

Comment comptabiliser la croissance de A à Z : compte rendu de l'ouvrage *Technologies de l'information et reprise de la croissance aux États-Unis*

Daniel E. Sichel¹
Réserve fédérale

AU COURS DE LA DERNIÈRE décennie, l'économie des États-Unis a de bien des façons connu un rendement remarquable. Après 25 ans de croissance médiocre, la productivité du travail s'est accélérée au milieu des années 90 et, à la surprise de nombreux analystes, a pris encore plus de vitesse après 2001. La reprise du milieu des années 90 a été abondamment documentée et il est généralement admis que les technologies de l'information (TI) ont fortement contribué à l'accélération de cette croissance². L'ouvrage de Dale Jorgenson, Mun Ho et Kevin Stiroh (JHS)³ examine cette reprise de la croissance et les facteurs qui lui ont donné naissance. Cet ouvrage raconte plus qu'une histoire puisqu'il présente un exposé détaillé de la méthode que Dale Jorgenson a conçue et utilisée pour analyser la croissance économique, méthode qu'il préconise d'ailleurs depuis plusieurs décennies; cet ouvrage traite donc autant d'une méthode que des tendances de la croissance aux États-Unis et dans d'autres pays. Il relate aussi l'histoire de

l'analyse de la croissance économique depuis 50 ans, outre un aperçu d'une partie des débats qui ont eu lieu sur les questions essentielles.

J'aborderai en premier lieu dans cet essai les contributions méthodologiques décrites dans l'ouvrage puis je démontrerai de quelle façon le lecteur peut utiliser cet ouvrage comme « guide » pour comptabiliser la croissance au niveau des agrégats et des industries. Beaucoup de lecteurs connaissent la méthode décrite par JHS; le Bureau of Labor Statistics (BLS) l'a largement adoptée il y a 20 ans pour calculer ses estimations de la productivité multifactorielle, et beaucoup de chercheurs l'ont appliquée comme étalon or, y compris l'auteur de la présente recension. Quoiqu'il en soit, je ferai ressortir les domaines autour desquels le débat se poursuit. Puis je laisserai JHS nous indiquer de quelle façon les technologies de l'information ont transformé l'économie. Ici encore, comme beaucoup de lecteurs seront familiers avec une bonne partie de ce matériel, je soulignerai les

1 Les opinions sont les miennes et non celles du Conseil des gouverneurs de la Réserve fédérale ni des autres membres de son personnel. Je remercie Carol Corrado, Steve Oliner, Andrew Sharpe, Larry Slifman et Kevin Stiroh de leurs commentaires et suggestions très utiles.

2 Voir Jorgenson et Stiroh (2000), Jorgenson, Ho et Stiroh (2002), Oliner et Sichel (2000 et 2002). Dans ces documents, les TI désignent le matériel informatique, les logiciels et l'équipement de communication. Cette catégorie est aussi souvent appelée technologies de l'information et des communications, ou TIC.

3 *Information Technology and the American Growth Resurgence*, Productivity, Volume 3, MIT Press, 2005, 400 pp., \$50 US.

points qui pourraient être moins connus ou pour lesquels mon exposé pourrait être légèrement différent. Enfin, j'aborderai les points forts et les faiblesses de l'ouvrage puis donnerai mes commentaires sur l'orientation des recherches à venir que proposent JHS.

L'ouvrage comme guide pour la comptabilité de la croissance

On me demande de temps à autre de recommander un document qui présente une description complète et globale des méthodes de comptabilisation de la croissance. Cet ouvrage est justement une source appropriée.

Comptabilité de la croissance des agrégats

Le chapitre 2 présente un aperçu de la comptabilité de la croissance des agrégats, tandis que les chapitres 5 et 6 décrivent les procédures pour bâtir les services de capital et le facteur du travail au niveau des agrégats et des industries.

Une bonne partie de la discussion méthodologique au chapitre 2 décrit les mesures de base qu'ont choisies JHS (les organismes statistiques des États-Unis ont aussi adopté bon nombre de ces choix). Par exemple, JHS discutent de la désagrégation des TI et de l'utilisation de prix de qualité constante pour les technologies de l'information et les autres immobilisations. Il est essentiel de procéder à une désagrégation des TI si l'on veut pouvoir évaluer leur influence sur l'économie et leur rôle sur la reprise de la croissance. De plus, il est essentiel de disposer d'indices de prix de qualité constante pour pouvoir suivre le développement remarquable des TI et aussi pour être en mesure de procéder à des agrégations pour tous les types d'immobilisations. Au chapitre 1, JHS indiquent à quel endroit les comptes nationaux de revenus et de produits (NIPA) aux États-Unis ont intégré des indices de prix de qualité constante; les auteurs cernent aussi les domaines

où ils soupçonnent un mauvais emploi des mesures de prix dans les NIPA.

