

Galiegue Xavier

Laboratoire d'Economie d'Orléans, UMR 6221. Faculté de Droit d'Economie et de Gestion BP 6739 45067 Orléans Cedex 2 xavier.galiegue@univ-orleans.fr

Last years an acceleration of the economic convergence and technological catch-up of developing countries arised, with higher manufactured production growth rates for these countries than for industrialized countries. A wide, although unequal, diffusion of old and recent technologies in developing countries explains this situation, while scientific innovation and inventions remain located in industrialized countries. This catch up process can be studied using agreggate models which determine the position of each countries on a world technological frontier. The models with homogeneous labor factor can evaluate the contributions of capital deepening, efficiency gains and technogical progress, with a leading contribution of the former. Models with heterogeneous labor (qualified and unqualified) lead to more accurate results, regarding the choice of an appropriated technology for developing countries. Lastly endogenous growth models point out two different growth regimes, «investment based» or «innovation based», and study the condition of the transition between them. It allows mainly to explain in the same framework, «leapfrogging» as «growth trap» situations.

KEYWORDS: Development economics, Economics of innovation, Economics of knowledge, Technological Diffusion, Convergence and catch-up process .

Code JEL: O140 O47

I INTRODUCTION

Depuis les travaux de Gerschenkron (1962), l'étude du processus de rattrapage a abouti à un ensemble de résultats consensuels mais aussi à des interprétations divergentes. Elle décrit des processus de rattrapage qui sont accélérés par la mise en oeuvre d'investissement massifs et de dispositifs institutionnels considérés comme collusifs et non compétitifs. Mais elle insiste dans ses développements les plus récents sur la nécessité de l'ouverture de l'économie, sur sa perméabilité à l'investissement direct étranger et sur sa libéralisation (Keller, 2004). Elle étudie aussi des processus qui n'ont rien de passages obligés: un modèle de croissance initialement prometteur peut avorter et tomber dans des trappes, reposant sur des mauvaises spécialisations et une absence patente de compétitivité. Au contraire des pays suiveurs peuvent connaître des évolutions accélérées qui leur permettent de court-circuiter les étapes intermédiaires du développement (Brezis, Krugman et Tsiddon (1993)). De ce point de vue les évolutions récentes aboutissent à des résultats en apparence contradictoires: d'une part on observe un processus de rattrapage accéléré, qui concerne maintenant des pays-continent comme l'Inde et la Chine; d'autre part une nouvelle fracture semble se créer, entre les pays de frontière technologique, réputés maîtriser l'économie de la connaissance, et les pays immédiatement suiveurs, victimes d'un nouveau décrochage (Acemoglu D, Aghion P. et Zilibotti F, 2004). Alors que les pays les plus éloignés de la frontière technologique obtiennent les taux de croissance les plus élevés, ceux qui s'en approchent connaissent maintenant une décrochage vis à vis des pays qui se trouvent sur cette frontière elle-même. Cette frontière serait plutôt un horizon pour un grand nombre de pays, s'éloignant au moment où ils semblent l'atteindre.

L'objet de cet article est de mettre en perspective ces différents aspects du processus de rattrapage, en insistant sur la remise en question qu'apportent les technologies de l'information. Le schéma traditionnel, adopté encore massivement par les pays en développement, les voit adopter progressivement les technologies les plus banalisées, en suivant en cela une stratégie d'imitation et d'adoption. Cette stratégie leur permet de bénéficier d'un taux de croissance élevé de leur production et de leur productivité, sans assurer de dépenses de recherche développement

ni s'investir dans des activités innovantes. Si ce schéma reste toujours dominant, les technologies de l'information viennent le modifier: on voit notamment les technologies de l'information les plus récentes être adoptées par les pays en voie de développement dans des secteurs traditionnels comme la pêche ou l'agriculture et dans celui des services à haute valeur ajoutée, comme les services informatiques. Simultanément leurs exportations s'enrichissent de biens de haute technologie, qui concernent toutefois leurs dernières phases de montage. Cette situation s'explique par le rôle ambivalent des technologies de l'information et de la communication: leur coût d'appropriation est à la fois bas lorsqu'il s'agit d'en trouver des applications adaptées aux pays en développement et très élevé lorsqu'il faut maîtriser l'ensemble d'une technologie ou d'un bien système complet. Ainsi l'économie de la connaissance peut aboutir à un «digital divide» ou un «digital provide», sachant que ce «digital provide» ne peut apparaître que si un niveau minimum d'investissement en infrastructures et en capital humain est réalisé.

