sans limiter vraiment la portée générale, le facteur de proportionnalité  $\lambda$  est fixé à un pour tous les types d'actifs<sup>4</sup>. Il s'agit ensuite de prendre en compte le prix de location d'une unité du stock productif pendant une période quelconque. S'il existait toujours des marchés où trouver les services du capital, les prix de

location pourraient être observés directement. C'est le cas pour notre immeuble de bureaux : des prix de location existent bel et bien et sont observables sur le marché. Il en va en revanche autrement pour nombre d'autres biens d'équipement dont les services relèvent d'une relation de propriété et dont le prix de location doit être imputé. Dans ce cas, le loyer implicite que les propriétaires de ces biens d'équipement se « paient » à eux-mêmes donne naissance au terme « coûts d'utilisation du capital », synonyme ici de « prix de location »<sup>5</sup>. Pour déterminer le prix de location, nous posons l'hypothèse que dans un marché d'actifs performant, le prix d'acquisition d'un bien d'équipement est égal à la valeur actualisée des loyers qui en sont attendus (encadré 1). Le prix de location/le coût d'utilisation d'un nouvel actif au moment t est exprimé comme suit :  $uc_{t,0}^i = q_{t-1,0}^i (r + \delta^i - \zeta_t^i)$ .

Le terme entre crochets constitue le taux de rendement brut qui doit être celui d'une unité monétaire investie dans l'achat d'un bien d'équipement i sur un marché concurrentiel. Le taux de rendement brut comprend trois termes :

- Un taux d'amortissement  $\delta^i$  : l'amortissement est la perte de la valeur marchande d'un bien d'équipement due au vieillissement. De manière générale, l'amortissement peut varier dans le temps et être fonction de la génération. Dans le cas présent, l'efficacité diminue de façon géométrique, et il en va de même du prix. Cela facilite grandement les calculs et implique que le rapport entre le prix d'un actif d'un an et celui d'un actif neuf est constant et égal au rapport entre le prix d'un actif de moins d'un an s- et celui d'un actif de plus d'un an s + 1- :  $\frac{q_{t,s}^i}{q_{t,k}^i} = (1 - \delta^i)^{s-k}$  où s et k représentent deux points quelconques dans la durée de vie de l'actif i.
- Un terme de réévaluation ou de gain en capital  $\zeta_t^i$ , défini comme la variation de prix attendue entre le début et la fin de la période :  $\zeta_t^i \equiv q_{t,0}^i / q_{t-1,0}^i - 1$ . Comme le terme de réévaluation entre dans l'expression correspondant au coût d'utilisation affecté d'un signe négatif, une chute des prix des actifs entraîne une augmentation des coûts d'utilisation. Par exemple, pour calculer les prix de location des ordinateurs personnels, il faut prendre en compte la diminution des prix du marché et la perte de valeur subséquente des ordinateurs qui sont utilisés.
- Un taux de rendement net r – la rémunération restante attendue du propriétaire du capital une fois que l'amortissement et les variations de prix de l'actif ont été pris en compte. Le choix de r revêt de l'importance : la valeur du terme exprimant le coût d'utilisation détermine la valeur des services du capital liée à l'actif i de même que la rémunération globale du capital. Ce choix

## Encadré 1. Calcul des coûts d'utilisation du capital

Dans un marché d'actifs entièrement performant, le prix d'acquisition d'un actif est égal au flux actualisé de la valeur des services que l'actif est censé générer à l'avenir. Cette condition d'équilibre est utilisée pour établir l'expression du prix de location ou du coût d'utilisation des actifs. Supposons que  $q_{t,0}^i$  renvoie au prix d'acquisition, l'année  $t$ , d'un actif neuf (âge égal à zéro) de catégorie  $i$ , et que  $u_{t+\tau,t}^i$  est le prix de location attendu  $\tau$  périodes plus tard (premier caractère à droite) lorsque l'actif aura atteint l'âge  $\tau$  (deuxième caractère à droite). Avec un taux d'actualisation nominal  $r$  en cours au moment  $t$ , la condition d'équilibre du marché d'un actif neuf (âge égal à zéro) devient :

$$q_{t,0}^i = \sum_{\tau=0}^{\infty} u_{t+\tau,t}^i (1+r)^{-(\tau+1)}$$

Cette formulation suppose que les loyers soient payés à la fin de chaque période. Pour résoudre cette formule en ce qui concerne le prix de location, le prix d'un actif d'un an pendant la période  $t+1$  est calculé comme suit :  $q_{t+1,1}^i = \sum_{\tau=0}^{\infty} u_{t+\tau+2,t+1}^i (1+r)^{-(\tau+1)}$  puis soustrait de la formule ci-dessus, et l'on obtient  $u_{t+1,0}^i = q_{t,0}^i (1+r) - q_{t+1,1}^i$  ou  $u_{t,0}^i = q_{t-1,0}^i (1+r) - q_{t,1}^i$  que l'on peut transformer comme suit :  $u_{t,0}^i = q_{t-1,0}^i (r + \delta^i - \zeta_i^i + \delta^i \zeta_i^i)$ . Comme dans le corps du texte, on a recours aux notations abrégées  $\delta^i$  pour l'amortissement et  $\zeta_i^i$  pour les variations de prix des actifs. On obtient l'expression relative au coût d'utilisation indiquée dans le texte, même si le terme d'interaction  $\delta^i \zeta_i^i$  qui apparaît dans une formulation spécifique du moment est omis par souci de simplicité. Jorgenson et Yun (2001) montrent comment des considérations fiscales entrent dans la détermination du coût d'utilisation du capital et affectent la performance économique mesurée. En raison de l'insuffisance de données disponibles, ces paramètres fiscaux pourraient ne pas être pris en compte dans les ensembles de mesures des coûts d'utilisation et du capital élaborés par l'OCDE.

peut s'effectuer en fixant  $r$  de manière que la valeur des services du capital qui sera obtenue épuise exactement la valeur des revenus non liés au travail (excédent brut d'exploitation) calculée dans les comptes nationaux. Même si elle facilite le calcul, cette procédure exige que l'on pose des hypothèses additionnelles restrictives. Il est également possible de choisir un taux de rendement net externe. Bien qu'il ne soit pas nécessaire de poser ici d'hypothèse additionnelle, la valeur résultant des services du capital n'atteint pas nécessairement celle de l'excédent brut d'exploitation, ce qui complique les opérations de comptabilisation de la croissance. De même, il faut opérer

un choix en ce qui a trait à la mesure exacte du taux exogène. En dépit de cette complication, c'est l'approche exogène qui a été privilégiée ici.

Comme le prix des services du capital est donné par le coût d'utilisation du capital, le produit de ce prix et de la quantité des services permet d'obtenir la valeur des services du capital pour l'actif de la catégorie  $i$  :  $uc_{i,0}^i K_t^i = uc_{i,0}^i S_{t-1}^i$ . Par agrégation de toutes les catégories d'actifs, on obtient la valeur des services du capital, soit  $uc_t K_t = \sum_i uc_{i,0}^i K_t^i$ .

