



Munich Personal RePEc Archive

ICT and economic growth

Recuero Virto, Laura and Bacache, Maya

2009

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/28254/>
MPRA Paper No. 28254, posted 19 Jan 2011 16:54 UTC

TIC et croissance économique

Maya Bacache et Laura Recuero Virto¹

La contribution des technologies d'information et de communication à la croissance fait l'objet de nombreux commentaires établis à partir d'analyses dont les difficultés méthodologiques doivent être relevées. Ainsi, sont mis en exergue le retard de tel ou tel pays dans l'adoption de ces technologies qui freinerait la croissance et l'inadaptation des politiques publiques pour en soutenir la diffusion. S'il est avéré que les technologies d'information et de communication participent activement à la croissance des économies développées, les mécanismes de cette contribution restent encore obscurs, en dehors de l'effet direct qu'assure la très forte productivité du secteur productif des technologies d'information et de communication lui-même sur le reste de l'économie, tant par l'amélioration de la performance des produits que par la baisse continue de leurs prix.

1. Introduction

Après de nombreuses controverses qui ont alimenté une littérature économique abondante, les technologies de l'information et des communications (TIC) sont aujourd'hui reconnues comme étant à la source de la croissance de la productivité américaine des années quatre-vingt-dix (Jorgenson (2001), Oliner et Sichel (2000)). En effet, les processus de production et les modèles d'affaires ont été transformés en profondeur dans les secteurs tant producteurs des TIC qu'utilisateurs des TIC. C'est d'ailleurs à partir de ce consensus que le rapport Attali² les présente comme l'une des voies de la croissance. Néanmoins, la crise financière et économique de l'année 2008 suffit s'il en était besoin à démontrer que ce nouveau progrès technique ne s'accompagne pas de la fin des cycles. Ce n'est donc pas l'impact des TIC sur le cycle court³ mais sur la tendance de long terme de la croissance, qui est l'objet de ce chapitre.

L'enjeu que posent les TIC aux macro-économistes est celui de la spécificité de ce progrès technique au regard d'autres progrès techniques qu'ont connues les économies dites développées au 18^e et 19^e siècle. Pour le dire autrement, est-il pertinent d'étudier les TIC en tant que tels et une étude générale de l'impact du progrès technique quel qu'il soit, ne suffirait-elle pas à comprendre et mesurer l'impact des TIC sur la croissance? La question de la spécificité des TIC, si elle était établie, introduit à des enjeux en termes de politiques publiques dont deux majeurs. En premier lieu, se pose la question du soutien qu'apporte l'Etat à ces innovations. L'intervention publique en France par exemple dans le domaine des chemins de fer au tournant du 19^e siècle est-elle à prendre en exemple? Au-delà du débat général autour de l'optimalité de l'intervention publique, la spécificité des TIC comme biens non rival, commun, à effets externes peut être à l'origine d'une intervention publique nouvelle et spécifique. En second lieu, la spécificité des TIC ouvre la question des inégalités salariales créées par ce progrès technique : les TIC sont souvent qualifiés de progrès technique biaisé en faveur d'un type de salarié, les plus compétents en TIC. Il s'agit alors de comprendre à qui profite la croissance générée par les TIC (salarié, firmes ou secteur) et quelle redistribution politique et sociale vers les exclus de ce progrès technique doit être mise en place.

¹ Chapitre dans 'Les Dilemmes de l'Économie Numérique', FYP Editions (2009). Auteurs : Maya Bacache, Télécom ParisTech, bacache@enst.fr, Laura Recuero Virto, OECD, laura.recuerovirto@oecd.org.

² Rapport Attali : 316 propositions pour "libérer la croissance française", janvier 2008.

³ C'est d'ailleurs parce que les TIC n'ont un impact que dans le moyen-long terme qu'il a été difficile d'en trouver une trace dans les statistiques.

Après avoir très brièvement rappelé comment les économistes comprennent et étudient le mécanisme de la croissance et ses sources, nous étudions plus spécifiquement l'impact des TIC sur la croissance pour terminer avec les limites d'une telle perspective.