De manière plus précise, il s'agit ici de donner quelques éléments de réponse aux questions que pose le processus de convergence et de rattrapage technologique («catch up») actuel. Ces éléments de réponse proviennent de deux sources principales, qui feront les deux parties de l'article. Tout d'abord, l'étude du processus de diffusion des technologies s'est enrichi récemment d'un ensemble de travaux empiriques à partir de bases de l'ONUDI et de la Banque Mondiale (Keller, (2004), Comin et Hobjin, 2004, Banque Mondiale (2008)), qui constatent une accélération de la diffusion des technologies dans les pays en développement. Ces résultats seront présentés dans une première partie. Ensuite les liens entre croissance, innovation et diffusion technologique ont été renouvelés grâce au développement des modèles de croissance endogène et de frontière d'efficacité, qui ont été appliqués aux pays les plus avancés comme aux pays en développement. Ces travaux, qui seront présentés dans une deuxième partie, permettent de comprendre les situations de rattrapage accéléré comme de blocage de la croissance, tout en insistant sur la nécessité du choix d'une technologie appropriée.

La période récente a connu une croissance remarquable de la production des pays en développement, dont les causes ont été abondamment détaillées, dans le récent Rapport sur les Perspectives économiques mondiales (Banque Mondiale, 2008). Cette croissance concerne principalement la production manufacturière (Figure 1), et ne repose pas sur les seules contributions du capital et du travail: elle s'explique principalement par l'augmentation de leur productivité totale des facteurs (PTF) (Figure 1).

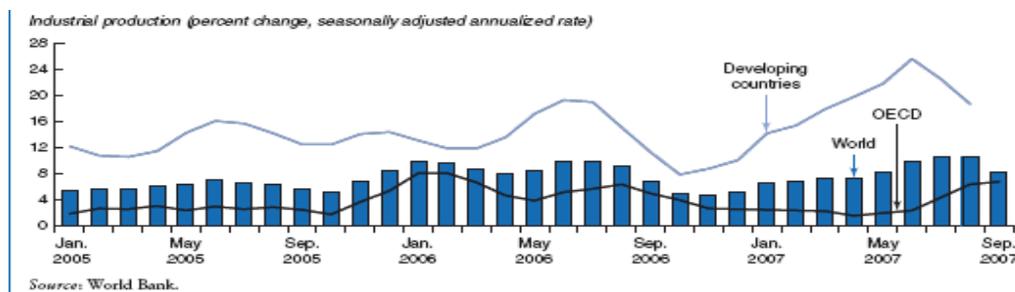


Figure 1 Production manufacturière, Pays de l'OCDE, et en développement, 2005-7

II. Des disparités encore considérables de niveau et de croissance de la productivité

L'accroissement observé de la production et de la productivité industrielles des pays en développement provient pour l'essentiel de l'adoption/adaptation de nouvelles technologies. Il faut noter toutefois que ces disparités entre les niveaux de Productivité totale des facteurs restent considérables, à la fois entre pays industrialisés et pays en développement, et à l'intérieur de ce

groupe de pays lui-même, comme on peut le voir sur le tableau 1: pour le groupe des pays à revenu intermédiaire, la productivité du travail se situe à un niveau

	TFP relative to that of the United States, 2005	Annual TFP growth, 1990-2005
Regions	(index, U.S. = 100)	(annual percentage change)
East Asia and the Pacific	8.4	5.1
Europe and Central Asia	21.7	2.2
Latin America and the Caribbean	19.3	0.2
Middle East and North Africa	13.3	0.5
South Asia	5.8	2.3
Sub-Saharan Africa	5.6	0.2
Income groups		
High-income OECD countries	77.1	1.3
High-income non-OECD countries	53.1	0.7
Upper-middle-income countries	23.7	1.2
Lower-middle-income countries	9.6	3.2
Low-income countries	5.2	1.7

Source: Ponce 2006.