Pour mesurer la production, JHS utilisent une mesure qui s'écarte de celle qu'emploie le Bureau of Economic Analysis pour les NIPA. Plus particulièrement, JHS préconisent une mesure de la production qui fait appel à des imputations des flux de services à partir des biens durables consommés par les ménages; par exemple, plutôt que d'inclure l'achat d'une automobile par un ménage comme un bien consommé dans l'année d'achat, JHS calculent une imputation pour le flux des services découlant de cette automobile, qui est répartie sur la durée de vie de l'automobile. Sur le plan théorique, je suis d'accord avec JHS pour inclure dans la production le flux des services provenant des biens durables de consommation, plutôt que l'achat du bien durable lui-même. De fait, c'est l'approche qu'utilisent les NIPA dans le cas du logement. Toutefois, cette pureté conceptuelle entraîne un coût puisque les analyses des facteurs de croissance qu'effectuent JHS doivent être rajustées si l'on veut pouvoir les comparer aux mesures publiées de la production ou avec d'autres analyses qui utilisent de telles mesures publiées de la production.

L'un des principaux thèmes de l'ouvrage porte sur l'importance d'utiliser les services de capital plutôt que le stock de capital comme mesure du capital dans l'analyse de la croissance. Les services de capital sont un regroupement des stocks de capital individuels pondérés par le coût d'utilisation de chaque type de capital. L'écart dans les taux de croissance entre les services de capital et le stock de capital est la qualité du capital, qui a pour but d'appréhender la contribution de la composition changeante du capital. Le chapitre 5 explique en détail la façon d'effectuer de tels calculs.

Un des autres grands thèmes traite de l'importance d'utiliser le travail plutôt que les heures

comme mesure de la contribution du travail à la croissance. Cette approche répartit les travailleurs en catégories selon le sexe, l'âge, le niveau d'instruction et la catégorie d'emploi (salariés, travailleurs autonomes, etc.) puis pondère les heures dans chacune des cellules par les rémunérations de cette cellule. En supposant que les rémunérations fournissent une mesure grossière des produits marginaux, cette procédure regroupe différents types de travail selon des produits marginaux. Le chapitre 6 présente en détail la façon de faire ces calculs.

Pour ce qui est de la comptabilité de la croissance agrégée, je soupçonne que les praticiens chevronnés en la matière trouveront ces parties de l'ouvrage légèrement fastidieuses. En revanche, les lecteurs pour qui le sujet est nouveau y verront une description complète de la comptabilité de la croissance ainsi qu'un exposé des principales questions conceptuelles et empiriques qui se posent dans la pratique. De plus, avouons-le, les chercheurs n'ont pas toujours accepté la méthode décrite ici. De fait, JHS présentent, à la fin du chapitre 2, un exposé intéressant de l'évolution des attitudes au sujet des méthodes d'analyse de la croissance. Cet exposé révèle clairement que des éléments de la méthode décrite par JHS ont suscité de la controverse lorsqu'ils ont été présentés pour la première fois. De plus, l'utilisation de stocks de capital (plutôt que de services de capital) surgit à l'occasion dans les études empiriques, tout comme l'utilisation des heures plutôt que de l'apport de travail.

La limite des possibilités de production est un autre domaine qui ne fait pas consensus. Cette limite décrit des combinaisons efficaces d'entrées et de sorties pour l'ensemble de l'économie et permet de multiples entrées et de multiples sorties. De leur côté, Greenwood, Hercowitz et Krussell ont, dans une

série de documents, remis en question la méthode de JHS, en faisant ressortir le rôle du changement technologique spécifique aux investissements⁴. Pour les raisons décrites dans Ho et Stiroh (2001) et Whelan (2003), l'approche de Greenwood, Hercowitz et Krussell me laisse un peu sceptique. Cela dit, ce sujet a été vivement débattu et JHS l'ont en grande partie mis de côté plutôt que d'en faire une critique approfondie dans leur ouvrage.

Comptabilité de la croissance au niveau des industries

Pour comptabiliser la croissance au niveau des industries, le chapitre 7 (« Croissance de la productivité pour les industries des États-Unis ») présente un guide à cet effet, de même que certaines parties des chapitres 4, 5 et 6.

Le chapitre 4 (« Évolution de la structure des sorties et des entrées intermédiaires ») présente une description détaillée de la méthode et des données servant à mesurer les sorties des industries et les entrées intermédiaires par industrie. Tel qu'indiqué, JHS regroupent les 192 industries des tables d'entrées-sorties dans 44 branches d'activité, dont quatre produisent des TI : ordinateurs et équipement de bureau, composantes électroniques, matériel de télécommunications et services informatiques (qui comprennent les logiciels). Les 40 branches d'activité restantes sont réparties en 13 industries « utilisant les TI » et 27 qui ne les utilisent pas. Les industries de TI sont celles dont les services de capital des TI représentaient jusqu'à 15 % de tous les services de capital en 1995, au début de la reprise de la croissance liée aux TI.

Il vaut la peine de souligner quelques aspects méthodologiques. D'abord, l'analyse est faite sur la base de l'ancienne CTI, plutôt que du nouveau SCIAN. Comme les documents originaux sur lesquels repose l'ouvrage utilisaient les

4 Pour des exemples, voir Greenwood, Hercowitz et Krussell (1997 et 2000).

données de la CTI, il est donc facile de voir pourquoi cela se répète ici. Toutefois, la disponibilité des données sur les branches d'activité du SCIAN nécessaires pour ce type d'analyse souffre de sérieuses lacunes, un problème grave dans le système de données des États-Unis qu'il faudrait résoudre le plus rapidement possible.

