

# **Economie de la connaissance, Rattrapage et Diffusion des technologies: digital divide ou digital provide?**

**Xavier GALIEGUE**  
**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](mailto:xavier.galiegue@univ-orleans.fr)

**Rédaction Provisoire**

**Mai 2008**

## **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 et souvent contradictoires. 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, avec une forte intervention de l'Etat, comme Gerschenkron (1962) les a étudiés dans le cas de l'Allemagne. Mais elle insiste dans ses développements les plus récents sur la nécessité de l'ouverture de l'économie, sur leur perméabilité à l'investissement direct étranger et sur la libéralisation de leurs économies (Keller, 2004). Elle décrit aussi des processus qui n'ont rien de passages obligés: un processus de croissance initialement efficace peut avorter et tomber dans des trappes, reposant sur des mauvaises spécialisations et une absence patente de compétitivité. Au contraire des pays peuvent connaître des évolutions accélérées par lesquelles les pays suiveurs s'inscrivent dans un modèle de croissance en «saute mouton» (leapfrogging), en court-circuitant les étapes intermédiaires du développement (Brezis, Krugman et Tsiddon (1993)). Enfin certaines évolutions récentes semblent brouiller les cartes: d'un côté on observe un processus de rattrapage accéléré, qui concerne maintenant des pays-continent comme l'Inde et la Chine, mais de l'autre une nouvelle fracture semble se créer, entre les pays de frontière technologique, réputés maîtriser l'économie de la connaissance, et les pays suiveurs, victimes d'un nouveau décrochage (Acemoglu D, Aghion P. et Zilibotti F, 2004). Ainsi, alors que les pays les plus éloignés de la frontière technologique connaissent les taux de croissance les plus élevés, au contraire les pays qui se trouvent à son voisinage connaissent maintenant un décrochage vis à vis des pays les plus avancés, ceux 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 cette contribution 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 comme dans celui des services à haute valeur ajoutée, comme les services

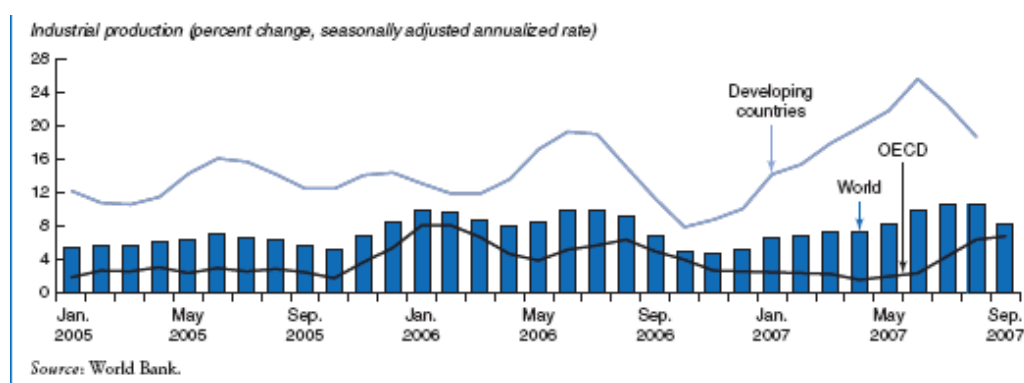
informatiques, alors que leurs exportations s'enrichissent de biens de haute technologie, même si elles concernent leurs dernières phases de montage. Cette situation s'explique par le rôle ambivalent des technologies de l'information et de la communication: leur coût d'appropriation est à la fois bas lorsqu'il s'agit d'en trouver des applications adaptées aux pays en développement (développement des centres d'appel, désenclavement de régions pas la téléphonie mobile) et très élevé lorsqu'il s'agit de 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.

L'objet de cet article est 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 trois sources principales, qui feront l'objet des trois 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), dont le plus important a été réalisé par la Banque Mondiale dans son Rapport sur les Perspectives économiques 2008. Ensuite les liens entre croissance, innovation et frontières technologiques ont été renouvelés grâce au développement de modèles de croissance endogène et de frontière d'efficience, qui concernaient initialement les pays les plus avancés mais qui intéressent aussi les pays connaissant un processus de rattrapage technologique. Enfin une troisième source réside dans des travaux menés sur des expériences récentes d'application des technologies de l'information et de la communication dans les pays en développement, dans des secteurs traditionnels comme l'agriculture ou la pêche qui de ce fait ont bénéficié d'un véritable «digital provide».

## II Quelques Faits stylisés sur le processus de rattrapage et de diffusion des technologies.

La période récente a connu une croissance remarquable de la production des pays en développement, qui vient accrédi-ter l'idée d'un processus de rattrapage. Ce processus concerne la plupart des pays en développement et ses causes ont été abondamment détaillées, comme dans le récent Rapport sur les Perspectives économiques mondiales (Banque Mondiale, 2008). L'une des caractéristiques les plus remarquables est de concerner la production manufacturière des pays en développement (Figure 1), et de ne pas reposer sur les seules contributions du capital et du travail: elle s'explique principalement par l'augmentation de leur productivité totale (TFT) (tableau 1).

Figure 1: Production industrielle, 2005-2007



## II.1 Des disparités encore considérables de niveau et de croissance de la productivité

Cet accroissement de la production et de la productivité industrielles provient pour l'essentiel de l'adoption/adaptation de nouvelles technologies par les pays en développement. 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 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 la fois géographiquement et en termes de revenu: il concerne d'abord massivement les 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%, alors qu'aussi bien les pays à «revenu intermédiaire haut» que les pays à bas revenu connaissent des taux de croissance de leur PTF comparables à ceux des pays à haut revenu.