2. Quelles sont les sources de la croissance ?

Aussi surprenant que cela puisse sembler, les économistes ont longtemps mis hors du champ de la science économique ce qui fait le cœur de l'enrichissement des nations. Les théoriciens classiques et néo-classiques, et ce jusqu'aux années quatre-vingts ont considéré diverses sources à la croissance mais qui avait un point commun : leur caractère exogène au modèle économique. La croissance était alors due à un progrès technique lié à une innovation issue elle-même du génie scientifique. Ces différentes explications renvoyaient la source de la croissance à un ailleurs, un domaine étranger à l'économie et qui relevait de la science.

Si le progrès technique était perçue comme exogène, il était néanmoins modélisé comme améliorant soit la productivité d'un des facteurs de production (principalement le capital ou le travail) soit la productivité totale des facteurs. Le taux de croissance de la production par tête (donc l'enrichissement des agents) est alors fonction du taux de croissance des différents facteurs de production (par exemple le taux de croissance démographique) et du taux de croissance du progrès technique (exogène donc). Empiriquement le progrès technique est identifié comme un résidu, c'est-à-dire comme la part du taux de croissance du PIB non expliquée par la simple croissance des facteurs de production que sont le capital et le travail⁴.

Cette explication de la croissance a eu des impacts importants en termes de politiques publiques. En effet, lorsqu'on se penche sur le cas des pays en voie de développement dont le taux de croissance démographique est important au regard des autres pays, il ne reste pour expliquer la faible croissance économique que la faiblesse du taux de croissance du capital physique. Par conséquent, on⁵ a longtemps considéré que les pays en voie de développement manquaient de capital et que la croissance économique dépendait de l'investissement et des politiques le favorisant.

Dans un tel cadre, en l'absence de progrès technique, la croissance a une fin. En effet, la croissance d'un des facteurs de production, si l'autre est maintenu constant, est soumise à la loi dite des rendements factoriels décroissants. L'accroissement d'un des facteurs de production contribue à augmenter la production mais à un taux moins important. Si l'on augmente le facteur démographique, la production augmente mais moins vite et la production par tête est donc décroissante. Par conséquent, l'accumulation d'un des deux facteurs de production ne suffit pas à enrichir à l'infini les nations. De plus, on suppose en général que la production se fait à rendements d'échelle constants : l'accroissement conjoint des deux facteurs de production d'un même taux s'accompagne d'un accroissement de la production au même taux. Par conséquent, dans le modèle de croissance canonique, dit de Solow (1956), le revenu par tête dans le long terme est dit stationnaire: le ratio capital sur travail est constant et le capital, le travail et le revenu par tête croissent à un même taux. L'investissement dans le capital dans un tel modèle ne peuvent modifier le taux de croissance de long terme mais uniquement affectent la vitesse de convergence vers cet état stationnaire.

Que reste-t-il alors pour expliquer l'enrichissement, en particulier celui des pays de l'OCDE depuis 1945 ? Le progrès technique qui lui n'est pas soumis à la loi des rendements

⁴ Croissance en quantité ou en qualité.

⁵ Voir le modèle dit Harrod-Domar.

décroissants et qui permet à la production par tête d'augmenter sans fin. Pour expliquer un taux de croissance de long terme, reste donc non l'accumulation dans un des facteurs de production mais le progrès technique qui modifie l'efficacité de la combinaison productive : avec la même quantité de travail et de capital on peut produire plus. Solow, en 1956 démontre ainsi empiriquement que le résidu explique les 4/5 de la croissance américaine.

Pourtant, ces théories de l'exogénéité achoppent sur l'observation empirique : la non-convergence des économies entre les pays dits développés et les pays en voie de développement. Pour les théoriciens de la croissance exogène, le revenu par tête converge entre les pays dans le long terme, lorsque les pays à faible ratio de capital par travailleur et donc à fort rendement de capital auront attiré le capital mondial, le progrès technique se diffusant gratuitement entre les pays. Cela signifie que les pays en voie de développement doivent tôt ou tard rattraper les pays dits développés et que la croissance de ces derniers n'est qu'une avance de phase. Cette prévision a été cependant amèrement démentie par les faits⁶.