Jorgenson (1963) ainsi que Jorgenson et Griliches (1967) ont été les premiers à élaborer ces mesures agrégées des services du capital qui prennent en compte l'hétérogénéité des actifs. Ils ont d'abord défini des quantités de services du capital pour chaque catégorie d'actifs, puis utilisé comme pondérations les coûts d'utilisation propres à chaque actif, afin d'agrèger les services fournis par les différentes catégories d'actifs. Comme les parts des coûts d'utilisation reflètent la productivité marginale des différents actifs, les pondérations permettent d'intégrer effectivement les écarts de contribution d'investissements hétérogènes à la mesure globale de l'apport de capital. Une formule habituelle et recommandée du point de vue théorique pour construire un indice de volume des services du capital utilise l'indice de Törnqvist qui attache, comme facteurs de pondération, des coûts d'utilisation moyens au taux de variation des services du capital de chaque catégorie d'actifs :

$$\ln(K_{t+1}/K_t) = \sum_i 0.5(v_{t+1}^i + v_t^i) \ln(K_{t+1}^i/K_t^i)$$

où :

$$v_t^i \equiv \frac{uc_t^i K_t^i}{\sum_i uc_t^i K_t^i} \quad [4]$$

### Stock net de capital (richesse)

Il est instructif de comparer l'indice de volume de services du capital et la valeur totale des services du capital avec le stock net de capital, mieux connu, et son taux de variation à prix courant et à prix constants<sup>6</sup>. Bien que le stock productif soit conçu pour saisir la capacité productive des biens de production et, par conséquent, le flux de services du capital, le stock (net) de capital mesure la valeur marchande des biens d'équipement. Cependant, le « stock de capital » ou « richesse » est parfois considéré comme un terme plus précis car il existe d'autres formes de stock « net », en particulier le stock productif, qui représente un stock « net de » la diminution de l'efficacité des actifs productifs. Dans le présent contexte, on obtient le stock net à prix courants en évaluant le stock productif de chaque actif au prix du marché de l'actif neuf correspondant. On obtient la valeur totale du stock net en additionnant les valeurs individuelles de chaque actif :  $q_t W_t = \sum_i q_t^i S_{t-1}^i = \sum_i q_t^i K_t^i$ .

Le taux de variation du stock net à prix constants est aussi fonction de la formule de calcul de l'indice choisi pour l'agrégation des actifs. Il est évidemment possible d'avoir recours là encore à une formule de type Törnqvist, ce qui permet d'obtenir :

$$\ln(W_{t+1}/W_t) = \sum_i 0.5(w_{t+1}^i + w_t^i) \ln(W_{t+1}^i/W_t^i)$$

où :

$$w_t^i \equiv \frac{q_{t,0}^i K_t^i}{\sum_i q_{t,0}^i K_t^i} \quad [5]$$

Étant donné que le stock net est un concept bien ancré dans le système des comptes nationaux, la plupart des pays de l'OCDE publient des données pour un stock net d'actifs fixes. Cependant, ces séries ne sont habituellement pas agrégées au moyen d'indices de Törnqvist : la plupart des pays utilisent un indice de volume de type Laspeyres<sup>7</sup> qui introduit une différence additionnelle entre les mesures des stocks de capital disponibles dans les comptes nationaux et les mesures des services du capital utilisées pour l'analyse de la productivité.

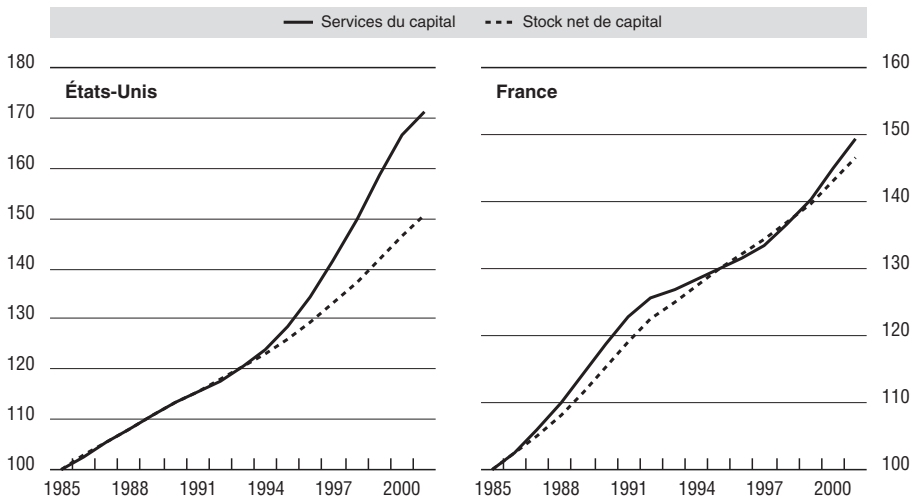
Pour conclure, deux caractéristiques principales distinguent les mesures du taux de variation des services du capital de celles du stock net de capital : la méthode de pondération et la formule de calcul de l'indice employées. Pendant les périodes de changement rapide des prix et des volumes relatifs, ces deux éléments contribuent à instaurer des différences potentiellement significatives entre les profils temporels des deux mesures. La prise en compte, dans les calculs de la productivité, du stock net plutôt que de la mesure des services de capital risque alors de déboucher sur une statistique faussée de la productivité multifactorielle. À titre d'exemple, le graphique 1 ci-dessous compare les deux mesures pour ce qui concerne les États-Unis et la France et l'encadré 2 fournit un exemple chiffré.

### Mesure du stock productif et des services du capital avec des profils hyperboliques

Le recours à des profils géométriques pour décrire les profils d'efficacité et de prix des actifs est une formule de calcul commode. En outre, des éléments empiriques suggèrent que les profils de prix ressemblent à des profils géométriques. L'expérience de tous les jours conduit à penser que les prix des actifs diminuent de montants absolus relativement importants au cours des premières années qui suivent leur acquisition – le fait que la valeur d'une voiture neuve diminue de 20 pour cent pendant sa première année d'utilisation est un phénomène empirique bien connu. Mais le même schéma est-il plausible lorsqu'il s'agit de décrire l'efficacité relative d'un produit d'une génération donnée ? Par exemple, une voiture perd-elle le cinquième de sa capacité à générer des services de



Graphique 1. **Services du capital et stock net de capital**<sup>1</sup>  
Ensemble de l'économie, 1985 = 100



1. D'après un profil géométrique âge-efficacité et âge-prix et des déflateurs « harmonisés » pour les TIC. Agrégation réalisée au moyen d'indices de Törnqvist.  
Source : Dérivé de la base de données de l'OCDE sur les services découlant du capital (octobre 2003).

transport durant sa première année d'utilisation ? Si l'on se fonde sur un seul bien d'équipement, la réponse est souvent négative, ce qui semble indiquer qu'il faudrait adopter une approche qui tienne compte des différences entre les profils d'efficacité et de prix des actifs, tout en conservant une cohérence entre ces deux types de profils.

La mesure des services du capital élaborée par l'OCDE est fondée sur un profil hyperbolique pour ce qui concerne le profil d'efficacité et permet de dégager un profil de prix cohérent. Un profil hyperbolique suppose une perte lente de l'efficacité productive au cours des premières années de la durée de vie d'un actif et une diminution plus rapide vers la fin de la durée de vie. C'est ce qu'illustre le graphique 2, qui reproduit le profil âge-efficacité pour l'équipement de transport – actif dont la durée de vie moyenne est réputée de 15 ans. Ni le profil hyperbolique ni le profil géométrique ne s'interrompent lorsque l'équipement atteint l'âge de 15 ans. Dans le cas de la courbe hyperbolique, on a posé l'hypothèse que le déclassement d'une cohorte est distribué tout au long de la durée de vie moyenne de 15 ans. Dans le cas du profil géométrique, aucune fonction explicite de déclassement n'est formulée. On suppose que la diminution géométrique tient compte de l'effet de l'usure aussi bien que de celui du déclassement.