Ce résultat est confirmé si on considère l'évolution de la distribution de la productivité du travail de 1965 à 1990, qui a glissé d'une allure unimodale à une allure bi-modale ( Tableau 2) (Kuma et Russel, 2002). En 1965 cette distribution fortement asymétrique présentait un regroupement autour d'une valeur approximative de 5000\$ par tête, suivi par une baisse progressive et un «plat» pour des revenus compris entre 10000 et 20 000\$ par tête correspondant au groupe des pays industrialisés au sens large. La distribution observée en 1990 présente au contraire deux maxima bien distincts, correspondant aux pays en développement et aux pays industrialisés. Malheureusement le travail réalisé en 2002 par Kumar et Russel ne porte que sur les données de 1990, mais il est clair que les évolutions récentes devraient conforter l'allure de cette distribution.

	TFP relative to that of the United States, 2005	Annual TFP growth, 1990-2005
	(index, U.S. = 100)	(annual percentage change)
<b>Regions</b>		
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
<b>Income groups</b>		
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: Poncet 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 des USA

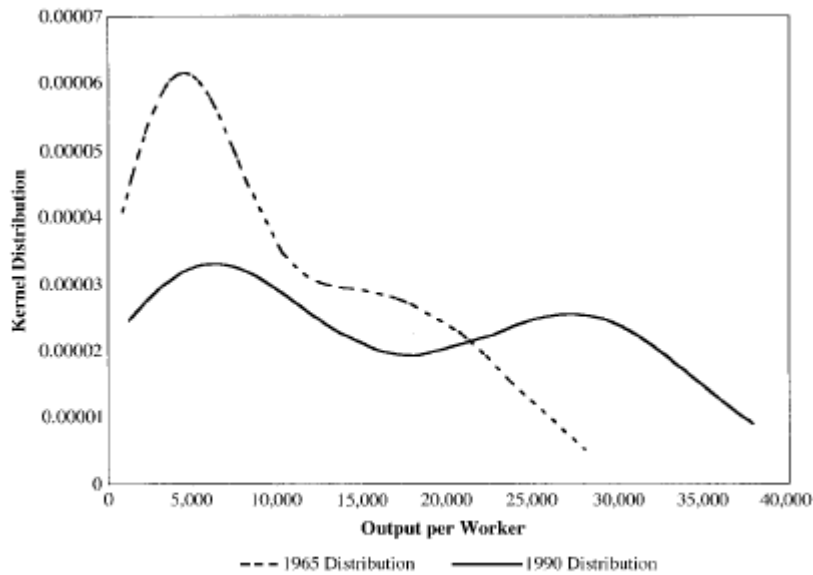


FIGURE 1. DISTRIBUTIONS OF OUTPUT PER WORKER, 1965 AND 1990

Figure 2 Distribution de la productivité du travail, 1965-1990

Source: Kuma et Russel, 2002

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 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.

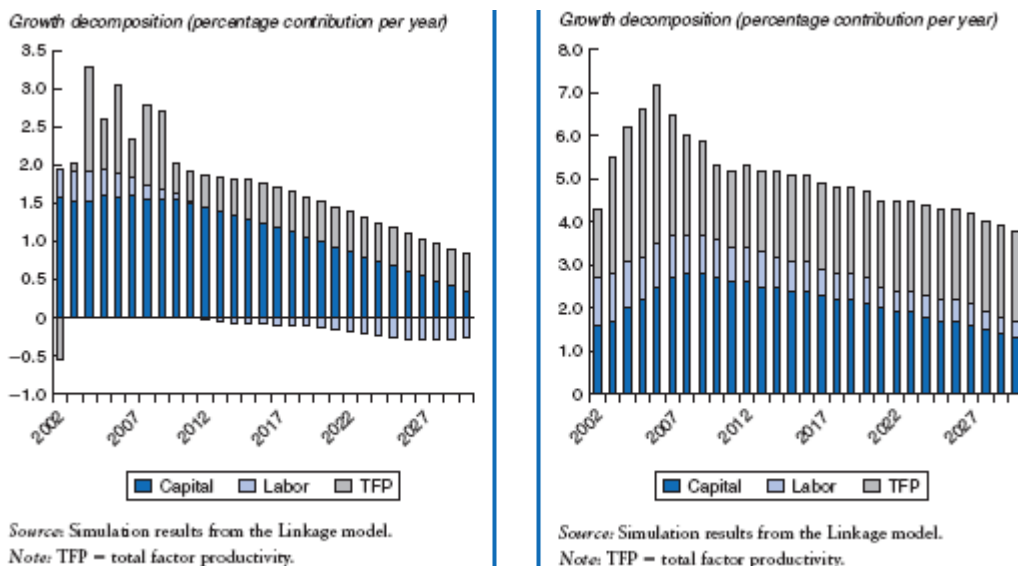


Figure 3 Taux de croissance 2002-2027: Pays à haut revenu et en développement

Source: Banque Mondiale, 2008

## II. 2 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 un 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, on observe une accélération continue du rythme de l'adoption des techniques, qui s'accroît depuis la seconde guerre mondiale (Tableau 2). Le temps d'adoption d'une technologie, défini comme le nombre d'années qu'une technologie met pour atteindre 80% des pays, initialement très long, a décliné 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.