L'échec du rattrapage a ainsi suscité la naissance des théories de la croissance dite endogène⁷ qui expliquent le progrès technique, sa naissance et son accumulation. Si le progrès technique est généré par le système économique lui-même et si le progrès technique n'est pas gratuit, alors on devrait observer de la divergence entre les nations et non de la convergence. Une différence importante entre les théoriciens de la croissance endogène et leurs prédécesseurs est donc la « privatisation » du progrès technique. En effet, le progrès technique exogène est un bien public gratuit. Au contraire dans les théories de la croissance endogène, le progrès technique peut être approprié par une firme (on peut penser aux brevets pharmaceutiques par exemple). Un pays en voie de développement peut donc être exclu de la croissance privatisée aux bénéfices de certains. Ces débats autour de la gratuité du progrès technique ont un écho particulier dans le domaine des TIC où la question de la propriété intellectuelle est plus cruciale qu'ailleurs. Les théories de la croissance endogène fournissent par conséquent des explications au non-rattrapage: les économies d'échelle ou les effets externes permettent par exemple d'expliquer pourquoi les pays ayant le plus fort ratio de capital par travailleur sont aussi ceux qui ont le taux de croissance le plus important. Ces théories étudient donc les conditions initiales de la croissance, l'histoire et les chemins de dépendance historique (voir P. David (1985)), et plus généralement les conditions institutionnelles et juridiques (droit de propriété en particulier) qui sont des conditions plus ou moins favorables au progrès technique.

Les enjeux en termes de politiques publiques sont dès lors très différents : il s'agit non pas simplement d'augmenter ou de stimuler l'investissement mais plutôt de favoriser la formation des connaissances, la recherche et développement, les processus d'innovation, etc.

3. Les TIC : un progrès technique comme les autres ?

Quant il s'agit de s'interroger sur l'impact des TIC sur la croissance, la première question qu'on se pose est celle de la définition et de la mesure des TIC. Les indicateurs

⁶ A minima, on admet alors que des facteurs institutionnels jouent sur l'importance et la rapidité du rattrapage.

⁷ Les théories de la croissance endogène sont nées dans les années quatre-vingts autour des travaux de Griliches (1979) et suite à la thèse de Romer en 1986, qui tente de comprendre le résidu et ses déterminants. L'accumulation du capital physique, du stock de connaissance, des infrastructures, de la recherche et développement, permettent de contourner la loi des rendements marginaux décroissants et les rendements d'échelle constants.

certes ne manquent pas et nombreuses sont les institutions (dont l'UNESCO, l'UIT, l'OCDE, la Banque Mondiale et les comptabilités nationales) qui proposent leur définition et leurs indicateurs : du nombre d'utilisateurs d'internet pour mille habitants, à la part de la consommation liée aux TIC dans le PIB, en passant par le nombre d'ordinateurs, de bande passante disponible, ou de téléphonie mobile etc. Il n'y a pourtant pas de définitions très stables et consensuelles des TIC qui permettent de les identifier à un unique indicateur. Usuellement, et dans le cadre de la comptabilité nationale, on distingue trois types d'actifs liés aux TIC : matériel informatique, équipements de communication et logiciels informatiques. L'enjeu est alors de corréliser cet indicateur quel qu'il soit à la croissance macroéconomique. Le débat tourne donc assez rapidement sur la bonne mesure et de nombreux articles de recherche se penchent sur le paradoxe de Solow (« on voit les ordinateurs partout, sauf dans les statistiques de productivité » (1987)) et tentent de le résoudre par l'insuffisance de l'appareil statistique à mesurer correctement les TIC.