En deuxième lieu, JHS ont une préférence marquée pour la production brute, les entrées intermédiaires ainsi que le capital et le travail dans ces analyses d'industries, plutôt que d'utiliser la valeur ajoutée et de comptabiliser simplement le capital et le travail comme facteurs d'entrée. Les auteurs mentionnent plusieurs raisons pour cette préférence. La production brute décrit mieux la production réelle d'une industrie (les industries produisent une production brute et non une valeur ajoutée). De plus, l'utilisation de la production brute permet de surveiller le rôle des entrées intermédiaires; cette approche est particulièrement utile dans le cas des industries de TI où les semi-conducteurs représentent une entrée intermédiaire très importante. Enfin, même s'il est facile de regrouper les chiffres de productivité des industries reposant sur la valeur ajoutée pour obtenir une productivité globale, il faut tenir compte des restrictions élevées imposées sur les fonctions de production des industries pour que l'agrégation ait quelque utilité. Enfin, JHS démontrent au chapitre 8 que ces restrictions semblent être enfreintes, soulevant ainsi des questions au sujet de la validité d'une simple agrégation de la valeur ajoutée. Par contre, les mesures de productivité du travail calculées d'après la production brute réagissent aux changements dans l'utilisation des entrées intermédiaires, tandis que les mesures calculées d'après la valeur ajoutée restent inchangées. Ainsi, si une mesure calculée d'après la production brute est utilisée il est important de suivre l'évolution de l'utilisation des entrées intermédiaires. Au final, tout comme JHS, je préfère analyser les branches d'activité en fonction de la

production brute lorsque des données sur les entrées intermédiaires sont disponibles.

JHS discutent aussi des diverses sources différentes de données sur la productivité des industries pour les États-Unis de même que des lacunes et des mérites relatifs de leurs données (qui proviennent des données du BEA et du BLS) comparativement aux comptes d'industries du BEA, aux chiffres de productivité des industries produits par le BLS et enfin aux données sur les industries provenant de la Réserve fédérale, décrits dans Bartelsman et Beaulieu (2003). Comme le soulignent JHS, « Les écarts entre ces estimations peuvent être élevés, mais il a été difficile de fournir une explication complète ». Gordon (2001) et d'autres ont fait face aux mêmes difficultés. Ces écarts en apparence inexplicables demeurent une source de frustration continuelle pour les utilisateurs des données sur les industries aux États-Unis. Même si cela ne se produira pas de sitôt, il serait bon que les organismes statistiques entreprennent le long travail ardu de rapprochement de ces écarts.

Comme nous l'indiquons plus haut, JHS définissent le secteur de production des TI comme regroupant les ordinateurs et l'équipement de bureau, les composantes électroniques, le matériel de télécommunications et les services informatiques. Même si JHS utilisent le plus petit niveau d'agrégation pour lequel le système de données des États-Unis fournit des données raisonnablement complètes, cette répartition est quand même limitée puisque chacune de ces industries englobe des produits fort différents offerts sur des marchés et à une dynamique de prix également très différents. Cette vaste couverture représente sans doute un problème particulier pour les composantes électroniques, industrie souvent utilisée à la place de celle des semi-conducteurs. Cette industrie, outre les microprocesseurs et les puces de mémoire utilisés dans les ordinateurs, englobe aussi des produits beaucoup moins complexes comme les

résistances et les condensateurs⁵. L'industrie des composantes électroniques est donc un peu vaste si l'on désire suivre le rôle des circuits intégrés, plus particulièrement ceux qui jouent un rôle important dans les ordinateurs.

Comme nous le mentionnions précédemment, le chapitre 5 (« Services de capital et technologies de l'information ») présente une description complète de la méthodologie et des données nécessaires au calcul des services de capital. Ce matériel est assez courant (même si, encore une fois, Jorgenson et autres ont été les principaux concepteurs et les premiers défenseurs de cette méthode). Le seul aspect sur lequel je diffère d'opinion avec JHS est leur acceptation facile des modèles de dépréciation géométrique. Dans ses estimations des services de capital, le BLS suppose qu'il y a une dépréciation non géométrique. Bien entendu, le modèle de dépréciation demeure en bout de ligne une question empirique et il n'y a malheureusement que très peu d'études à ce sujet depuis les travaux complets et impressionnants de Hulten et Wykoff (1981a et 1981b). Toutefois, leurs études précédaient la révolution des TI. De plus, les données empiriques à notre disposition sur les modèles de dépréciation pour les produits des TI semblent indiquer qu'il y a dépréciation non géométrique. Plus particulièrement, Oliner (1993) a constaté une dépréciation non géométrique dans le cas des ordinateurs centraux, et Doms, Dunn, Oliner et Sichel (2004) et Antonopoulos et Sakellaris (2005) ont trouvé la même chose dans le cas des ordinateurs personnels.

Le chapitre 6 (« Facteur de travail et retour aux études ») décrit la méthode et les données nécessaires pour calculer l'apport de travail au niveau des agrégats et des industries. Dans ce chapitre, le calcul de l'apport de travail et de la qualité du travail par industrie représente une contribution très importante. Un petit nombre d'études ont aussi traité de cet aspect, mais la plupart des analyses de

la productivité des industries ont délaissé cette question à cause des nombreuses données nécessaires et des calculs complexes. Ces résultats présentent des explications très intéressantes sur la façon dont les TI ont influé sur l'économie au cours de la dernière décennie.