## Encadré 2. Stock de capital et services du capital au vu de l'évolution technologique – exemple chiffré

Le choix de pondérations à des fins d'agrégation devient crucial lorsque les prix et les quantités de différentes catégories de biens de production évoluent selon des taux très différents. C'est par exemple le cas lorsqu'il y a un changement relativement rapide de la qualité d'une catégorie d'actif comparativement aux autres. L'agrégation des actifs par les prix d'acquisition fausse considérablement les mesures du facteur capital étant donné que les prix d'acquisition ne permettront pas une approximation correcte de la productivité marginale des actifs qui est appropriée pour élaborer les pondérations à des fins d'agrégation des services du capital. Les coûts d'utilisation visent à refléter la productivité marginale des actifs : les biens de production sont utilisés jusqu'à ce que leur revenu marginal (lui-même fonction de la productivité marginale) soit égal au coût marginal (coût d'utilisation ou prix de location) d'un actif. La différence entre les prix d'acquisition ( $q$ ) et les coûts d'utilisation ( $uc$ ) est le taux de rendement brut (GRR) qu'un actif doit produire par an :  $uc = q \cdot \text{GRR}$ . Le taux de rendement brut est lui-même composé du taux de rendement net, du taux d'amortissement et du taux de réévaluation ou de variation du prix de l'actif. Des évolutions négatives rapides des prix ou des taux élevés d'amortissement impliquent par conséquent des taux de rendement brut et des coûts d'utilisation considérables. Par conséquent, une agrégation fondée sur des pondérations des coûts d'utilisation confère plus de poids aux actifs ayant un taux de rendement brut relativement élevé, contrairement à une agrégation fondée sur les prix d'acquisition,  $q$ .

Prenons l'exemple de deux actifs, A et B. Pendant la période  $t = 0$ , le prix d'achat des deux actifs est égal à une unité mais celui de l'actif A diminue de 30 pour cent alors que celui de l'actif B augmente de 10 pour cent. Étant donné les quantités d'investissement et les taux (géométriques) d'amortissement, il est facile de calculer un stock de capital sur la période  $t = 1$ . Dans le cas présent, le stock

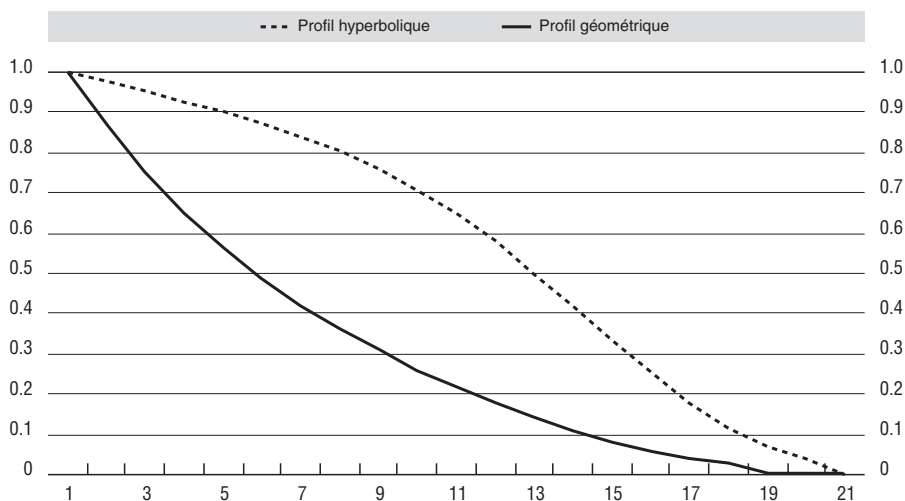
		Actif A	Actif B
Prix d'acquisition	T = 0	1	1
	T = 1	0.70	1.10
Quantité d'investissement	T = 0	10	10
	T = 1	15	8
Stock productif/stock de capital	T = 0	10	10
	T = 1	23	16
Coûts d'utilisation	Taux de rendement net	0.05	0.05
	Amortissement	0.20	0.20
	Réévaluation	-0.30	0.10
	Total	0.55	0.15
Pondération $t = 0$	Selon le coût d'utilisation	0.79	0.21
	Selon le coût d'acquisition	0.50	0.50
Indice de quantité de Laspeyres	Selon le coût d'utilisation		2.15
	Selon le coût d'acquisition		1.95

**Encadré 2. Stock de capital et services du capital au vu de l'évolution technologique – exemple chiffré (suite)**

de capital et le stock productif coïncident au niveau des actifs considérés à titre individuel. Supposons un taux de rendement net de 5 pour cent. Le coût d'utilisation total calculé s'établit donc à 0.55 pour l'actif A et de 0.15 pour l'actif B. La part de l'actif A dans le total des coûts d'utilisation sur la période  $t = 0$  est donc de 79 pour cent et celle de l'actif B, de 21 pour cent – ce qui diffère largement de la part de 50 pour cent obtenue pour chaque actif lorsque les pondérations sont fondées sur les prix d'acquisition. Enfin, en construisant un simple indice de quantité de Laspeyres pour les services du capital et le stock de capital, on constate que l'indice augmente beaucoup plus rapidement dans le premier cas que le second.

La mesure des services du capital est sensible au choix du profil âge-efficacité. Par exemple, la mesure des services du capital fondée sur des profils âge-efficacité géométriques augmente de 1.5 pour cent par année en moyenne en Australie pendant la période comprise entre 1985 et 2001. La même variable, fondée sur des profils hyperboliques, augmente à raison de 2.2 pour cent par année. De

**Graphique 2. Profils d'âge-efficacité hyperbolique et géométrique**  
Durée de vie moyenne de 15 ans



manière analogue, les séries établies géométriquement pour les États-Unis montrent un taux de croissance de 3.4 pour cent pendant la même période, alors que le profil hyperbolique produit un taux de croissance de près de 4 pour cent. En France, les chiffres sont de 2.5 pour cent par année (profil géométrique) et de 3.1 pour cent par année (profil hyperbolique).

## SERVICES DU CAPITAL – RÉSULTATS

La section qui suit présente un ensemble de mesures des services du capital pour les pays du G-7 et l'Australie. Ces résultats sont fondés sur un modèle plus général que celui qui est présenté dans la deuxième section. En particulier, il n'a pas été posé comme hypothèse que les profils d'efficacité étaient géométriques. Les résultats fondés sur des profils géométriques sont également disponibles dans la base de données mais il s'agit de cas particuliers. Pour commencer, le tableau 1 montre les variations en volume des services du capital, par catégorie d'actif ou de produit. Au niveau des actifs *pris individuellement*, le taux de variation des services du capital est égal à l'évolution du stock productif. L'indice agrégé des services du capital (tableau 2) correspond à une moyenne pondérée de l'indice des services du capital pour chaque actif, les parts nominales dans le total des coûts d'utilisation constituant les pondérations pertinentes.