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>				
<b>Transportation</b>					
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
<b>Communications</b>					
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
<b>Manufacturing</b>					
Spindle (ring)	111				50
Steel (open hearth furnace)	125				50
Electrification	78				155
Steel (electric arc furnace)		92			91
Synthetic textiles		36			75
<b>Medical (OECD only)</b>					
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
<b>Average (excluding medical)</b>	106.9	60.9	23.5	16.0	
<b>Average (including medical)</b>	118.9	61.3	25.7	15.5	

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

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 définit 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 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.

	1800-49		1900-50		1950-75		1975-2000	
	Threshold		Threshold		Threshold		Threshold	
	5%	25%	5%	25%	5%	25%	5%	25%
<i>(years from discovery until threshold reached)</i>								
<b>Regions</b>								
East Asia and the Pacific			60	69	23	28	18	21
Europe and Central Asia			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
<b>Income groups</b>								
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	—	—		
<b>World</b>	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

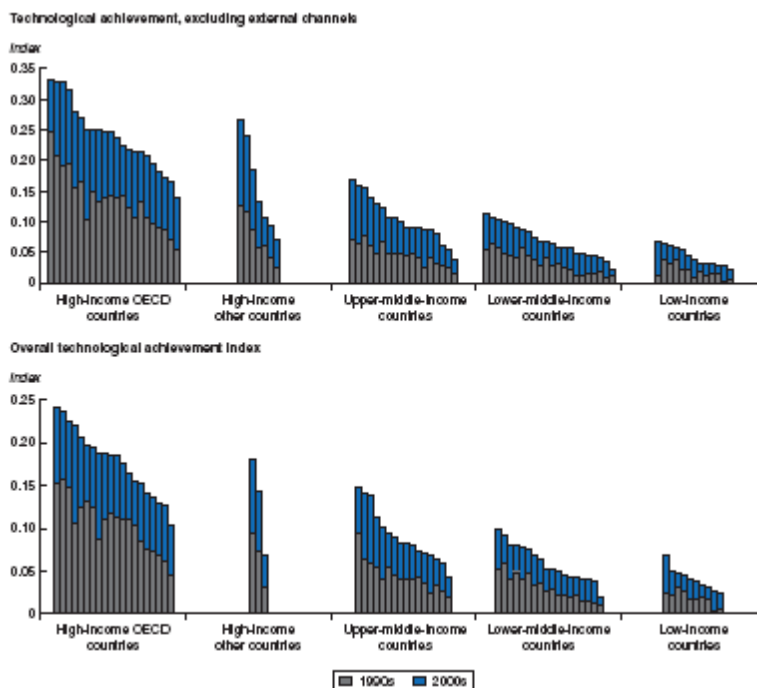
Enfin dans ce domaine on retrouve un des résultats obtenus au niveau des données agrégées, à savoir que la convergence n'a rien d'un processus obligé: beaucoup de nouvelles technologies ne parviennent pas à atteindre ces seuils dans les pays en développement. Ainsi sur les 102 couples technologies recensée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

### II. 3 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 la 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 brevet, 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 a été 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 par contre les pays à revenu plus

faible ont connu des accroissements relatifs les plus élevés, avec une forte variabilité qui entraîne des chevauchements entre catégories.



Source: World Bank.

Figure 4 Comparaison des niveaux de réalisations technologiques, à l'exclusion des sources extérieures de technologie, et global, 1990 et 2000

Si on examine le détail des composants de l'indicateur de réalisations technologiques, on observe 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.

	(percent of level in high-income countries)			(index, percent increase in high-income countries = 100)		
	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	100.0	100.0	100.0
Upper-middle-income countries	3.3	58.4	49.6	191.6	220.8	162.3
Lower-middle-income countries	0.6	41.6	31.8	157.1	251.8	145.8
Low-income countries	0.1	23.7	22.7	63.7	480.4	411.3

Source: World Bank.

Source: World Bank.

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

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.

Si on suit le schéma habituel de la diffusion technologique, on devrait observer une hiérarchie très nette dans la situation des différents pays en termes de réalisations technologiques: avec une domination des pays à revenu élevé dans le domaine de l'innovation scientifique et de l'innovation, qui s'atténue lorsqu'on passe à la pénétration des anciennes et des nouvelles technologies (figure 5). 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 des pays à revenu plus élevés: c'est le cas notamment dans le domaine de la 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, et 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.