Le deuxième enjeu pour la macroéconomie est de comprendre quel facteur de production modifie les TIC : les technologies de l'information et de la communication relèvent-elles plutôt d'une amélioration de l'efficacité des facteurs de production (capital ou travail) ou modifient-elles directement le processus de production et la productivité totale des facteurs ? Ainsi le progrès technique peut être dit encastré dans les machines ou les hommes : les TIC modifient l'efficacité du capital en augmentant la rapidité des machines (des machines plus productives peuvent alors être substituées aux hommes (*capital deepening*) ce qui augmente la productivité du travail), l'efficacité des hommes en améliorant le traitement de l'information et le temps de traitement d'une tâche. Mais les TIC modifient également la productivité totale des facteurs par exemple en améliorant le management, en réduisant les coûts de transaction ou tout simplement en étant une innovation de la combinaison productive. Les investissements en recherche et développement, l'entrée de nouvelles firmes plus productives améliorent la productivité totale des facteurs. En effet, le secteur des TIC est caractérisé par une intensité forte en recherche et développement relativement aux autres secteurs : en moyenne 30% de l'investissement total en R&D est dû au secteur des TIC dans les pays de l'OCDE sur la période 1990- 2000 (OECD, 2002). Les technologies de l'information et de la communication peuvent donc être considérées comme une forme d'accumulation du capital (utilisation d'équipements plus productifs), comme une amélioration du facteur travail (amélioration des connaissances) ou comme un progrès technique (réduction des coûts de transaction, réorganisation du processus de production).

Par ailleurs, les TIC améliorent le flux d'information et de connaissance technologiques qui sont disponibles pour les autres secteurs. Les TIC diminuent donc le coût de production des autres secteurs et par conséquent les prix. Ces effets externes expliquent en particulier pourquoi le progrès technique spécifique des TIC se diffuse rapidement et a un impact relativement important sur l'ensemble de l'économie et sur les autres pays *via* le commerce international. Cela explique d'ailleurs également pourquoi l'impact des TIC sur l'ensemble de l'économie est si difficile (voire impossible) à mesurer avec précision. Les TIC améliorent la circulation de l'information et plus généralement réduisent les coûts de transaction⁸. Malone et al. (1994) soutiennent en effet que les TIC réduisent les coûts de transaction et développent ainsi les mécanismes de marché.

Au total, le consensus se fait dans la littérature économique pour privilégier deux canaux de transmission principaux : les TIC impactent la croissance du revenu par tête *via* la

⁸ Coase (1996) distingue quatre types de coûts aux mécanismes de marché : les coûts de recherche, de contrat, de négociation et de monitoring.

productivité globale des facteurs (qui pour une quantité donnée de capital et de travail permet de produire plus) et via la substitution du capital au travail (*capital deepening*) induite par la baisse du prix relatif de l'investissement (ce qui élève la productivité du travail).

Le troisième enjeu, et le principal peut-être, est celui de la spécificité des TIC par rapport à d'autres progrès techniques. A ce titre, les TIC présentent diverses caractéristiques: les externalités de réseau, la gratuité de l'information, l'aspect bien non rival, etc. Par exemple, la présence d'effets externes nous permet d'anticiper une diffusion plus rapide et importante d'une innovation dans un secteur à l'ensemble de l'économie que dans d'autres innovations. Enfin, et peut-être plus important, les innovations dans le domaine des TIC ne semblent pas être une rupture ou un choc mais bien un processus. Les TIC se caractérisent ainsi par l'amélioration continue et rapide des performances. A ce titre, les prix des matériels informatiques, en tenant compte de l'amélioration de la qualité des produits⁹, ont baissé en moyenne de 20% par an depuis les années quatre-vingts.

Contrastant avec l'ensemble des travaux académiques, R. Gordon, a alimenté la polémique en minimisant la spécificité des TIC et leur impact au regard d'autres innovations majeures comme le chemin de fer. Néanmoins, des travaux plus récents (Crafts 2002) ont analysé la spécificité des TIC et ont montré au contraire la supériorité des TIC, mesurée par son impact sur la croissance, relativement à la machine à vapeur ou l'électricité par exemple.