Les taux de variation des déflateurs sont présentés au tableau 3. Pour tenir compte de certaines différences méthodologiques entre les déflateurs des différents pays en ce qui a trait aux produits liés aux technologies de l'information et des communications, les résultats ici présentés sont fondés sur des déflateurs « harmonisés » (voir l'encadré 3).

On peut d'abord évaluer l'ensemble des mesures des services du capital présentées ici en les comparant avec des données similaires publiées au niveau national. Cette comparaison n'est à présent possible que dans quelques pays : l'Australie (l'ABS publie des données sur les services du capital dans ses comptes nationaux annuels), les États-Unis (le *Bureau of Labor Statistics* publie les séries des services du capital dans le cadre de son programme de mesure de la productivité multifactorielle) et le Royaume-Uni (l'ONS mène actuellement des travaux à ce sujet et la *Bank of England* a publié un premier ensemble de données sur les services du capital (Oulton, 2001). Statistique Canada a également compilé un ensemble de mesures des services du capital (Harchaoui et Tarkhani, 2002). L'Espagne, enfin, mène actuellement des travaux à ce sujet (Mas et coll., 2002).

Nous avons d'abord comparé nos résultats pour l'Australie avec ceux qu'a publiés l'*Australian Bureau of Statistics* (ABS)<sup>8</sup> fait ressortir deux points. Premièrement, le profil temporel des séries de l'OCDE correspond d'assez près à celui des séries de l'ABS. Deuxièmement, il semble que les mesures de l'OCDE présentent un biais systématique à la baisse par rapport aux statistiques officielles (5.1 pour cent

**Tableau I. Croissance en volume des services du capital par catégorie d'actif<sup>1</sup>**

Variations annuelles composées en pourcentage, ensemble de l'économie,  
d'après des déflateurs « harmonisés » pour les actifs des TIC

		Produits agricoles, métaux et machines				Équipement de transport	Construction non résidentielle	Autres produits	
		Total	Matériel	Équipement de communication	Autres			Logiciels	Autres
<b>Australie</b>	1990-95	1.5	19.9	2.3	-1.6	0.2	2.1	11.0	0.6
	1995-99	2.5	29.2	5.8	-2.6	1.2	2.3	9.1	0.9
	1995-01	2.7	28.9	5.6	-2.8	1.5	2.2	6.8	1.2
<b>Canada</b>	1990-95	3.9	16.8	6.6	1.7	2.1	3.6	11.3	n.d.
	1995-99	5.5	35.6	8.3	1.9	3.8	3.3	12.9	n.d.
	1995-01	5.5	34.9	9.4	1.9	4.1	3.3	11.6	n.d.
<b>France</b>	1990-95	2.8	14.7	4.5	2.6	2.1	2.1	6.5	3.7
	1995-99	2.4	29.4	6.3	1.8	2.9	1.5	20.6	-0.1
	1995-01	2.7	32.6	6.6	2.0	3.7	1.6	18.5	0.6
<b>Allemagne</b>	1990-95	3.0	25.3	3.4	1.0	2.0	1.8	9.4	7.2
	1995-99	2.5	28.6	4.0	1.1	2.3	1.7	9.3	7.6
	1995-01	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Italie</b>	1990-95	2.6	8.3	3.7	2.8	1.3	2.1	0.7	2.7
	1995-99	3.4	26.3	6.2	2.9	2.6	1.8	11.5	1.8
	1995-01	3.6	28.5	6.3	3.1	3.3	1.8	11.5	2.1
<b>Japon</b>	1990-95	4.6	18.4	7.5	2.7	4.4	4.8	7.2	5.0
	1995-99	4.1	29.7	10.7	1.8	2.4	3.5	15.6	0.5
	1995-00	4.0	30.1	10.6	1.7	2.1	3.4	15.2	0.0
<b>Royaume-Uni</b>	1990-95	2.5	19.6	7.6	1.7	-0.4	3.1	13.5	-5.1
	1995-99	4.3	32.3	13.8	3.5	1.6	2.7	13.3	-1.9
	1995-00	4.5	32.2	13.6	3.7	1.4	2.7	13.1	-0.3
<b>États-Unis</b>	1990-95	3.0	18.1	4.3	0.1	2.1	2.0	12.3	0.9
	1995-99	5.5	32.6	7.1	1.2	4.9	2.2	16.0	5.0
	1995-01	5.3	29.8	7.8	1.2	4.8	2.2	14.1	5.2

1. Obtenu avec un profil âge-efficacité hyperbolique.

Source : Base de données de l'OCDE sur les services découlant du capital (octobre 2003).

comparativement à 3.7 pour cent par année de 1980 à 1999). Cela s'explique toutefois par le fait que les séries de l'ABS concernent le secteur des entreprises alors que nos résultats valent pour l'ensemble de l'économie. Bien que le modèle de l'OCDE n'utilise que des données du secteur privé, il présente une mesure des services du capital dont les taux de variation sont similaires à ceux des séries chronologiques officielles de l'ABS. D'autres différences méthodologiques infimes persistent (par exemple, l'ABS retient un taux endogène de rendement net du capital, tandis que la série de l'OCDE est établie d'après un taux exogène ; l'ABS égalise les variations de prix véritables et attendues dans ses calculs relatifs aux coûts d'utilisation ; l'OCDE utilise des moyennes mobiles pour les attentes relatives aux prix, etc.). Mais de manière générale, les séries concordent lorsqu'elles concernent le même agrégat sectoriel.

Tableau 2. **Indice en volume des services du capital (ensemble des actifs)<sup>1</sup>**  
 1980 = 100, ensemble de l'économie, d'après des déflateurs « harmonisés » pour les actifs des TIC

	Australie	Canada	France	Allemagne	Italie	Japon	Royaume-Uni	États-Unis
1980	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1981	103.6	109.6	102.8	103.6	105.1	106.4	102.3	104.1
1982	107.6	117.6	105.9	106.7	109.7	112.5	104.9	107.7
1983	110.5	125.3	108.8	109.5	114.7	118.3	108.3	111.2
1984	113.5	133.5	111.9	112.3	123.1	124.2	113.1	115.6
1985	116.9	142.1	115.5	115.1	136.3	130.7	118.1	120.3
1986	120.1	150.8	119.4	118.1	150.5	137.4	122.2	124.7
1987	122.9	160.3	123.8	121.2	160.6	145.0	126.2	129.0
1988	126.2	171.1	129.0	124.6	169.7	153.7	131.0	133.3
1989	129.9	182.2	134.6	128.2	177.9	163.7	136.3	137.9
1990	133.2	192.1	140.7	132.2	185.7	174.1	141.4	142.2
1991	135.2	200.9	146.2	136.9	192.3	184.6	145.6	146.0
1992	136.6	208.5	151.1	142.0	198.2	194.4	148.7	149.9
1993	138.7	215.9	154.8	146.2	201.5	203.0	151.7	154.3
1994	141.2	224.7	158.4	149.7	205.4	210.4	155.7	159.3
1995	144.0	234.0	161.7	153.2	211.0	218.7	160.4	165.6
1996	146.4	244.1	165.1	156.8	217.3	229.0	165.8	173.2
1997	149.3	257.8	168.4	160.5	224.2	239.4	172.1	182.8
1998	153.3	274.0	172.7	164.6	232.3	248.7	181.2	194.1
1999	158.8	292.1	178.0	169.2	241.7	257.5	190.5	206.4
2000	164.4	309.8	184.2	174.2	252.3	266.8	200.7	218.5
2001	166.9	325.7	190.4	179.0	262.4	266.8	n.d.	227.5

1. Obtenu avec un profil âge-efficacité hyperbolique.

Source : Base de données de l'OCDE sur les services découlant du capital (octobre 2003).