Note: OECD = Organisation for Economic Co-operation and Development; TFP = total factor productivity.

Tableau 1 Niveau et taux de croissance de la productivité totale des facteurs, en proportion du niveau Productivité totale Productivité

compris entre 23,7% et 5% de celui de la productivité totale des Etats-Unis, pour respectivement les pays à revenu intermédiaires haut et bas. De plus le mouvement de rattrapage est concentré à fois sur géographiquement et en termes de revenu: il concerne d'abord massivement des pays d'Asie de l'Est et du Sud, et les pays à revenu intermédiaire bas, qui connaissent un taux de croissance de la PTF dépassant les 3%. Par contre les les pays à «revenu intermédiaire haut» comme les pays à bas revenu connaissent des taux de croissance de leur PTF comparables à ceux des pays à haut revenu.

Si on suit le point de vue optimiste de la Banque Mondiale, le processus de rattrapage devrait s'accélérer, comme le montrent les figures suivantes présentant des projections à l'horizon 2027. On y voit que les pays en développement (figure de droite) devraient maintenir un taux élevé de croissance, s'expliquant par les trois contributions du travail, du capital et d'une croissance toujours forte de la productivité totale des facteurs.

III. Quelques données récentes sur le processus de diffusion des technologies

Dans son survey sur la diffusion internationale des technologies, Keller (2004) établit que les caractéristiques de bien semi public de la connaissance militent pour un processus de convergence et de diffusion accélérée des technologies: ainsi pour la plupart des pays 90 % du potentiel de croissance économique provient de sources étrangères. Ce résultat est confirmé par les travaux récents menés grâce à la création de la base de données HCCTAD (Historical Cross Country Technological Adoption Dataset) par Comin et Hobjin (2003). L'exploitation de cette étude a abouti à une premier ensemble de résultats sur 20 technologies et 23 pays (Comin et

Hobjin, 2004), qui ont été généralisés à 100 technologies sur 157 pays (Banque Mondiale, 2008) sur la période allant de 1788 à 2001. Elle aboutit à un ensemble de résultats convergents. Tout d'abord, le rythme d'adoption des techniques connaît une accélération continue, qui s'est accentuée depuis la seconde guerre mondiale (Tableau 2). Le temps d'adoption d'une technologie¹⁷⁴, initialement très long, a décru constamment sur les périodes les plus récentes: il a été de 180 ans pour la machine à vapeur dans le transport maritime, de 126 ans pour le transport de passager par chemin de fer, alors que sur la période 1975-2000 il baisse à 16 ans pour les téléphones mobiles. Cette accélération concerne principalement les technologies de l'information et de la communication, mais elle affecte aussi les autres domaines, comme le transport, les technologies industrielles ou les technologies médicales.

174 Ce temps d'adoption est défini comme le nombre d'années qu'une technologie met pour atteindre 80% des pays concernés par cette technologie. Le périmètre de ces pays, initialement restreint, s'est élargi progressivement avec le temps.

Technology	Period technology was initially discovered				Number of countries
	1750-1900	1900-50	1950-75	1975-2000	
	<i>(years following discovery until technology reached 80 percent of reporting countries)</i>				
Transportation					
Shipping (steam)	83				21
Shipping (steam motor)	180				57
Rail (passenger)	126				93
Rail (freight)	124				99
Vehicles (private)	96				153
Vehicles (commercial)	63				123
Aviation (passenger)		60			109
Aviation (freight)		60			103
Communications					
Telegram	91				77
Telephone	99				156
Radio		69			154
Television		59			156
Cable television		50			98
PC			24		134
Internet use			23		151
Mobile phone				16	150
Manufacturing					
Spindle (ring)	111				50
Steel (open hearth furnace)	125				50
Electrification	78				155
Steel (electric arc furnace)		92			91
Synthetic textiles		36			75
Medical (OECD only)					
Cataract surgery	251				19
X-ray		93			27
Dialysis		33			29
Mammography			33		18
Liver transplant			28		29
Heart transplant			28		27
Computerized axial tomography (CAT) scan			18		29
Lithotripter				15	26
Average (excluding medical)	106.9	60.9	23.5	16.0	
Average (including medical)	118.9	61.3	25.7	15.5	

Source: Calculations from CHAT database (Comin and Hobijn 2004).