Au-delà de ces débats théoriques, que faut-il retenir en termes empiriques ? Les contributions des économistes à ces questions sont loin d'être tranchées, en particulier en raison des questions sur les mesures que nous avons évoquées. Néanmoins, on estime que 0.53 points de la croissance mondiale moyenne du PIB entre 1989 et 2003 (qui est de 3,45%) sont dues à la contribution des TIC au facteur capital (Jorgensen et Vu 2005) ; 1.8 point de la croissance de la productivité du travail aux Etats-Unis entre 1996 et 2001 (qui se monte à 2,4%) est due à la contribution des TIC (Oliner et Sichel 2003) ; la contribution des TIC à la productivité totale des facteurs est de 0.4 points sur les 2% observés sur la période 1995-1999 (Lee et Khatri 2003). Au total, la contribution des TIC à la croissance est entre 0.18 et 0.48 point de pourcentage par an selon le pays entre 1990 et 1995. Sur la période 1995-2000, la contribution des TIC est entre 0.33 et 0.86 point de pourcentage. L'impact le plus élevé des TIC s'observe aux États-Unis (0.86 point de pourcentage en moyenne sur la période 1995-99, Colecchia et Schreyer (2001)). Plus simplement, et en résumé, les TIC ont contribué pour un tiers de la croissance américaine et pour un quart de la croissance française entre 1995 et 2000.

4. Conclusion et limites de l'approche macroéconomique des TIC

Les travaux macro-économétriques sont par nature très fragiles lorsqu'il s'agit de tester la corrélation entre les TIC et la croissance. La mesure de l'investissement, en particulier en TIC, est délicate. Les informations statistiques et comptables dans le cadre de la comptabilité nationale sont tout à fait insuffisantes. Cette difficulté est renforcée dans le cas des TIC relativement à d'autres types d'investissement pour trois raisons principales : les comptabilités nationales des années quatre-vingt-dix comptabilisaient encore mal ce type d'investissement nouveau ; le matériel informatique se renouvelle vite donc il est délicat de distinguer les effets prix des effets volumes même si les techniques des prix hédonistes

⁹ La méthode dite des prix hédoniques permet de distinguer les différentes qualités d'un bien donc d'isoler dans l'évolution du prix ce qui relève de l'inflation et ce qui relève de l'amélioration de la qualité.

permettent en partie de régler cette difficulté ; les TIC sont largement diffusées au-delà de ce qui est comptabilisé comme investissement et en particulier informatique.

Au-delà des difficultés de mesure, il existe de réelles difficultés économétriques pour tester la corrélation macroéconomique entre les TIC et la croissance. Les régressions du taux de croissance se heurtent à la difficulté d'omettre des variables explicatives (institutionnelles par exemple) en plus de la croissance des inputs et des progrès technique et le biais qui en résulte dans l'estimation des coefficients peut expliquer la forte rentabilité estimée des TIC. Notons également un problème d'endogénéité inhérent à ces études puisqu'une croissance plus forte se traduit par un pouvoir d'achat des ménages plus élevé ce qui relance la demande des services associés aux TIC. Ce problème du sens de la causalité peut bien entendu être traité en partie mais le manque de recul temporel demeure une difficulté pour le traiter entièrement. Par ailleurs les séries temporelles sont non stationnaires ce qui induit une fausse corrélation entre l'investissement et le revenu, erreur qu'une simple régression des taux de croissance ne suffit pas à corriger. Inversement, les problèmes de mesure des TIC contribuent à affaiblir l'impact des TIC sur la croissance. Pour ces nombreuses raisons techniques, la science économique a privilégié une approche plus microéconomique qui nous semble plus convaincante aujourd'hui. Si l'impact des TIC sur la croissance n'est plus aujourd'hui à établir, reste donc de nombreux axes de recherches à faire aboutir en particulier le canal spécifique aux TIC ou les mécanismes microéconomiques de productivité liés aux TIC. Le dilemme plus politique que posent les TIC pour les politiques publiques est donc à la fois l'adéquation à la spécificité des TIC et à ces processus d'innovation mais peut-être surtout celui des inégalités issues de cette croissance, question abordée plus loin dans l'ouvrage.