Dans un deuxième temps, nous avons comparé les mesures des services du capital de l'OCDE et celles du *Bureau of Labor Statistics* (BLS). Pendant toute la période comprise entre 1981 et 2000, le facteur capital, aux États-Unis, a augmenté de 3.8 pour cent par an selon le BLS et de 3.7 pour cent selon les estimations de l'OCDE. Cette petite différence relevée sur l'ensemble de la période recouvre des écarts importants sur des sous-périodes et qui ont tendance à s'équilibrer sur la moyenne. Les séries des services du capital de l'OCDE tendent à dégager un profil plus lisse que les résultats officiels du BLS. Cela peut s'expliquer en partie par le fait que les séries du BLS portent sur le secteur privé tandis que les données de l'OCDE valent pour l'ensemble de l'économie.

La troisième comparaison est effectuée avec les résultats du Royaume-Uni. Des quatre pays concernés, c'est celui pour lequel les différences sont les plus importantes. Mais une bonne part des différences entre les mesures de l'OCDE et celles d'Oulton (2001) peuvent être imputées au fait que les estimations d'Oulton reposent sur les indices des prix américains pour les produits d'équipement des TIC corrigés des effets du taux de change. Les effets du taux de change, qui sont

**Tableau 3. Indices de prix des biens de production par catégorie d'actif<sup>1</sup>**

Variations annuelles composées en pourcentage, ensemble de l'économie,  
d'après des déflateurs « harmonisés » pour les actifs des TIC

		Produits agricoles, métaux et machines			Équipement de transport	Construction non résidentielle	Autres produits	
		Matériel	Équipement de communication	Autres			Logiciels	Autres
<b>Australie</b>	1990-95	-12.8	0.8	8.0	5.1	0.7	0.1	-1.6
	1995-99	-22.7	-0.5	17.1	0.0	2.4	1.9	6.8
	1995-01	-20.9	-0.8	12.2	-0.2	2.5	2.3	9.7
<b>Canada</b>	1990-95	-15.4	-1.8	3.0	2.3	0.8	-2.5	n.d.
	1995-99	-27.8	-5.7	2.4	1.6	2.4	-3.3	n.d.
	1995-01	-24.6	-4.4	2.4	1.6	2.5	-1.3	n.d.
<b>France</b>	1990-95	-15.0	-1.4	0.4	0.5	1.5	-2.1	2.1
	1995-99	-27.8	-5.6	0.7	-1.4	1.7	-3.2	0.7
	1995-01	-25.1	-4.9	0.7	-0.8	2.2	-1.8	0.6
<b>Allemagne</b>	1990-95	-13.4	0.2	1.7	2.6	3.8	-0.5	-0.2
	1995-99	-28.5	-6.3	0.6	1.6	-0.7	-3.9	-2.1
	1995-01	-25.7	-5.5	0.8	1.9	-0.3	-2.4	-1.8
<b>Italie</b>	1990-95	-9.4	4.2	2.8	5.3	4.5	3.5	4.0
	1995-99	-26.6	-4.4	1.6	2.6	2.1	-2.0	2.2
	1995-01	-24.2	-4.0	1.5	2.2	2.4	-0.9	1.6
<b>Japon</b>	1990-95	-15.7	-2.2	0.1	-0.6	1.2	-2.9	0.4
	1995-99	-28.6	-6.4	-0.9	-0.4	-0.2	-4.0	2.3
	1995-00	-28.4	-6.7	-1.2	-0.7	-0.2	-3.9	1.4
<b>Royaume-Uni</b>	1990-95	-15.3	-1.7	2.9	3.3	-2.5	-2.4	3.4
	1995-99	-28.1	-5.9	-2.8	1.5	3.7	-3.5	3.2
	1995-00	-27.3	-5.6	-2.0	1.4	3.5	-2.8	3.3
<b>États-Unis</b>	1990-95	-14.6	-1.5	3.5	2.5	2.5	-1.4	2.7
	1995-99	-27.6	-2.9	3.4	0.5	3.0	-1.5	2.2
	1995-01	-24.1	-3.0	2.8	0.4	3.4	-0.5	2.0

1. Obtenu avec un profil âge-efficacité hyperbolique.

Source : Base de données de l'OCDE sur les services découlant du capital (octobre 2003).

calculables, font l'objet d'un examen plus approfondi par Schreyer (2002). Les séries de l'OCDE utilisent ici des déflateurs harmonisés : elles sont donc également fondées sur des données américaines qui ne sont toutefois pas corrigées des effets du taux de change. Cette correction apportée pour tenir compte des variations du taux de change entre la livre anglaise et le dollar américain introduit des fluctuations plus importantes dans les séries de volume. La comparaison démontre par conséquent l'importance cruciale des indices des prix pour la production de données sur les services du capital et le stock de capital. Au Royaume-Uni, l'*Office of National Statistics* mène actuellement des travaux afin de produire et de publier une série de mesures des services du capital.

### Encadré 3. Comparabilité internationale des indices des prix

Les indices des prix sont essentiels pour mesurer l'investissement en volume, les services du capital et les coûts d'utilisation. Des indices de prix exacts devraient être des déflateurs de qualité constante reflétant les variations des prix pour une performance donnée de biens d'équipement. Par exemple, les modifications observées des prix des « boîtiers d'ordinateurs » doivent faire l'objet d'un ajustement en termes de qualité pour permettre une comparaison entre les différentes générations. Wyckoff (1995) a été l'un des premiers à signaler que les grands écarts observables entre les indices de prix des ordinateurs dans la zone OCDE traduisaient vraisemblablement davantage des différences de méthodologie statistique que de véritables divergences en termes d'évolution. En particulier, les pays qui emploient des méthodes « hédoniques » pour construire des déflateurs de prix des TIC enregistrent généralement une baisse des prix des TIC plus forte que les pays qui n'y ont pas recours. L'auteur du présent article (Schreyer, 2000) a utilisé un ensemble de déflateurs « harmonisés » pour éliminer certaines des différences de méthodologie. C'est cette approche qui est retenue ici. Nous supposons que les rapports entre les prix des actifs liés ou non aux TIC évoluent de manière analogue dans tous les pays, en prenant les États-Unis comme pays de référence. Sans affirmer que le déflateur « harmonisés » est nécessairement l'indice de prix correct pour un pays donné, l'éventuelle erreur qui découlerait de l'utilisation d'un indice des prix harmonisé est plus faible que les biais qu'est susceptible d'entraîner la comparaison des services du capital fondée sur des déflateurs nationaux. Toutefois, par souci d'exhaustivité et de transparence, les deux ensembles de résultats sont disponibles dans la base de données relative aux services du capital.

On peut noter une difficulté liée à l'utilisation du déflateur harmonisé. Dans une perspective comptable, le fait d'ajuster l'indice des biens d'équipement pour n'importe quel pays implique un ajustement de l'indice de production en volume. Dans la plupart des cas, un tel ajustement se traduirait par un taux mesuré de variation en volume plus élevé. Dans le même temps, les effets de la croissance du PIB sur l'ensemble de l'économie paraissent restreints (voir Schreyer, 2001 pour un examen de cette question).