Tableau 2 Temps d'adoption des technologies

Source: Banque Mondiale, 2008

Une deuxième caractéristique forte est que l'adoption des technologies est soumise à des effets de seuil particulièrement sensibles. Pour cela, l'étude menée pour la Banque Mondiale utilise la notion de seuil de pénétration, qui correspond au taux d'adoption d'une technologie en proportion du niveau moyen atteint par les 10 pays utilisant le plus intensivement une technologie. Si on prend l'ensemble des pays concernés par la base, il faut plus de temps pour atteindre un taux de pénétration de 5% que pour passer au seuil de 25%. Ainsi au début du siècle il fallait 52 ans pour qu'une technologie atteigne le seuil de 5% et seulement 13 ans supplémentaires pour rejoindre le seuil de 25%. Evidemment ces temps de dépassement de seuil se raccourcissent avec le temps, spécialement depuis 1975, puisqu'ils passent respectivement à 16 et 3 ans.

	1800-00		1900-50		1950-75		1975-2000	
	Threshold 5%	25%	Threshold 5%	25%	Threshold 5%	25%	Threshold 5%	25%
	<i>(years from discovery until threshold reached)</i>							
Regions								
East Asia and the Pacific			60	69	23	28	18	21
Europe and Central Asia	91	117	47	57	25	30	18	21
Latin America and the Caribbean	71	105	54	72	30	35	18	21
Middle East and North Africa	97	118	58	67	25	29	18	21
South Asia			52	62	—	—	—	—
Sub-Saharan Africa	85	109	56	69	—	—	18	21
Income groups								
High-income OECD countries	63	91	46	60	20	24	13	17
Other high-income countries	95	112	57	65	20	25	15	18
Upper-middle income countries	83	110	51	64	26	31	18	21
Lower-middle income countries	86	114	57	69	—	—	20	22
Low-income countries			56	68	—	—		
World	76	102	52	65	22	26	16	19
Developing countries	84	111	54	67	26	31	18	21

Source: World Bank calculations using the CHAT database (Comin and Hobijn 2004).
Note: The sample is restricted to only those 567 country-technology pairings where the 25 percent threshold was reached and that were below 10 percent when they appeared in the database; — = no data.

Tableau 3 Temps de diffusion des technologies

Enfin dans ce domaine on retrouve un des résultats obtenus au niveau des données agrégées, à savoir que la convergence n'a rien d'un processus obligé: beaucoup de nouvelles technologies ne parviennent pas à atteindre ces seuils dans les pays en développement. Ainsi sur les 102 couples pays/technologies recensés sur la période 1975-2000, seuls 56 ont atteint le seuil de 25%, dont 24 pays en développement (soit 36% de leur nombre total) et seulement 6 (soit 9% du total), le seuil de 50%.

IV. La situation des pays en développement en termes de réalisations technologiques.

L'accès à l'économie de la connaissance est un processus complexe, aux dimensions multiples. On peut le mesurer à partir des intrants, qui apparaissent sous la forme des dépenses de RD et d'enseignement supérieur, ou sous la forme de la production de connaissance, à partir de la production de brevets, de publications ou de réalisations technologiques. De nombreux indicateurs ont été proposés pour synthétiser toutes ces informations sous la forme d'un indice unique, comme le Summary Innovation Index du tableau de bord européen de l'innovation (European Innovation ScoreBoard, UNU-MERIT, 2008). La Banque Mondiale a fait de même en proposant un «Indice de Réalisations Technologiques» (Index of Technological Achievement) dont la composition est déterminée à partir d'une analyse en composante principales. Cet indicateur prend en compte trois aspects, à savoir les innovations scientifiques et les inventions, la pénétration des anciennes technologies et celle des technologies récentes, auquel on ajoute un indicateur mesurant l'ouverture de l'économie aux technologies importées.

Si on suit les résultats obtenus dans le Rapport de la Banque Mondiale, on aboutit à un résultat en demi-teinte: le niveau des réalisations technologiques a connu une croissance considérable, quelle que soit la catégorie des pays considérés, et ce sont les pays de l'OCDE qui ont connu le plus fort accroissement absolu de cet indice, mais les pays à revenu plus faible ont connu les accroissements relatifs les plus élevés.