Pour en savoir plus :

G. Cette, Y. Kocoglu, et J. Mairesse, 2004, « Diffusion des TIC et croissance potentielle », *La Revue Economie Politique*, vol. 114, n°1, janvier.

Coase, R.H., 1996, "The nature of the firm", In: *Firms, Organizations and Contracts. A Reader in Industrial Organization*. Buckley, Peter J. et Michie, Jonathan (eds.), 40-58, Oxford University Press.

Colecchia, A. et P. Schreyer, « La contribution des technologies de l'information et des communications à la croissance économique dans neuf pays de l'OCDE », *Revue économique de l'OCDE* 2002- 1-34, 165-186

Cohen, D. et Debonneuil, 2000, *Nouvelle Economie*, Rapport du CAE, La Documentation Française.

Crafts, N., 2002, « The Solow Productivity Paradox in Historical Perspective », CEPR, Discussion paper n° 3142, janvier.

Crepon, B., Heckel Th, et N. Riedinger, 2003, *Information Technologies and Productivity: Microeconomic Evidence for France*, mimeo Crest.

David, P., 1985, "Clio and the economics of QWERTY", *American Economic Review*, 75-2, 332-337

Gordon, R., 2000, "Does the New Economy Measure up to the Great Inventions of the Past?", *Journal of Economic Perspectives*, vol.14, n°4.

Griliches, Z., 1979, "Issues in assessing the contribution of research to productivity growth," *Bell Journal of Economics* 10(1), 92-116.

Heckel, Th., 2006, *Effets de l'informatisation sur la productivité et la demande de capital*, Thèse Université Pantéon Sorbonne.

Jones, C., et J. C. Williams, 1998, "Measuring the social returns to R& D," *Quarterly Journal of Economics* 108, 1119-1136.

- Jorgenson, D.W. (2001) « Information Technology and the U.S. Economy» *American Economic Review*, 91(1), 1-32.
- Jorgenson, D., et K. Vu, 2005, "Information Technology and the World Economy" *Scandinavian Journal of Economics* 107:4, 631-650.
- Mairesse, J., G. Cette et Y. Kocoglu, 2000, « Les technologies de l'information et de la communication en France : diffusion et contribution à la croissance », *Economie et Statistiques* 339, 117-146.
- Malone, T. W., Yates, J. et B. Robert, 1994, "Electronic Markets and Electronic Hierarchies," In: *Information Technology and the Corporation of the 1990s*. Research Studies. Allen, Thomas J. and Scott Morton, Michael S. (eds.), 61-83, Oxford University Press, New York.
- Malone, T. W. et K. Crowston, 1994, "The interdisciplinary study of coordination", *Computing Surveys* 26, 1, 87-119.
- OECD, 2002, *Measuring the information technology*, Paris.
- Oliner, S. et D. Sichel, 2000, « The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story? », *Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 3-22.
- Oliner, S. et D. Sichel, 2003, "Information technology and productivity: where are we now and where are we going?" *Journal of Policy Modeling*, 25:5, 477-503
- Lee, H., et Y. Khatri, 2003, "Information Technology and Productivity Growth in Asia", FMI Working Paper 03/15
- Rapport du Groupe de travail, 2006, *Impacts macro et microéconomiques des Technologies de l'Information et de la Communication, Etat des connaissances en 2006*, Piloté par la DGTPE, l'INSEE et la Mission pour l'Economie Numérique
- Romer, P., 1986, "Increasing returns and long run growth" *Journal of Political Economy* 94(5), 1002-1037.
- Solow, R. M., 1956, "A contribution to the theory of economic growth," *Quarterly Journal Economics* 70, 1, 65-94.
- Solow, R. M., 1957, "Technical change and the aggregate production function", *Review of Economic Statistics* 39, 3, 312-320.