La quatrième comparaison concerne le Canada. Il semble que les séries des services du capital publiées par Statistique Canada présentent un profil très différent de celui qui a été obtenu par l'OCDE. Cette divergence est toutefois attribuable à plusieurs différences méthodologiques considérables : premièrement, les séries de l'OCDE concernent l'ensemble de l'économie alors que celles de Statistique Canada couvrent le secteur privé. Deuxièmement, les séries du Canada reposent sur un profil âge-efficacité géométrique et celles de l'OCDE, sur un profil hyperbolique. Troisièmement, les mesures des coûts d'utilisation réalisées par le



Canada sont fondées sur un taux de rendement endogène, tandis que celles calculées par l'OCDE l'ont été d'après un taux exogène. Quatrièmement, les durées de vie utilisées comportent des différences significatives – en particulier, les durées de vie des actifs des catégories immeubles et construction sont beaucoup plus courtes dans les séries officielles que dans les séries établies par l'OCDE. Cet aspect fait l'objet d'une analyse plus détaillée dans Schreyer et coll., (2003), qui constatent que correction faite des différences méthodologiques, le modèle de l'OCDE concorde en général avec les données officielles : pendant la période comprise entre 1982 et 2001, Statistique Canada fait état d'une croissance annuelle de 3.2 pour cent des services du capital. Le résultat correspondant et comparable de l'OCDE s'établit à 3.3 pour cent.

Le cas du Canada illustre bien le dilemme entre le recours à des hypothèses symétriques et reproductibles pour tous les pays au niveau international, qui aide à renforcer la comparabilité internationale, et l'utilisation d'une information sans doute plus précise sur les différents pays (par exemple celle qui porte sur la durée de vie des actifs canadiens). Il n'existe pas à cela de solution à court terme, sauf à annexer aux données publiées une documentation soignée et une explication des différences.

**MESURES DES SERVICES DU CAPITAL ET DE LA PRODUCTIVITÉ MULTIFACTORIELLE**

Les mesures des services du capital servent principalement à évaluer la croissance de la productivité multifactorielle. Il est par conséquent intéressant d'examiner comment l'utilisation des séries des services du capital plutôt que des mesures du stock net de capital influent sur la productivité multifactorielle résiduelle. Il n'entre pas dans le cadre du présent article<sup>9</sup> d'effectuer une analyse empirique exhaustive, mais pour illustrer notre propos, nous présentons des résultats pour trois pays.

Pour calculer la productivité multifactorielle<sup>10</sup>, on suppose que la fonction de production (1) a la forme suivante :

$Q_t = a_t F(K_t[K_t^1, K_t^2, \dots, K_t^N], L_t)$  où  $a_t$  est un paramètre représentant l'évolution technologique qui modifie la fonction de production dans le temps. Diewert (1976) a montré que si la fonction d'agrégation de facteurs F est de forme translogarithmique et que les producteurs maximisent le profit, le taux d'évolution technologique entre les périodes t + 1 et t est donné par le rapport entre un indice en volume de la production et un indice de Törnqvist des facteurs. On obtient l'expression logarithmique suivante :

$$\ln\left(\frac{a_{t+1}}{a_t}\right) = \ln\left(\frac{Q_{t+1}}{Q_t}\right) - \sum_{i=1}^N \frac{1}{2}(v_{t+1}^{K_i} + v_t^{K_i}) \ln\left(\frac{K_{t+1}^i}{K_t^i}\right) + \frac{1}{2}(v_{t+1}^L + v_t^L) \ln\left(\frac{L_{t+1}}{L_t}\right) \quad [6]$$

où  $v_i^{K_i} \equiv \frac{uc_i^i K_i^i}{\sum_{i=1}^N uc_i^i K_i^i + w_i L_i}$ , et  $v_i^{L_i} \equiv \frac{w_i L_i}{\sum_{i=1}^N uc_i^i K_i^i + w_i L_i}$  représentent la part de chaque facteur dans le coût total.

Afin d'évaluer l'importance qu'il y a à choisir des mesures des services du capital plutôt que des mesures du stock net ou brut de capital, nous calculons (5) dans sa configuration actuelle et avec une mesure du stock net de capital. Pour les pays et les périodes considérés, la mesure des services du capital augmente plus rapidement que la mesure du stock net (tableau 4). Cela reflète l'évolution de la composition du stock de capital productif où des catégories d'actifs croissant rapidement comme l'équipement des TIC font l'objet de pondérations plus fortes que dans le cadre de la mesure du stock net. Cet effet est particulièrement perceptible pour les États-Unis et l'Australie (tableau 4). Par conséquent, la production multifactorielle résiduelle est moindre dans le premier cas que dans le second. Sous un angle différent, l'utilisation du stock net de capital comme mesure du facteur capital entraîne la surestimation de la croissance de la productivité multifactorielle et la sous-estimation de l'apport des actifs à la croissance économique.

Tableau 4. **Croissance de la productivité multifactorielle, ensemble de l'économie**  
Pourcentage de variation, taux annuels

		Australie	États-Unis	France
Production	1984-90	3.2	3.3	2.9
	1990-95	3.2	2.4	1.1
	1995-01	3.8	3.4	2.5
Services du capital <sup>1</sup>	1984-90	2.0	2.7	3.3
	1990-95	0.6	2.5	1.8
	1995-01	1.8	4.8	2.3
Stock net de capital <sup>1</sup>	1984-90	1.7	1.8	2.1
	1990-95	0.4	1.5	1.5
	1995-01	0.6	2.4	1.3
Productivité multifactorielle d'après les services du capital	1984-90	0.9	1.0	1.9
	1990-95	2.2	0.8	1.0
	1995-01	2.2	1.1	1.4
Productivité multifactorielle d'après le stock net de capital	1984-90	1.0	1.2	2.2
	1990-95	2.3	1.1	1.1
	1995-01	2.6	1.7	1.7

1. Obtenu avec un profil âge-efficacité et un profil âge-prix géométriques et des déflateurs « harmonisés » pour les TIC. Agrégation réalisée au moyen d'indices de Törnqvist.

Source : D'après les bases de données de l'OCDE sur les services de capital et la productivité (octobre 2003).

## CONCLUSIONS

Les travaux sur les services du capital ont permis de dégager les conclusions suivantes :

L'élaboration des mesures des services du capital n'exige généralement pas un ensemble de données ou d'informations plus considérable que celle des séries des stocks net et brut de capital. De fait, l'ensemble des différentes mesures du capital sont et devraient être fondées sur les mêmes données statistiques.

Outre le fait qu'elle offre un instrument pour la mesure de la productivité, l'approche fondée sur les services du capital conduit à l'obtention d'un ensemble cohérent de mesures du stock brut, du stock net, des prix et des volumes des services du capital et de la consommation de capital fixe. Les comptes nationaux dissocient parfois les mesures des services du capital aux fins de l'analyse de la productivité des mesures de l'amortissement et du stock net. Lorsque cela est possible, ces mesures devraient être calculées de manière cohérente d'après le même modèle.