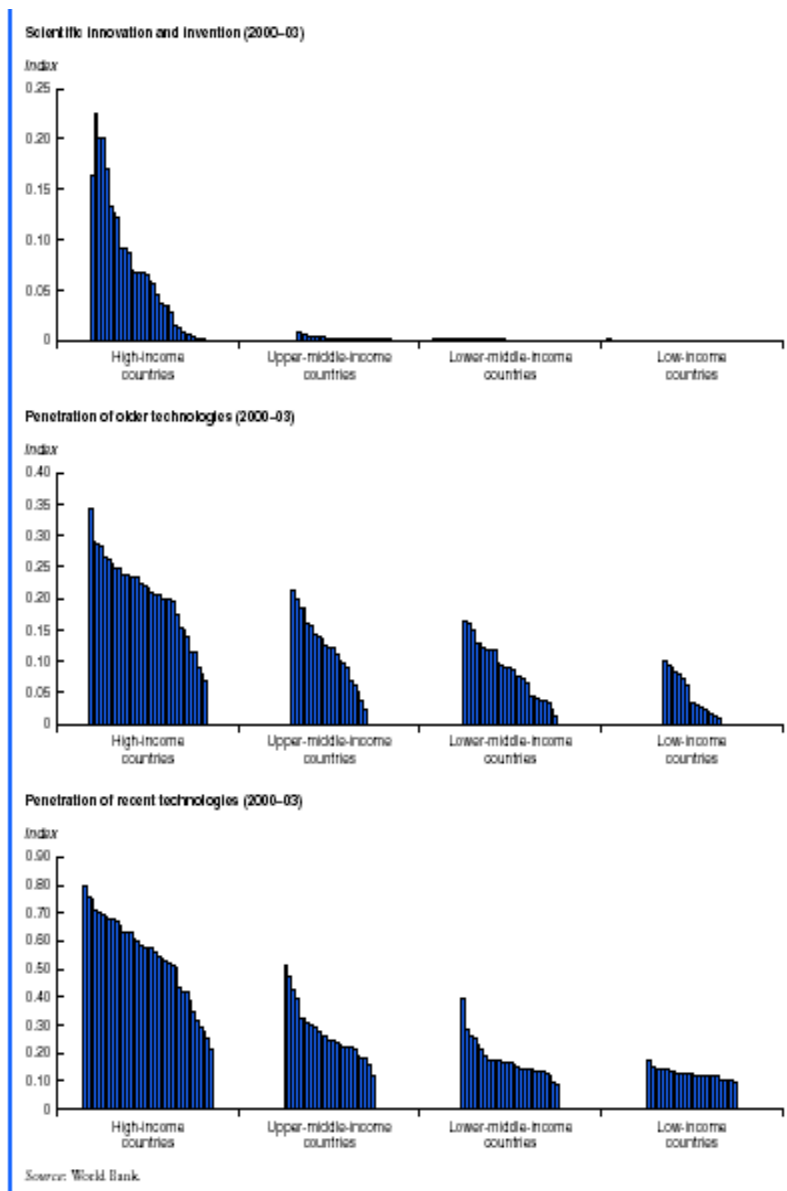


Figure 5 Réalisations technologiques, 2000-3

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 6 Dépôts de brevets, pour 10 000 habitants

En ce qui concerne la pénétration des anciennes technologies, qui concernent l'électrification, les lignes fixes téléphoniques, les réseaux routier, ferré, et aérien, la mécanisation de l'agriculture et le recours à l'irrigation, 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, faiblement diffusés: 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 (Jensen, 2007). 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 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. Cette diffusion a permis de développer un industrie de services dans ce domaine, sous la forme de centres d'appels et d'activités d'off shoring qui concernent un nombre croissant de pays à revenu intermédiaire haut et bas, au premier chef avec l'Inde. Certaines nouvelles expériences dans ce domaine seront détaillées dans la troisième partie de l'article.

### **III Rattrapage et Frontière technologique mondiale.**

#### **III.1 Quels facteurs de convergence économique et de rattrapage technologique?**

Les résultats récents tels qu'il apparaissent doivent être remis dans la perspective des travaux menés sur le processus de rattrapage à long terme. Ces travaux se sont initialement penchés sur l'expérience historique des pays industrialisés, la première étant celle du rattrapage de la Grande Bretagne par l'Allemagne au XIXème siècle, qui a été étudiée en détail par Gerschenkron (1962). Ont suivi des travaux sur le rattrapage des Etats-Unis par les autres pays industrialisés (Abramovitz (1986) et en particulier sur l'expérience asiatique (Chang (2002), Shin (1996)).

Par définition, cette littérature restreint son analyse au sous ensemble des pays qui ont été touchés par l'industrialisation, ce cercle s'étant progressivement élargi. Il est assez naturel que ces travaux ainsi décrivent les facteurs expliquant le décollage des pays s'inscrivant dans un mouvement de rattrapage, de «catch up», et l'échec de ceux qui l'ont manqué («fallen behind», selon l'expression d'Abramovitz). Les facteurs de convergence reposent sur une certaine «congruence technologique» et un ensemble d'aptitudes sociales («social capabilities») acquises par l'éducation et la recherche, auxquelles il faut ajouter une spécialisation à caractère volontariste sur des secteurs à fort potentiel de croissance (Gerschenkron, 1962).

Pour l'essentiel, si on suit la synthèse réalisée par Fagerberg, Mowery et Nelson (2005), l'expérience récente a suivi le schéma de Gerschenkron: les pays ayant convergé rapidement sont ceux qui ont stimulé leur congruence technologique par un investissement élevé dans l'éducation et la recherche, tout en accélérant l'adoption des technologies par une politique industrielle volontariste. Cette politique repose sur un ensemble de dispositifs institutionnels à caractère interventionniste et protectionniste: barrières douanières, canaux de financement spécifiques et ciblage des investissements. Selon Faberger et Verpsagen (2002), les évolutions récentes rendent plus difficile ce processus de rattrapage: d'une part les pressions des institutions internationales, suivant le consensus de Washington, ont poussé les pays en développement à libéraliser leurs économies en démantelant tous les dispositifs visant à protéger leur industrie, ce qui peut être

interprété comme un moyen de les évincer du processus de rattrapage (les faire tomber de l'échelle, «kick away the ladder», selon l'expression imagée de (Chang (2002))), d'autre part les conditions posées en termes de maîtrise des compétences techniques et de qualité des biens se sont considérablement renforcées. On verra toutefois que ce point concerne plutôt les pays s'approchant de la frontière technologique pour les revenus les plus élevés.