Technologies de l'information et reprise de la croissance au milieu des années 90

Comme nous l'indiquons précédemment, JHS racontent aussi l'histoire bien connue de la reprise de la croissance du milieu des années 90 et le rôle des TI dans cette reprise. Dans leur ouvrage, l'histoire est tissée dans tous les chapitres et est résumée au chapitre 1 (« L'âge de l'information »). L'histoire commence par la théorie du « plus rapide, meilleur et moins coûteux », qui décrit la progression de la technologie des semi-conducteurs. Au milieu des années 90, les prix des semi-conducteurs de qualité constante ont commencé à diminuer plus rapidement que dans les années précédentes, ce qui a fait chuter très rapidement les prix des immobilisations dans les TI. Les entreprises ont réagi à ces diminutions de prix en remplaçant de plus en plus leurs achats d'immobilisations par un capital de TI, provoquant ainsi un approfondissement plus élevé du capital de TI.

Dans le cadre de travail de JHS, les auteurs expliquent que la diminution particulièrement rapide du prix des semi-conducteurs annonce des progrès technologiques très rapides chez les producteurs de semi-conducteurs, et ce progrès technologique se présente comme une croissance plus rapide de la productivité multifactorielle dans les industries de TI. Dans leurs calculs, JHS constatent que l'approfondissement du capital lié aux TI et la croissance de la productivité multifactorielle qui en découle interviennent pour une part importante de la reprise de la

5 Les expéditions nominales de circuits intégrés ont représenté seulement 57 % environ des expéditions de composantes électroniques en 2004.

croissance aux États-Unis, d'où leurs conclusions que les TI ont apporté une contribution essentielle à cette reprise.

JHS étend cette histoire dans d'autres directions. Le chapitre 3 (« Technologies de l'information et croissance dans les pays du G7 ») présente les résultats de la croissance agrégée pour d'autres grandes économies industrialisées, jusqu'en 2001. Cette analyse recourt à des prix harmonisés à l'échelle internationale par Schreyer (2000) et fait un enchaînement des données entre les pays au moyen des parités de pouvoir d'achat de l'OCDE pour 1999. Ce chapitre explique à la base que la révolution des TI a aussi eu lieu dans d'autres pays que les États-Unis. Même si le chapitre regorge de tableaux et de graphiques comparatifs entre les pays, il n'en dit pas beaucoup sur les raisons pour lesquelles des pays semblent avoir profité plus que d'autres de la révolution des TI dans la seconde moitié des années 90⁶.

Comme nous le décrivons ci-avant, JHS étendent également l'explication de la reprise globale au niveau détaillé des industries, comme le résume le chapitre 7. À la base, les auteurs constatent que la reprise de la croissance de la productivité aux États-Unis en 1995 a été généralisée dans bon nombre d'industries et que les TI ont joué un important rôle dans une foule de ces industries. Dans leur cadre de travail, les auteurs révèlent que plus des trois quarts des industries ont affiché une croissance de la productivité du travail plus forte après qu'avant 1995 et que près des deux tiers ont enregistré une accélération de la productivité multifactorielle. Ce résultat n'est pas resté sans réponse, comme on l'explique dans la section suivante.

JHS font également ressortir l'énorme variation dans les taux de croissance de la productivité du travail et de la productivité multifactorielle entre les industries. Même si Corrado et Slifman (1999) et d'autres laissent croire qu'une diminu-

tion persistante du niveau de la productivité dans une industrie ne semble pas plausible et pourrait être un signe de mesures erronées, JHS prétendent que ces diminutions traduisent sans doute des changements réels dans les industries à la suite de chocs macroéconomiques et d'autres spécifiques à leurs industries.

JHS soulignent que la plupart des industries ont réagi aux diminutions rapides des prix des TI par des investissements dans les TI. Pour ce qui est du travail, JHS décrivent qu'une évolution semblable s'est produite au sein des industries et entre celles-ci, expliquant que l'apport de travail traduit « .des changements et des réaffectations rapides, surtout vers les industries de l'information qui produisent ou consomment le plus les technologies de l'information. Cette expansion du groupe des TI a fait appel à un nombre disproportionné de jeunes travailleurs instruits qui reçoivent une rémunération relativement élevée ». Ces parties de l'ouvrage devraient largement reconforter les économistes, puisqu'elles indiquent que les marchés fonctionnent et que les entreprises réagissent aux signaux des prix et de la demande.

Critiques de l'exposé de JHS

L'exposé général de JHS au sujet de la reprise de la croissance du milieu des années 90 ainsi que du rôle des TI dans cette reprise me semble en général valable, et mes travaux avec Stephen Oliner nous ont permis d'atteindre à peu près les mêmes conclusions. Toutefois, quelques aspects de ces résultats soulèvent des questions. Bien entendu, ces questions se posent pour la plupart des travaux sur la croissance globale, notamment mes travaux avec Stephen Oliner. Les critiques touchent un petit nombre de catégories. D'une part, elles expriment un inconfort général au sujet des hypothèses sous-jacentes au cadre de travail néoclassique ainsi que des causes qui leur ont été

6 Pour une discussion intéressante de ces questions, voir van Ark et Inklaar (2005).

associées. Une autre catégorie de critiques remet en question la conclusion que la reprise de la croissance a eu lieu dans l'ensemble des industries. McKinsey (2001) reprend chacun de ces arguments et Farrel, Baily et Remes (2005) laissent entendre que le cadre de travail classique surestime le rôle des TI, préférant plutôt mettre l'accent sur la compétence de la direction dans les industries clés.