Les estimations des services du capital sont sensibles au choix des déflateurs, en particulier dans le cas des produits de haute technologie caractérisés par une évolution rapide. Mais les hypothèses sur les fonctions âge-efficacité et le choix du taux de rendement jouent également un rôle. Il n'existe pas de schéma unique pour aborder ces questions mais il est certain que des données concrètes plus abondantes et de meilleure qualité pourraient contribuer à résoudre certains des problèmes qui continuent d'affecter la mesure des services du capital.

Les calculs actuels soulèvent des questions ayant trait au niveau de détail des données sur l'investissement publiées par les pays membres de l'OCDE, et en particulier, du niveau de détail des actifs qui est disponible. Du point de vue de la mesure des services du capital, il serait souhaitable d'opérer la dissociation de certains biens de production (par exemple le matériel des TIC) présentant d'importantes variations de prix relatif.

Certaines questions continuent de se poser : elles sont de nature à la fois conceptuelle (par exemple, le traitement de l'obsolescence, des taux de rendement exogène et endogène) et empirique (par exemple, la courbe des fonctions âge-efficacité, le choix des durées de vie, ou la comparabilité des indices des prix). Pour traiter certaines de ces questions, il conviendrait sans doute d'engager des efforts spécifiques au plan international afin de coordonner les progrès et par ailleurs, d'entreprendre de nouvelles études empiriques au niveau national pour faire en sorte que les mesures du capital reposent sur des bases empiriques plus solides.

## NOTES

1. Ce sont l'Australie (ABS), les États-Unis (BLS) et le Canada (Statistique Canada). Les résultats pour l'Espagne sont à paraître (Mas et coll., 2002). Le Royaume-Uni a également entrepris des travaux récemment.
2. Il existe depuis longtemps un débat entre universitaires sur la nature du capital et sur son rôle dans la production. L'une des approches possibles, que nous retenons ici, est centrée sur les prix et volumes des services du capital. Une autre approche accorde une importance fondamentale aux services découlant non pas des biens d'équipement mais de l'« attente », c'est-à-dire l'attitude consistant à s'abstenir de consommer immédiatement afin de permettre la mise en place de biens d'équipement et de la consommation à venir (voir Rymes, 1971, pour une analyse de ce point).
3. Des hypothèses plus faibles que la substituabilité parfaite sont possibles (Diewert 2001) mais ne seront pas présentées ici pour simplifier.
4. Voir Schreyer et coll. (2003) pour un traitement qui ne pose pas cette hypothèse.
5. Par souci de simplicité seulement. En principe, il faudrait faire une distinction entre les prix de location et les coûts d'utilisation sauf à poser l'hypothèse ajoutée de l'existence de marchés complets et pleinement performants pour toutes les catégories et toutes les générations de biens d'équipement.
6. Le stock de capital brut est une autre statistique souvent disponible dans les pays de l'OCDE. Il représente le flux cumulé des investissements, corrigé du profil de déclassement. Dans les profils géométriques d'amortissement/d'efficacité, cette fonction de déclassement est absente parce que le profil géométrique s'étend à l'infini, ce qui implique que les biens d'équipement ne sont jamais déclassés même lorsque leur efficacité productive et leur valeur deviennent infiniment petites. Par conséquent, le stock brut n'existe pas dans ce cas. Lorsqu'il existe, il constitue, dans le calcul du stock productif, une étape intermédiaire qui prend en compte le retrait de certains actifs, mais pas la perte de capacité productive de ceux qui restent. Une autre méthode consiste à considérer le stock de capital brut comme un cas particulier concernant le stock productif. Le profil âge-efficacité suit alors un schéma dans lequel un actif donné conserve l'intégralité de sa capacité productive jusqu'à la fin de sa durée de vie (c'est ce qu'on appelle parfois le profil du fiacre centenaire ou « *one-hoss-shay* »).
7. Une agrégation de type Laspeyres implique que  $w_{t+1}/w_t = \sum_i w_{t0}^i (W_{t+1}^i/W_t^i)$  où  $w_{t0}^i \equiv \frac{q_{t0,0}^i K_t^i}{\sum_i q_{t0,0}^i K_t^i}$  et  $t_0$  est la période de référence pondérée.
8. Série 5402.0, *Australian System of National Accounts*.
9. Voir Wölfl (à paraître) pour une analyse de sensibilité des mesures de la productivité multifactorielle en ce qui a trait au choix des mesures de l'apport en capital.
10. Un autre problème conceptuel, que nous ne traiterons pas ici, concerne la mesure exacte de la productivité multifactorielle qui doit être retenue en présence de taux de rendement exogènes.

## BIBLIOGRAPHIE

- DIEWERT, Erwin D. (2001), « Measuring the Price and Quantity of Capital Services under Alternative Assumptions », *Department of Economics Working Paper n° 01-24*, University of British Columbia.
- DIEWERT, Erwin D. (1976), « Exact and Superlative Index Numbers », *Journal of Econometrics* (4).
- HARCHAOUI, Tarek, et Faouzi TARKHANI (2002), « Une révision complète de l'intrant capital pour les comptes de la productivité de Statistique Canada », *Note méthodologique, Statistique Canada*.
- HARPER, Michael, Ernst R. BERNDT et David O. WOOD (1989), « Rates of Return and Capital Aggregation Using Alternative Rental Prices », dans Jorgenson, Dale W. et Ralph Landau (dir. publ.) ; *Technology and Capital Formation*, MIT Press.
- HILL, Peter (2000), « Economic Depreciation and the SNA », document soumis à l'occasion de la 26<sup>e</sup> conférence de l'*International Association for Research in Income and Wealth*, Cracovie, Pologne.
- HULTEN, Charles R. (1990), « The Measurement of Capital », dans Berndt, Ernst R. et Jack Triplett (dir. publ.) *Fifty Years of Economic Measurement*, University of Chicago Press.
- JORGENSEN, Dale W. et Kun-Young YUN (2001), *Investment Volume 3: Lifting the Burden: Tax Reform, the Cost of Capital and US Economic Growth*, MIT Press.
- JORGENSEN, Dale W. (1995), *Productivity*, volumes 1 et 2, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, et Londres, Angleterre.
- JORGENSEN, Dale W. et Zvi GRILICHES (1967), « The Explanation of Productivity Change », *Review of Economic Studies* 34.
- JORGENSEN, Dale W. (1963), « Capital Theory and Investment Behaviour », *American Economic Review*, vol. 53, pp. 247-259.
- MAS, Mathilde, Fracisco PEREZ et Ezequiel URIEL (2002), « Spanish New Capital Stock Estimates: Methodology and Results. Infrastructures and ICT », document soumis à l'occasion de l'atelier IVIE sur la croissance, le stock de capital et les nouvelles technologies, Valence.
- OCDE (2001a), *Mesurer la productivité – Manuel de l'OCDE : Mesurer la croissance de la productivité par secteur et pour l'ensemble de l'économie*, Paris.
- OCDE (2001b), *La mesure du capital – Manuel de l'OCDE : La mesure des stocks de capital, de la consommation de capital fixe et des services du capital*, Paris.
- OULTON, Nicholas (2001), « ICT and Productivity Growth in the United Kingdom », *Bank of England Working Paper*.
- RYMES, Thomas K. (1971), *On Concepts of Capital and Technological Change*, Cambridge.