L'examen du détail des composants de l'indicateur révèle sans surprise que les pays à revenu élevés dominent massivement les pays en développement en termes d'innovation scientifique et d'invention, alors que les pays en développement présentent des indicateurs de pénétration des anciennes et des nouvelles technologies beaucoup plus élevés (de 50 à 60% pour les pays à revenu intermédiaire «haut», autour de 23 % pour les pays à bas revenu) même s'ils restent

encore inférieurs à ceux des pays développés. Evidemment la valeur de ces indicateurs diminue avec le revenu, lorsqu'on passe des différents niveaux intermédiaires au groupe des pays à bas revenu.

Par contre la variabilité de cet indicateur est très forte, et surtout elle a connu une croissance considérable sur la période qui va de 1990 au début des années 2000. Sur cette période la pénétration des anciennes technologies a été presque cinq fois plus importante dans les pays les plus pauvres, et quatre fois plus rapide pour la pénétration des anciennes technologies. Même dans le domaine de l'innovation scientifique, on trouve une forte croissance des innovations scientifiques et des inventions, atteignant presque le double pour les pays à revenu intermédiaire élevés. Mais évidemment ces accroissements considérables s'expliquent plutôt par le caractère très bas du point de départ des mesures réalisées.

En suivant le schéma habituel de la diffusion technologique, une hiérarchie très nette dans la

<i>(percent of level in high-income countries)</i>				<i>(index, percent increase in high-income countries = 100)</i>			
	Scientific innovation and invention	Penetration of older technologies	Penetration of recent technologies		Scientific innovation and invention	Penetration of older technologies	Penetration of recent technologies
High-income countries	100.0	100.0	100.0	High-income countries	100.0	100.0	100.0
Upper-middle-income countries	3.3	58.4	49.6	Upper-middle-income countries	191.6	220.8	162.3
Lower-middle-income countries	0.6	41.6	31.8	Lower-middle-income countries	157.1	251.8	145.8
Low-income countries	0.1	23.7	22.7	Low-income countries	63.7	480.4	411.3

Source: World Bank.

Tableau 4 Réalisations technologiques, en pourcentage du niveau de réalisation des pays à revenu élevé et en variation, 1990-2000.

situation des différents pays en termes de réalisations technologiques devrait apparaître, avec une domination des pays à revenu élevé dans le domaine de l'innovation scientifique et de l'innovation, s'atténuant lorsqu'on passe à la pénétration des anciennes et des nouvelles technologies.

Globalement les évolutions récentes confortent globalement ce schéma, mais il faut noter que les regroupements par niveau de revenu sont trompeurs: si on regarde la distribution des pays selon ces critères, on trouve en tête de chacune des classes de revenu des pays qui surpassent sur ces critères certains pays à revenu plus élevés: c'est le cas notamment dans le domaine des pénétration des anciennes comme des nouvelles technologies, où certains pays à revenu intermédiaires présentent des indicateurs supérieurs à ceux de pays à revenu élevés, et à l'intérieur de ce groupe des pays à revenu intermédiaire bas surpassent des pays à revenu intermédiaire haut. Le PIB par tête est de ce point de vue un indicateur très imparfait de la pénétration des technologies, les chevauchements observés provenant de l'influence des politiques et de la gouvernance sur cette dernière. Ainsi le groupe des pays à revenu intermédiaire réunit, entre autres, les pays d'Europe Orientale et d'Asie Centrale et d'Amérique Latine, dont les performances sont fortement divergentes du fait d'un investissement dans les infrastructures et dans l'éducation et la recherche beaucoup plus fort dans les premiers que dans les seconds.