De son côté la Banque Mondiale, dans son rapport sur les perspectives Mondiales consacré à la diffusion des technologies dans les pays en développement, recense les facteurs contribuant à cette diffusion (Banque Mondiale, (2008), Annexe 1). Ces facteurs passent d'abord par l'existence de canaux de transmission de la technologie, qui transite par l'ouverture à l'échange international et à l'investissement direct étranger. L'influence des diasporas s'avère aussi déterminante dans ce processus de transfert de technologie. Les pays d'accueil des technologies doivent par ailleurs disposer d'une bonne capacité d'absorption de la technologie, qui réside dans une gouvernance et un climat favorable aux affaires («pro-affaire») et des politiques pro-actives. Ils doivent aussi bénéficier d'une bonne formation technologique de base et de possibilités de financement des entreprises innovantes. Enfin les politiques publiques d'investissement dans l'éducation et dans les infrastructures ne doivent pas être négligées.

### III.2 L'interprétation en terme de distance à la frontière technologique

De manière plus générale, l'étude du processus de rattrapage pose le problème de l'existence d'une frontière technologique mondiale, vers laquelle les pays en développement devraient tendre. La distance par rapport à cette frontière technologique mondiale permettrait d'expliquer le processus de rattrapage des pays les plus pauvres.

Il faut noter tout d'abord que la définition de cette frontière est problématique: elle doit correspondre à un ensemble de techniques, accessibles ou appropriables par des pays de niveau de revenus différents, puis évaluer la distance par rapport à cette distance. L'idée sous jacente est que le rattrapage peut aussi bien provenir d'un gain dans l'efficacité de l'utilisation des techniques que d'un transfert de cette technologie, ce qui pose le problème de leur adaptation.

Les modèles de frontière technologique se proposent de différencier les sources de la croissance de la productivité du travail contribuant au processus de rattrapage. Sur la figure 7, on trouve en abscisse le capital par tête  $k = K/L$  et en ordonnée la productivité du travail  $y = K/L$ . Les deux courbes représentent deux techniques données qui correspondent en une période donnée à la meilleure technique utilisable, pour une période de base b ou une période finale c. La technique c est supérieure à la technique b, parcequ'elle est apparue postérieurement à la technique b. Le passage de la productivité de  $y_b$  (point A) à  $y_c$  (point B) s'explique par trois facteurs:

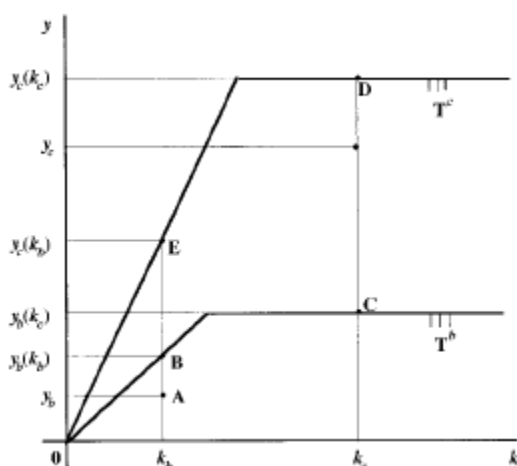


Figure 6 Décomposition des facteurs de croissance de la productivité

-tout d'abord l'effet de l'accroissement de l'intensité capitaliste, qui dans le cas présenté passe de  $k_b$  à  $k_c$  : il se traduit par un glissement le long de la frontière d'efficacité, soit le passage du point B au point C. C'est l'effet de «capital deepening» qui plafonne en  $y_b(k_c)$  lorsque les possibilités de substitution capital travail sont épuisées. Il est particulièrement sensible pour les pays en développement, dont l'intensité en capital est initialement faible.

- Ensuite l'effet d'efficacité, qui serait obtenu si le pays adoptait la meilleure technique en un instant donné. Il s'agit de la distance verticale séparant les point A et B sur la technique de base, ou l'écart entre la valeur finale observée  $y_c$  et  $y_c(k_c)$ . Une réduction de cette distance correspond à un phénomène de «catch up» technologique.
- Enfin l'effet du progrès technique, qui est représenté par le relèvement de l'ensemble de la frontière technologique, soit le passage des courbes B à E et C à D.

Un premier exercice dans ce domaine a été réalisé par Kumar et Russel, dans leur article sur la frontière technologique mondiale (Kumar et Russel, 2002). Selon ces auteurs, la processus de convergence s'expliquerait par un effet de «capital deepening», plus que par l'adaptation de nouvelles techniques. Ils utilisent pour cela un modèle à travail et capital homogène, évalué par une méthode d'enveloppement des données (Data Envelopment Analysis, DEA), en utilisant la base des Penn World Tables (Summers et Heston, 1991) sur 57 pays et sur la période 1965-1999. Sur la figure... qui présente la frontière technologique de 1990, les écarts verticaux correspondent donc à des écarts d'efficacité, ce qui signifie par exemple que le Paraguay ou le Sierra Leone apparaissent en 1990 comme des pays utilisant très efficacement leurs facteurs de production: «*L'interprétation littérale de ce résultat est que le Sierra Leone, un des pays les plus pauvres de l'échantillon, est pauvre parce qu'il est terriblement sous capitalisé, et non parce qu'il fait un usage inefficace du maigre capital dont il dispose*» (Kumar et Russel, op.cit.). On y constate aussi que des écarts considérables existent entre pays dans leur efficacité. Par contre ces écarts ne s'atténuent pas avec l'augmentation de l'intensité capitaliste. Il faut aussi remarquer que cette frontière est une ligne brisée: elle ne correspond pas à une technique unique utilisée par l'ensemble des pays, mais à un ensemble discret de techniques qui sont adoptées au fur et à mesure de l'augmentation de l'intensité capitaliste.