Un autre domaine de préoccupation que beaucoup de chercheurs ont soulevé au sujet du cadre de travail de JHS – comme Gordon (2003) – porte sur l'importance potentielle de l'apprentissage de même que sur les retards possibles entre l'installation des TI et les avantages qu'elles procurent par la suite au niveau de la productivité, phénomène que n'appréhende pas le cadre de travail de JHS. Les critiques ont aussi porté sur le rôle des coûts de rajustement, Basu, Fernald et Shapiro (2001) et Kiley (2001) étant d'importantes contributions à ce titre.

Enfin, l'investissement par les entreprises dans un capital incorporel n'est pas pleinement pris en compte dans les NIPA et, du même coup, dans le cadre de comptabilisation classique de la croissance qui repose sur les données des NIPA. Brynjolfsson et Hitt (2005), Nakamura (1999, 2001 et 2003) et Corrado, Hulten et Sichel (2005 et 2006) ont parlé du rôle des investissements des entreprises dans le capital incorporel, qui accompagnent souvent les investissements dans les TI. Du fait que les statistiques officielles publiées ne tiennent à peu près pas compte de ces investissements incorporels et du fait aussi que les retards d'apprentissage jouent sans doute un rôle important dans les incorporels, il y a risque que la comptabilisation classique de la croissance – comme celle qu'on trouve dans JHS et dans Oliner et Sichel – attribue faussement l'origine et le moment des contributions à différents facteurs.

La plupart de ces critiques n'ont pas été pleinement intégrées dans le cadre de compt-

abilité de la croissance et, selon moi, personne ne semble dire que ces critiques démolissent les points essentiels de l'explication présentée ci-avant sur le rôle des TI dans la reprise de la croissance du milieu des années 90. Mais il est clair que d'autres études s'imposent pour clarifier cet aspect.

Quelques-unes de ces critiques méritent qu'on s'y arrête. Comme nous l'avons indiqué, McKinsey (2001) a soulevé plusieurs questions sur le type de résultats qu'ont obtenus JHS. Même si, aujourd'hui, l'étude de McKinsey est un peu dépassée, elle a reçu une forte attention à l'époque et a été perçue par beaucoup (peut-être était-ce intentionnel) comme un défi aux résultats de la croissance des agrégats et des industries qui avaient mis en lumière le rôle des TI dans la reprise de la croissance. De plus, cette étude a suscité une attitude qui semble avoir pris de l'ampleur avec le temps. Même si l'ouvrage ne porte pas sur ces questions, j'aborderai un peu plus en détail le rapport McKinsey.

Comme je l'ai indiqué, le rapport McKinsey remet en question la généralisation de la reprise de la croissance à laquelle avaient conclu JHS. Plus particulièrement, McKinsey prétendait que l'accélération de la productivité du travail au milieu des années 90 pouvait s'expliquer par les progrès survenus dans un petit nombre d'industries, notamment : commerce de détail, commerce de gros, fabrication de semi-conducteurs, fabrication d'ordinateurs, services de télécommunications et valeurs mobilières. McKinsey a aussi prétendu que les TI n'étaient qu'un des facteurs ayant contribué à la reprise de la productivité au milieu des années 90.

Concernant la question de savoir à quel point l'accélération de la productivité du travail a été généralisée, une interprétation de l'étude de McKinsey précise que le désaccord représente effectivement un écart d'interprétation plutôt qu'une différence dans les nombres sous-jacents. En effet, McKinsey a démontré que les indus-

tries intervenant pour 70 % de l'emploi ont connu une accélération de la productivité du travail dans la seconde moitié des années 90, semblable à celle qu'ont présentée JHS. Bien entendu, les autres industries ont enregistré une productivité stable ou décroissante, de sorte que la reprise nette a été inférieure à celle qui était attribuable aux industries ayant enregistré une accélération. McKinsey a choisi de mettre l'accent sur le résultat net, notamment que six industries ont pu expliquer l'accélération nette. Les autres industries ont aussi connu une accélération, mais, selon la classification de McKinsey, cette reprise a été annulée par les industries qui ont subi une décélération de la productivité.

La question posée nous indiquera s'il faut préférer la méthode de McKinsey ou celle de JHS. Selon moi, si l'on veut évaluer l'ampleur de la reprise de la productivité dans les industries, il ne semble pas particulièrement utile de s'attacher au résultat net, puisque cela signifie implicitement qu'il y a annulation d'un certain nombre d'industries ayant connu une accélération de leur productivité avec d'autres industries qui ont enregistré une décélération. Bien entendu, si l'on désire connaître les industries qui ont dominé la reprise de la productivité, l'approche de McKinsey semble alors raisonnable.