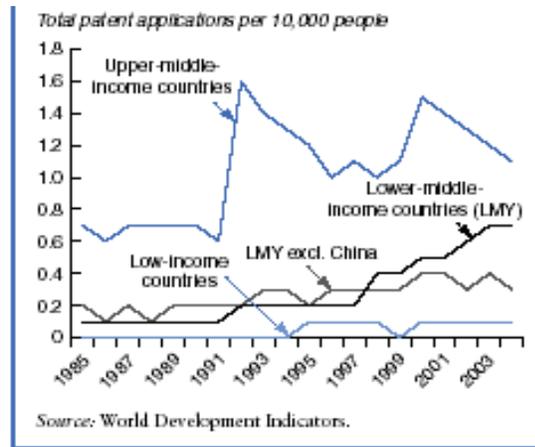


Figure 6 Dépôts de brevets, pour 10 000

Si on examine le détail des composants de l'indice, les innovations scientifiques et inventions sont massivement concentrées dans les pays industrialisés, mais on observe un fort accroissement de cet indicateur dans les pays à revenu intermédiaire, qui s'explique principalement par l'accroissement du nombre de brevets déposés, d'une part par les pays de l'ex-Union Soviétique dans les années 90, et d'autre part par la Chine (Figure 1).

Figure 1 Dépôts de Brevets pour 10000 habitants

En ce qui concerne la pénétration des anciennes technologies¹⁷⁵, celle-ci varie fortement entre pays, et est faiblement corrélée avec le PIB par tête à l'intérieur du groupe des pays en développement. Par contre les nouvelles technologies connaissent une diffusion accélérée dans ces pays. Ce résultat a plusieurs explications complémentaires. Tout d'abord certaines nouvelles technologies ont pu se substituer à des anciennes technologies, faiblement diffusées: c'est le cas de la téléphonie mobile, dont le taux de pénétration dépasse dans certains pays celui de la téléphonie fixe, et qui est source de gains d'efficacité dans le fonctionnement des marchés traditionnels de ces pays. Ensuite parmi les indicateurs de ces nouvelles technologies on trouve les exportations de produits de haute technologie, qui peuvent recouvrir des activités d'assemblage mettant en oeuvre de la main d'oeuvre non qualifiée, et qui sont assurés par les pays à bas revenu intermédiaire. Enfin même si une fracture numérique existe toujours entre les zones rurales et les zones urbaines, comme dans le cas de l'Inde, les pays en développement ont adopté des modèles d'utilisation de ces technologies qui permettent d'en pallier la faible diffusion: ainsi la diffusion des micro-ordinateurs reste encore très inégale et faible dans les pays en développement, confortant l'hypothèse de Caselli et Coleman (Caselli et Coleman, 2006) sur la complémentarité entre capital humain et diffusion des ordinateurs. Par contre l'utilisation d'Internet a connu une croissance beaucoup plus forte, avec en moyenne deux utilisateurs d'Internet par machine contre un dans les pays industrialisés, et même quatre utilisateurs dans le Moyen Orient, l'Afrique du Nord et l'Asie du Sud.

V. Conclusion

En guise de conclusion, il faut rappeler que les travaux menés récemment permettent d'établir que l'accélération du processus de diffusion des technologies semble durable, mais que ce processus nécessite encore et toujours une appropriation des techniques par les pays en développement.

¹⁷⁵ Ces techniques recouvrent l'électrification, les lignes fixes téléphoniques, les réseaux routier, ferré, et aérien, la mécanisation de l'agriculture et le recours à l'irrigation,

Cette appropriation se fait de manière naturelle pour les technologies anciennes et nouvelles déjà diffusées dans les pays industrialisés. Elle concerne aussi les inventions et innovations que les pays en développement les plus avancés tentent de développer. Ces pays doivent veiller à adopter les techniques les plus conformes à la qualification de leur main d'oeuvre, dont ils peuvent tirer des gains significatifs de productivité. Ils peuvent aussi utiliser les technologies de l'information et de la communication pour améliorer le fonctionnement de leurs secteurs traditionnels, comme l'attestent un certain nombre d'expériences récentes. Enfin leur stratégie de développement reste encore axée sur l'investissement, mais elle doit aussi viser à l'augmentation de la qualification de leur main d'oeuvre et à l'amélioration de leurs infrastructures. Ces deux dernières conditions sont garantes du succès de la diffusion des techniques, mais aussi du passage progressif à une stratégie axée sur l'innovation qui reste encore massivement l'apanage des pays les plus avancés. Ainsi les pays en développement doivent atteindre deux objectifs dont la conciliation est délicate: s'approprier les technologies leur permettant d'employer une main d'oeuvre nombreuse et non qualifiée, et accéder rapidement à l'économie de la connaissance au même titre que les pays industrialisés.