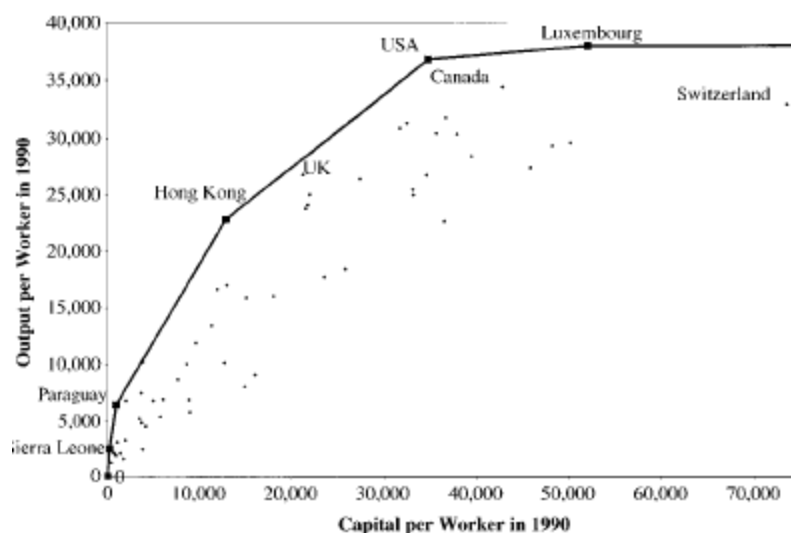


Figure 7 La Frontière technologique Mondiale, 1990

Source: Kumar et Russel, 2002

La figure suivante (figure 8) représente la superposition des frontières d'efficacité de 1965 et 1990, ce qui permet de repérer l'effet du progrès technique pur sous la forme d'un relèvement d'ensemble de la frontière technologique. L'effet du progrès technique «pur» semble plus concerner les pays industrialisés que les pays en développement, alors que les fluctuations de l'efficacité concerne

aussi bien des pays en développement que des pays industrialisés.

Si on décompose ainsi le rapport des productivités  $y_c/y_b$  en trois éléments, un indice d'efficacité, un indice de progrès technique, et un indice d'intensité capitaliste, on voit que c'est ce dernier qui domine. En annexe 2 figure le détail de la décomposition de la croissance de la productivité des 57 pays de la base, on y voit que la productivité du travail a augmenté sur la période et pour l'ensemble des pays de 75%, avec une contribution de plus de 58% pour l'intensité capitaliste, de 6,14% du progrès technique et de 5,23% de l'efficacité. Dans ce dernier cas cette contribution correspond à une réduction de dispersion, ce qui signifie que certains pays ont réalisé des gains et d'autres des pertes considérables d'efficacité: ainsi un grand nombre de pays d'Amérique Latine et certains pays d'Afrique ont connu des chutes de leur indice d'efficacité, comme l'Argentine qui se trouvait sur la frontière en 1965 et qui a chuté de plus de 35%, alors qu'au contraire Hong Kong a rejoint cette frontière en réalisant un gain de 120% sur la période considérée.