De plus, même si l'étude de McKinsey a posé des questions sur les résultats de la comptabilisation de la croissance globale, du type de celles qu'on trouve dans JHS, McKinsey n'a pas directement mis en question ces résultats. L'analyse de JHS repose sur la prémisse que, au fil du temps, les entreprises touchent un rendement normal (dépréciation non comprise) sur tous leurs investissements, y compris ceux dans les TI. Les résultats de ce cadre de travail peuvent être trompeurs si la mesure du capital ou du taux de rendement est erronée, cependant McKinsey n'abonde pas en ce sens. De fait, le rapport

prétend que les TI se comportent à peu près de la même manière que les autres immobilisations, préservant ainsi l'hypothèse d'une comptabilité classique de la croissance. Pour cette raison, l'étude de McKinsey ne contredit pas vraiment les répercussions globales d'études comme celle de JHS. Toutefois, et il est important de le dire, McKinsey précise qu'une foule d'autres événements ont contribué à la reprise de la croissance de la productivité à la fin des années 90, notamment : les pressions de la concurrence, l'évolution de la réglementation et la compétence de la direction ayant mené à une meilleure efficacité des processus critiques. Je ne peux parler au nom de JHS, mais ces autres sources d'amélioration de la productivité me semblent compléter le rôle des TI. De fait, il serait difficile d'imaginer que les TI puissent amplifier la croissance de la productivité sans qu'il y ait d'abord une meilleure efficacité des processus critiques.

Passons maintenant à une partie de l'explication de JHS (qu'on retrouve aussi d'ailleurs dans une étude antérieure de Oliner et Sichel) qui me chicote un petit peu plus depuis quelques années. Cet aspect est l'association qui est faite entre les prix des semi-conducteurs de qualité constante et le rythme des progrès technologiques dans l'industrie des semi-conducteurs⁷. Pour démontrer l'accélération des progrès technologiques, JHS expliquent que le cycle de production de trois ans des semi-conducteurs du milieu des années 90 est passé à un cycle de deux ans, comme le décrit la publication de 2003 intitulée *Edition of the International Technology Roadmap for Semiconductors*. Toutefois, la version 2005 de ce document, qui repose sur de nouvelles données provenant des fabricants de puces, fait passer le changement de cycle du milieu à la fin des années 90, ce qui assombrit quelque peu l'association entre l'adoption du nouveau cycle de produits et la tendance observée dans les prix des

7 Pour une discussion plus approfondie de ces questions, voir Aizcorbe, Oliner et Sichel (2006).

semi-conducteurs. De plus, beaucoup d'autres facteurs influent sur le taux de diminution des prix de semi-conducteurs de qualité constante. Par exemple, Aizcorbe, Oliner et Sichel (2006) font ressortir le rôle des majorations de prix variables appliquées aux semi-conducteurs, facteur susceptible d'expliquer pourquoi les mouvements de prix ne peuvent à eux seuls être une indication valable des progrès technologiques. Qui plus est, Basu, Fernald, Fisher et Kimball (2005) indiquent diverses raisons pour lesquelles les tendances de prix des TI pourraient représenter une bien piètre valeur de substitution des progrès technologiques⁸.

Pour expliquer encore plus l'association assez fragile entre les tendances décrites dans le document *Roadmap* et les prix des semi-conducteurs de qualité constante, examinons le ralentissement du taux de diminution des prix des semi-conducteurs de qualité constante qui s'est produit en 2001⁹. Selon le dernier *Roadmap* (et après consultation auprès des spécialistes de l'industrie), le rythme des progrès technologiques dans les semi-conducteurs n'aurait pas ralenti en 2001. Il semble donc que la diminution moins rapide qui s'est produite à ce moment-là soit imputable à d'autres facteurs. Somme toute, ces nouvelles données probantes me rendent un peu plus prudent quant à l'association étroite que nous devrions établir entre les données de *Roadmap* et les prix des semi-conducteurs et, par ailleurs, entre l'association étroite que nous devrions établir entre les variations de prix des semi-conducteurs de qualité constante et le rythme des progrès technologiques dans l'industrie des semi-conducteurs.

Points forts et faiblesses de l'ouvrage

L'ouvrage se distingue d'abord à plusieurs égards : il est complet, sa méthode est cohérente et les données sont traitées avec soin. L'ouvrage est donc un très bon point de départ pour quiconque désire obtenir une description méticuleuse et complète de la plus récente analyse de la croissance au niveau des agrégats et des industries. Il présente aussi la description la plus complète que j'ai vue de la multitude de façons par lesquelles les technologies de l'information ont influé sur la plupart des aspects de l'économie au cours de la dernière décennie. Cela dit, l'ouvrage renferme quelques faiblesses. Comme il s'agit essentiellement d'un recueil des études réalisées par JHS sur un certain nombre d'années, l'ouvrage n'aborde pas en profondeur tous les problèmes et débats les plus récents. Plus particulièrement, il ne discute aucunement des sources de la reprise de croissance de la productivité du travail et de la productivité multifactorielle qui a pris naissance après 2001 et il n'explique à peu près pas pourquoi quelques pays semblent avoir profité davantage que d'autres de la révolution des TI¹⁰. De plus, comme nous l'expliquons précédemment, JHS ne mentionnent aucunement les problèmes entourant les immobilisations incorporelles, et le rôle des coûts d'ajustement passe presque inaperçu.