- SCHREYER, Paul, Pierre-Emanuel BIGNON et Julien DUPONT (2003), « OECD Capital Services Estimates: Methodology and a First Set of Results », *OECD Statistics Working Paper*.
- SCHREYER, Paul (2002), « Computer Price Indices and International Growth and Productivity Comparisons », *Review of Income and Wealth*, série 48, vol. 15-33.
- SCHREYER, Paul (2001), « Computer Price Indices and International Growth Comparisons », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 10.
- SCHREYER, Paul (2000), « The Contribution of Information and Communication Technology to Output Growth: a Study of the G7 Countries », *OECD STI Working Papers 2000/2*.
- TRIPLETT, Jack (1996), « Depreciation in Production Analysis and in Income and Wealth Accounts: Resolution of an old Debate », *Economic Inquiry*, vol. 34, p. 93-115.
- TRIPLETT, Jack (1998), A Dictionary of Usage for Capital Measurement Issues, présenté lors de la deuxième réunion du groupe de Canberra de l'OCDE sur les statistiques sur les stocks de capital.
- WÖLFL, Anita (à paraître), « Growth Accounts for OECD Countries », *OECD STI Working Paper*.
- WYCKOFF, Andrew (1995), « The Impact of Computer Prices on International Comparisons of Productivity », *Economics of Innovation and New Technology*, p. 277-93.

Annexe

MÉTHODOLOGIE DE L'OCDE

**Catégories d'actifs.** L'estimation des flux de services du capital commence par l'identification de N actifs différents – pour les besoins de notre propos, ces actifs correspondent à la ventilation des actifs actuellement disponibles dans le questionnaire établi par l'OCDE et Eurostat sur les comptes nationaux, complétée par l'information sur les actifs liés aux technologies de l'information et des communications lorsqu'elle est disponible. Seule la formation brute de capital fixe non résidentiel est prise en compte et en particulier, sept catégories d'actifs ou de produits :

Catégorie de produits/d'actifs	Recueillis dans le questionnaire OCDE/Eurostat
Produits agricoles, métaux et machines	Oui
dont :	
Matériel lié à la technologie de l'information	Non
Équipement de communication	Non
Autres	Non
Équipement de transport	Oui
Construction non résidentielle	Oui
Autres produits	Oui
dont :	
Logiciels	Non
Autres	Non

**Séries de l'investissement.** Pour chaque catégorie d'actif, une série chronologique des dépenses d'investissement à prix courants et une série chronologique des indices des prix correspondants sont établies en commençant par l'année 1960. Pour de nombreux pays, cela suppose une certaine quantité d'estimations, en particulier pour la période allant de 1960 à 1980. Ces estimations sont habituellement fondées sur les données des comptes nationaux préalables à l'introduction du SCN93, ou sur les liens entre différentes catégories d'actifs qui sont établis pour des périodes récentes puis projetés en arrière. Pour les besoins de l'exposé de la méthodologie, on appelle les séries de l'investissement à prix courants pour la catégorie d'actif  $i$  de l'année  $t$   $IN_t^i$  ( $i = 1, 2, \dots, 7$ ) et l'indice des prix correspondant  $q_t^i$ . Les indices des prix sont normalisés à l'année de référence 1995, où  $q_t^i = 1$ .

**Stocks de capital productif pour chaque catégorie d'actif.** Pour chaque catégorie d'actif (supposé) homogène, un stock productif  $S_t^i$  est construit comme suit :

$$S_t^i = \sum_{\tau=1}^{T^i} (IN_{t-\tau}^i / q_{t-\tau,0}^i) h_{\tau}^i F_{\tau}^i \quad [A1]$$

Dans cette équation, le stock productif de l'actif  $i$  au début de la période  $t$  est la somme de tous les investissements antérieurs dans cet actif où l'investissement à prix courants pendant les périodes antérieures,  $IN_{t-\tau}^i$  représente, selon une procédure de déflation utilisant un indice des prix de nouveaux biens d'équipement,  $q_{t-\tau,0}^i$ ,  $T^i$  la durée de vie maximale de la catégorie d'actif  $i$ .

Étant donné que les générations passées des biens d'équipement sont moins efficaces que les nouvelles, une *fonction âge-efficacité*  $h_{\tau}^i$  a été appliquée. Elle traduit le profil d'efficacité dans le temps d'un actif sous réserve de sa survie et est définie comme une fonction hyperbolique correspondant à la forme utilisée par le *Bureau of Labor Statistics* (BLS 1983) des États-Unis :

$$h_{\tau}^i = (T^i - \tau) (T^i - \beta\tau)$$

On peut également établir un profil géométrique selon les descriptions déjà faites ici. Dans le cas d'un profil non géométrique, il faut tenir compte du fait que les biens d'équipement d'un même type achetés la même année ne sont habituellement pas déclassés en même temps. Il est sans doute plus probable que le déclassement soit distribué sur la durée de vie moyenne. Dans les présents calculs, on a choisi une distribution normale avec un écart type de 25 pour cent par rapport à la durée de vie moyenne pour représenter la probabilité de déclassement. La fonction de déclassement a été limitée à la durée de vie maximale déterminée comme étant de 1.5 fois la durée de vie moyenne. Le paramètre  $F_{\tau}^i$  est la valeur cumulée de cette distribution décrivant la probabilité de survie au-delà de la durée de vie de la cohorte. Les durées de vie moyennes suivantes ont été retenues pour ces catégories d'actifs : actifs des TIC : sept ans ; équipement de communications, autre matériel et matériel de transport : 15 ans ; structures non résidentielles : 60 ans ; logiciels : trois ans ; autres produits restants : sept ans. Le paramètre  $\beta$ , dans la fonction âge-efficacité, a été fixé à 0.8. Les valeurs pour les durées de vie et les paramètres correspondent à celles qu'utilisent le BLS dans la pratique.

**Taux de rendement net.** Le présent article fait appel à une valeur constante  $rr$  pour le taux d'intérêt réel prévu  $rr$ . Le taux réel constant est calculé en prenant une série de taux nominaux annuels observés (moyenne non pondérée d'un taux d'intérêt selon des échéances différentes) et en ayant recours à une procédure de déflation utilisant l'indice des prix à la consommation. Une moyenne est établie pour la série de taux d'intérêt obtenue sur la période (comprise entre 1980 et 2000) afin d'obtenir une valeur constante pour  $rr$ . Le taux d'intérêt nominal prévu pour chaque année est ensuite calculé comme suit :  $r_t = (1 + rr)(1 + p_t) - 1$ , où  $p$  est la valeur prévue d'un déflateur global, l'indice des prix à la consommation.

Pour obtenir une mesure de  $p$ , l'inflation globale prévue, nous construisons une moyenne mobile centrée sur cinq ans du taux de variation de l'indice des prix à la consommation  $MACPI_t = \sum_{s=-2}^{+2} CPI_{t+s} / 5$  où  $CPI_t$  est la variation en pourcentage annuelle de l'indice des prix à la consommation. On obtient le taux prévu de la variation globale des prix et, par conséquent, le taux de rendement nominal net.



**Taux d'amortissement.** Pour les profils géométriques, les taux d'amortissement sont obtenus par l'amortissement décroissant à taux double : compte tenu de la durée de vie  $\bar{T}^i$ , le taux d'amortissement est calculé comme étant  $\delta^i = 1/2\bar{T}^i$ . Pour les profils non géométriques, voir une description détaillée dans Schreyer et coll. (2003).