Références

1. Abramovitz M. (1986), «Catching up, forging ahead and falling behind», *Journal of Economic History* 46, 386-406.
2. Acemoglu D, Aghion P. et Zilibotti F. (2004), Distance to frontier, Selection and Economic Growth, NBER Working Paper 9066.
3. Ph. Aghion, N. Bloom, R. Blundell, R. Griffith, P. Howitt (2005), « Competition and Innovation: an inverted-U relationship, *Quarterly Journal of Economics*, Vol 120, n°2, p. 701-728.
4. B. Amable, L. Demmou, I. Lezdeba, Competition, Innovation and distance to frontier, CEPREMAP, Docweb n° 0706, Août 2007.
5. Ashraf N., Giné X., Karlan D., "Finding missing markets (and a disturbing epilogue): evidence from an export crop adoption and marketing experience in Kenya, Policy Research Working Paper n°4477, Janvier 2008.
6. Askenazy P., Cahn C. et Irac D. (2008), Competition, R&D and the Cost of Innovation, Note d'études et de recherche, Banque de France, Février 2008, NER-R 197.
7. Banque Mondiale, Perspectives économiques mondiales 2008, Janvier 2008.
8. Brezis E.S, Krugman P. R et Tsiddon D.(1993), Leapfrogging in international competition: a theory of Cycles in national technological Leadership, *The American Economic Review*, Décembre 1993, 83(5).
10. Chang Ha-Joon (2002), Kicking away the ladder: development strategy in historical perspective, London, Anthem Press.
11. Caselli F. et Coleman II W.J. (2001), Cross country technology diffusion: the case of computers, *American Economic Review- Papers and Proceedings*, 91, pp. 328-335.
12. Caselli F. et Coleman II W.J. (2006), The World Technology Frontier, *The American Economic Review*, Juin 2006.
13. Comin D. et Hobjin (2004), Cross Country technology adoption: making the theories face the facts, *Journal of Monetary Economics* 51, 39-83.
14. J.Faberger (1994), Technology and International differences in Growth rates, *Journal of Economic Literature*, Vol 32, p. 1147-75.
15. J. Faberger, D. Mowery et R. Nelson (2005), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, 2005.
16. J.Faberger et B. Verspagen, » Technology Gaps, Innovation-diffusion and Transformation: an evolutionary interpretation, *Research Policy* 31, p.1291-304, 2002.
17. Freeman C. et Louçã F. (2001), As times goes by. From the industrial revolution to the information revolution, Oxford, OUP.

18. Gerschenkron A. (1962), *Economic Backwardness in Historical Perspective*, Cambridge, Belknap Press.
19. Jensen R. (2007), The digital provide: information (technology), market performance and welfare in South Indian Fisheries Sector, *Quarterly Journal of Economics*, p. 879-924, Août 2007.
20. Keller W. (2004), International Technology Diffusion, *Journal of Economic Literature*, Vol XLII, Septembre, pp. 752-782.
- Kumar S. et R. Russel (2002), Technological Change, Technological catch-up and Capital deepening: relative contributions to growth and convergence, *The American Economic Review*, Vol 92 n°3.
21. D.Lederman (2007), Product Innovation by incumbent firm in developing countries, World Bank, WP2 4319, Aout 2007.
22. Sadik J. (2008), Technology Adoption, Convergence and divergence, *European Economic Review* 52, pp. 338-355.
23. Shin, Jang-Sup (1996), *The economics of the latecomers Catching-up, Technology Transfer and Institutions in Germany, Japan and South Korea*, London, Routledge.
24. Summers, Robert and Heston, Alan. "The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons, 1950–1988.", *Quarterly Journal of Economics*, May 1991,106(2), pp. 327–68.
25. Upton, D. and V. Fuller (2005) "The E-Choupal: Just Enough Bandwidth in Developing Agriculture." In *The Broadband Explosion*, edited by R. Austin and S. Bradley. Boston: Harvard Business School Press.
26. Vandebussche J., Aghion Ph. et Meghir C.(2006), « Growth, distance to frontier and composition of Human Capital”, *Journal of Economic Growth*, Vol 11, n°2, pp 97-127.