Enfin, l'ouvrage de JHS fait ressortir plusieurs domaines qui gagneraient largement à être examinés par les chercheurs et les organismes statistiques. Ces questions comprennent notamment l'élaboration d'indices de prix de qualité

8 Feenstra, Reinsdorf, Slaughter et Harper (2005) présentent une autre source possible d'écart entre les diminutions de prix des TI et le rythme des progrès technologiques, notamment que l'évolution des termes de l'échange semble être une source importante de diminution des prix des TI et que, pour cette raison, le cadre classique est susceptible d'avoir surestimé le rôle des progrès technologiques.

9 Voir Aizcorbe, Oliner et Sichel (2006) qui expliquent la signification statistique de la solution de continuité observée au milieu des années 90 et en 2001 pour ce qui est de la tendance des prix des semi-conducteurs de qualité constante.

10 Voir toutefois Stiròh (2006) pour une analyse de la reprise de la productivité du travail dans les années 2000 selon les industries.

constante fiables pour un vaste éventail d'immobilisations où la technologie évolue rapidement, des classifications industrielles plus détaillées pour le secteur de la haute technologie et enfin le développement d'un jeu complet de comptes industriels basés sur le SCIAN et remontant jusqu'à 1947. Permettez-moi d'ajouter d'autres points à cette liste. D'abord, d'autres études s'imposent sur la dépréciation, plus particulièrement sur le capital dans les TI, mais aussi sur d'autres types d'immobilisations. De plus, Carol Corrado et Lawrence Slifman, mes collègues à la Réserve fédérale, mentionnent souvent des problèmes clés de mesure qu'il serait utile de reprendre ici. En premier lieu, pour une foule de catégories de produits de haute technologie (comme le matériel de communication), les listes de produits qu'utilise le Census Bureau sont lamentablement désuètes. Ces listes de produits sont utilisées par divers programmes du recensement pour recueillir auprès des entreprises des données sur les expéditions nominales. Par exemple, la catégorie principale « matériel de diffusion, de studio et électronique apparenté » regroupe plus d'une douzaine de sous-catégories détaillées pour lesquelles les expéditions nominales se sont élevées à un peu moins de 3 milliards de dollars en 2004. Mais une foule de produits de pointe pour les communications de données – notamment des routeurs, passerelles, ponts et serveurs de terminaux – sont regroupés dans une seule catégorie dont les expéditions nominales ont atteint plus de 10 milliards de dollars en 2004. Cette situation ne fait pas de sens et le système de classification actuel limite notre capacité de surveiller la nouvelle économie car nous ne savons même pas à combien s'élèvent les expéditions nominales des principaux produits des TI. De plus, comme le signalent JHS, nous en savons très peu au sujet des prix de ces produits de pointe.

Il faut aussi souligner que le BLS et le Census Bureau utilisent des listes différentes d'établisse-

ments pour leurs diverses enquêtes et qu'ils ont aussi appliqué une méthode différente pour la conversion de la CTI au SCIAN. Il n'est donc pas possible de comparer les données sur les expéditions ou la production provenant des enquêtes du Census Bureau et les données sur les heures tirées des enquêtes du BLS. De plus, cette absence de comparabilité rend plus complexe l'appariement des industries à un niveau plus détaillé de même que la production de statistiques industrielles détaillées sur la productivité. La résolution de ces problèmes faciliterait grandement l'analyse de l'évolution de la productivité.

Références

- Aizcorbe, Ana, Stephen Oliner et Daniel Sichel (2006) « Shifting Trends in Semiconductor Prices and the Pace of Technological Progress », mimeo, janvier.
- Antonopoulos, Christos et Plutarchos Sakellaris (2005) « Estimating Computer Depreciation Using Online Auction Data », mimeo, Athens University of Economics and Business.
- Bartelsman, Eric et J. Joseph Beaulieu (2004) « A Consistent Accounting of U.S. Productivity Growth », Federal Reserve Economics and Finance Discussion paper, n° 2004-55.
- Basu, Susanto, John Fernald, Jonas Fisher et Miles Kimball (2005) « Sector-Specific Technical Change », document présenté au NBER Summer Institute, 21 juillet.
- Basu, Susanto, John Fernald et Matthew Shapiro (2001) « Productivity Growth in the 1990s: Technology, Utilization, or Adjustment? », *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, Volume 55, n° 1, p. 117-165.
- Brynjolfsson, Erik et Lorin Hitt (2005) « Remarks », in *Measuring Capital in the New Economy*, Carol Corrado, John Haltiwanger et Daniel Sichel (éd.), Studies in Income and Wealth, Vol. 65 (Chicago: The University of Chicago Press) p. 557-575.
- Corrado, Carol, Charles Hulten et Daniel Sichel (2005) « Measuring Capital and Technology: An Expanded Framework », dans *Measuring Capital in the New Economy*, Carol Corrado, John Haltiwanger et Daniel Sichel (éd.), Studies in Income and Wealth, Vol. 65 (Chicago: The University of Chicago Press) p. 11-45.
- Corrado, Carol, Charles Hulten et Daniel Sichel (2006) « Intangible Capital and Economic Growth », NBER working paper n° 11948.