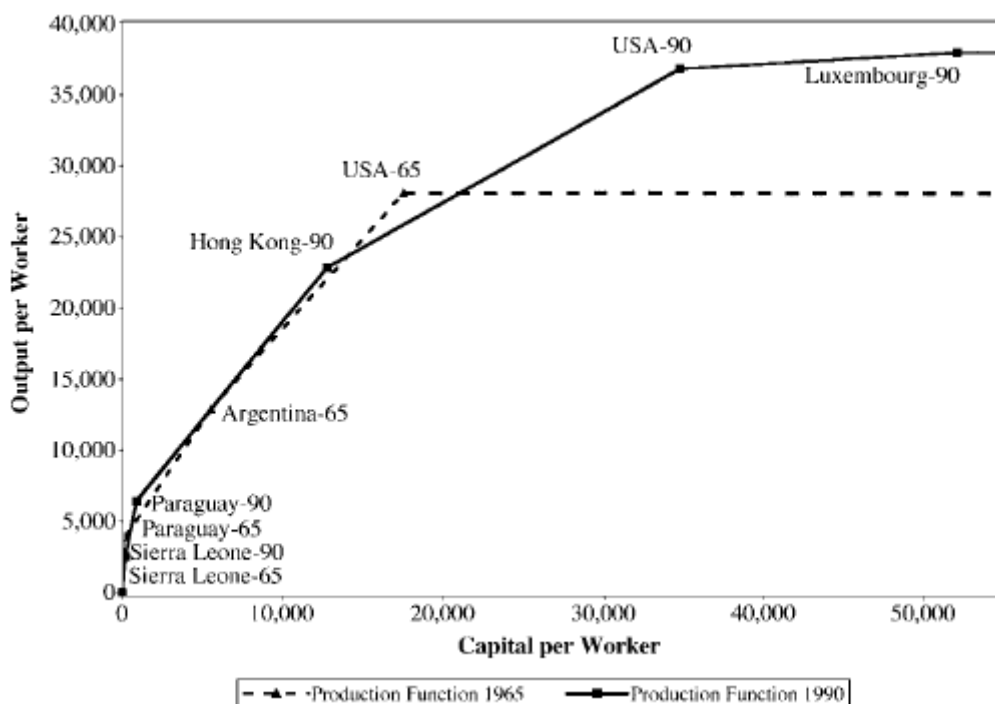


Figure 8 : La frontière technologique Mondiale, 1965-90

Source: Kumar et Russel, 2002

De manière plus générale, si on suit l'argumentation de Kumar et Russel c'est l'effet de «capital deepening» qui l'emporte très nettement dans l'explication de la convergence: par exemple dans le cas de la République de Corée, si la productivité a plus que quadruplé sur la période (+424,5%), c'est grâce à une contribution de 259% de l'intensité capitaliste, contre 2,87% au progrès technique et 41% à l'augmentation de l'efficacité. Le même résultat est observé pour les autres pays émergents de la base (Taiwan, Thaïlande), à l'exception de Honk Hong, et aussi pour les pays d'Europe du Sud et pour l'Irlande qui ont aussi connu un processus de rattrapage accéléré avec leur intégration à la Communauté européenne de l'époque. A l'inverse on observe pour les pays les plus industrialisés que c'est le progrès technique qui explique l'évolution de leur productivité. Selon Kumar et Russel, le changement dans la distribution de la productivité du travail (tableau 2) s'explique d'abord par l'augmentation de l'intensité capitaliste, l'efficacité ayant un effet ambigu et le progrès technique jouant plutôt en faveur des pays les plus riches.

### III.3 Frontière technologique mondiale et qualification de la main d'oeuvre.

Les travaux sur la frontière technologique mondiale se sont enrichis d'apports récents prenant en compte la qualification du travail. Les résultats obtenus par Kumar et Russel supposent en effet un travail homogène, ce qui s'oppose à un ensemble de faits empiriques et de résultats théoriques, obtenus aussi bien en théorie de la croissance que dans l'étude du commerce international. Les pays disposent en effet de dotations très différentes en travail qualifié et non qualifié, ce qui modifie l'ensemble des techniques à leur disposition et vient limiter l'influence de l'intensité capitaliste sur le niveau de la productivité du travail.

De manière plus générale, négliger l'influence de la qualification du travail aboutit à un biais défavorable vis à vis des pays en développement, puisque dans ce cas on rapporte une productivité faible à un facteur travail supposé homogène. Il faut au contraire définir dans l'ensemble des techniques disponibles, celles qui sont appropriables par ces pays, compte tenu de leur dotation en travail qualifié et non qualifié et en déduire les gains d'efficacité qu'ils pourraient en tirer. C'est ce qu'ont fait Caselli et Coleman (Caselli et Coleman (2006)) en construisant une frontière technologique mondiale, à partir d'un modèle CES utilisant deux types de travail, qualifié et non qualifié, considérés comme des substituts imparfaits. L'efficacité de ces facteurs est captée par deux facteurs d'efficacité  $A_u$  et  $A_s$  intégrés à la fonction de production. Le modèle permet de mesurer l'évolution absolue de ces deux facteurs et de leur efficacité relative  $A_s/A_u$ : l'évolution absolue d'un facteur  $A_s$  ou  $A_u$  en fonction de la productivité du travail est révélatrice d'un biais absolu en faveur du travail qualifié ou non qualifié, alors que celle de leur rapport  $A_s/A_u$  est révélatrice d'un biais relatif en faveur du travail qualifié (resp. non qualifié) si elle est positive (resp. négative).

Le travail de Caselli et Coleman a été réalisé sur un échantillon issu des mêmes données des Penn World Tables (Summer et Heston, 1991) que les travaux de Kumar et Russel. Il aboutit à une asymétrie dans ces biais: il existe un biais relatif en faveur du travail qualifié, mais un biais défavorable absolu en défaveur du travail non qualifié (Annexe 3). Cela signifie que, si les pays industrialisés utilisent relativement mieux le travail qualifié que le travail non qualifié par rapport aux pays en développement, le travail non qualifié a une productivité relative et absolue plus faible dans les pays industrialisés que dans les pays en développement. Pour illustrer ce phénomène, ces auteurs comparent la productivité de deux lignes de production, l'une utilisant un processus automatisé mobilisant des travailleurs très qualifiés et des travailleurs non qualifiés cantonnés à des tâches de surveillance, et l'autre utilisant une chaîne de montage traditionnelle, avec des travailleurs qualifiés assurant des activités de supervision et de contrôle et des travailleurs non qualifiés assurant des activités d'assemblage. Il apparaît assez naturel d'assigner la première technique à un pays disposant d'une dotation élevée en travail qualifié et la seconde à un pays abondant en travail non qualifié. Mais il sera possible que la productivité relative du travail qualifié soit plus élevée pour la méthode automatisée, alors que la productivité absolue du travail non qualifié soit plus élevée sur la chaîne de montage.

Chaque pays doit donc adopter une technologie appropriée à sa dotation. Les auteurs se livrent ainsi à deux exercices de simulation, en déterminant l'évolution que connaîtrait la productivité de différents pays s'ils adoptaient respectivement une technologie non appropriée ou une technologie appropriée, à savoir celle de la frontière technologique mondiale. Dans le premier cas il supposent que tous les pays de l'échantillon adoptent la technologie américaine, dans ce cas on observe une chute des productivités d'autant plus forte que les écarts de développement sont importants, cette chute pouvant aller jusqu'à près de 50% pour la Kenya par exemple (figure 9). Dans le deuxième cas ils évaluent le gain tiré du choix d'une technologie appropriée, qui correspond à la technologie existante correspondant au mieux leur dotation en travail qualifié et non qualifié. Ce gain décroît avec le niveau de développement des pays, ce qui signifie que les obstacles les plus élevés à l'adoption des technologies concernent les pays en développement. On aboutirait à un gain avoisinant les 6% pour des pays comme la Chine ou la Kenya (figure 10)