- Corrado, Carol et Larry Slifman (1999) « A Decomposition of Productivity and Costs », *American Economic Review* 89, n° 2, mai, p. 328-332.
- Doms, Mark, Wendy Dunn, Stephen Oliner et Daniel Sichel (2004) « How Fast Do Personal Computers Depreciate? Concepts and New Estimates », dans *Tax Policy and the Economy*, James M. Poterba (réd.), National Bureau of Economic Research and the MIT Press, p. 37-79.
- Farrell, Diana, Martin Baily et Jaana Remes (2005) « U.S. Productivity After the Dot.Com Bust », McKinsey Global Institute.
- Feenstra, Robert, Marshall Reinsdorf, Matthew Slaughter et Michael Harper (2005) « Terms of Trade Gains and U.S. Productivity Growth », document présenté au NBER Summer Institute, 26 juillet.
- Gordon, Robert J. (2001) « Did the Productivity Revival Spill Over from Manufacturing to Services? Conflicting Evidence from Three Data Sources », document présenté au NBER Summer Institute, 27 juillet.
- Gordon, Robert J. (2003) « Exploding Productivity Growth: Context, Causes, and Implications », *Brookings Papers on Economic Activity* 2003:2 (Washington, D.C.: The Brookings Institution) p. 207-298.
- Greenwood, Jeremy, Zvi Hercowitz et Per Krusell (1997) « Long-Run Implications of Investment-Specific Technological Change », *American Economic Review* 87, n° 3, juin, p. 342-362.
- Greenwood, Jeremy, Zvi Hercowitz et Per Krusell (2000) « The Role of Investment-Specific Technological Change in the Business Cycle », *European Economic Review* 44, n° 1, janvier, p. 91-115.
- Ho, Mun S. et Kevin J. Stiroh (2001) « The Embodiment Controversy: You Can't Have Two Prices in a One-Sector Model », mimeo, mai.
- Hulten, Charles R. et Frank C. Wykoff (1981a) « The Estimation of Economic Depreciation Using Vintage Asset Prices: An Application of the Box-Cox Power Transformation », *Journal of Econometrics* 15, avril, p. 367-96.
- Hulten, Charles R. et Frank C. Wykoff (1981b) « The Measurement of Economic Depreciation », dans *Depreciation, Inflation, and the Taxation of Income from Capital*, Charles R. Hulten (réd.) (Washington, D.C.: The Urban Institute Press) p. 81-125.
- International Technology Roadmap for Semiconductors (2003) 2003 Edition, Sematech Corporation, Austin, TX, décembre.
- International Technology Roadmap for Semiconductors (2005) 2005 Edition, Sematech Corporation, Austin, TX, décembre.
- Jorgenson, Dale W. et Kevin J. Stiroh (2000) « U.S. Economic Growth in the New Millennium », *Brookings Papers on Economic Activity* 2000:1, p. 125-211.
- Jorgenson, Dale W., Mun S. Ho et Kevin J. Stiroh (2002) « Projecting Productivity Growth: Lessons from the U.S. Growth Resurgence », *Atlanta Fed Economic Review*, troisième trimestre, p. 1-14.
- Kiley, Michael (2001) « Computers and Growth with Frictions: Aggregate and Disaggregate Evidence », *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, Vol. 55, Issue n° 1, p. 171-215.
- McKinsey Global Institute (2001) *U.S. Productivity Growth, 1995-2000: Understanding the Contribution of Information Technology Relative to Other Factors* (Washington, DC: McKinsey Global Institute) octobre.
- Nakamura, Leonard (1999) « Intangibles: What Put the New in the New Economy? », *Federal Reserve Bank of Philadelphia Business Review*, juillet/août, p. 3-16.
- Nakamura, Leonard (2001) « What is the US Gross Investment in Intangibles? (At Least) One Trillion Dollars a Year! », *Federal Reserve Bank of Philadelphia Working Paper* n° 01-15.
- Nakamura, Leonard (2003) « The Rise in Gross Private Investment in Intangible Assets Since 1978 », mimeo, Federal Reserve Bank of Philadelphia.
- Oliner, Stephen D. (1993) « Constant-Quality Price Change, Depreciation, and Retirement of Mainframe Computers », in *Price Measurements and Their Uses*, Murray F. Foss, Marilyn E. Manser et Allan H. Young (réd.) (Chicago: University of Chicago Press) p. 19-61.
- Oliner, Stephen D. et Daniel E. Sichel (2000) « The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story? », *Journal of Economic Perspectives* 14, automne, p. 3-22.
- Oliner, Stephen D. et Daniel E. Sichel (2002) « Information Technology and Productivity: Where are We Now and Where are We Going? », *Atlanta Fed Economic Review*, troisième trimestre, p. 15-44.
- Schreyer, Paul (2000) « The Contribution of Information and Communication Technology to Output Growth: A Study of the G7 Countries », OCDE, Paris, mai.
- Stiroh, Kevin J. (2006) « The Industry Origins of the Second Surge of U.S. Productivity Growth », mimeo, janvier.
- van Ark, Bart et Robert Inklaar (2005) « Catching Up or Getting Stuck? Europe's Troubles to Exploit ICT's Productivity Potential », *Research Memorandum GD-79*, Groningen Growth and Development Centre, septembre.
- Whelan, Karl (2003) « A Two-Sector Approach to Modeling U.S. NIPA Data », *Journal of Money, Credit, and Banking*, Volume 35, n° 4, août, p. 627-656.