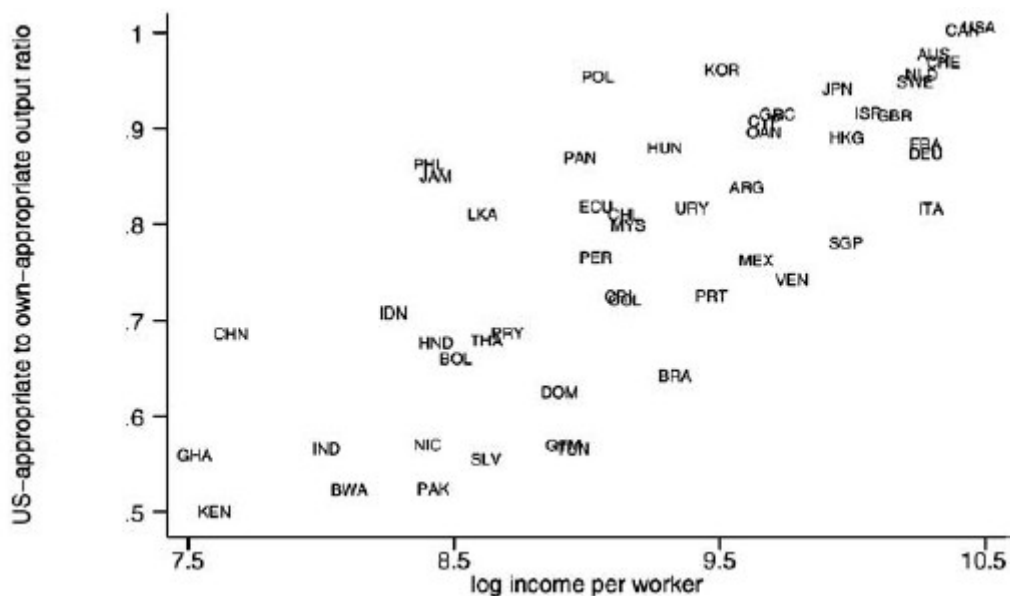


Figure 9 Pertes de productivité attribuables au choix d'une technologie inappropriée

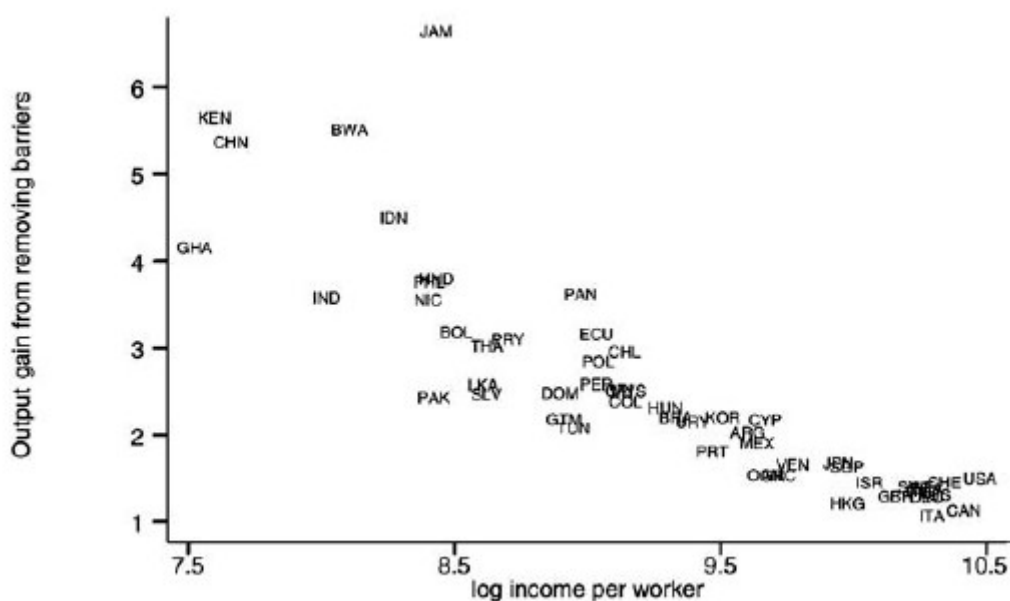


Figure 10 Gain de productivité résultant du choix d'une technologie de frontière

Source: Caselli et Coleman, 2006

### III.4 Stratégie fondée sur l'investissement ou l'innovation?

On va voir maintenant que les résultats obtenus sur les modèles de frontière technologique permettent de retrouver l'approche de Gerschenkron, tout en la renouvelant. Un ensemble de travaux récents menés sur des modèles de croissance endogène (Acemoglu, Aghion et Zilibotti (2004), Vandebussche, Aghion, Meghir, (2006)) aboutissent à déterminer que les pays adoptent successivement deux stratégies de développement distinctes, une stratégie fondée sur l'investissement (investment based strategy) et une stratégie fondée sur l'innovation (innovation based strategy). Ces stratégies prennent en compte trois éléments, relatifs à la structure de la main

d'oeuvre (qualifiée/non qualifiée), à l'existence de contraintes de financement et aux stratégies d'imitation ou d'innovation suivies par les entreprises. Les modèles utilisés décrivent une séquence d'équilibres, pour lesquels la stratégie fondée sur l'investissement est adoptée dans une première phase. Cette stratégie permet d'accélérer la croissance en protégeant les entreprises installées, qui suivent une stratégie d'imitation financée par des canaux de financement spécifiques et emploient une main d'oeuvre non qualifiée. Cette stratégie permet d'engendrer un effet d'appropriation, générateur de rentes partiellement réinvesties dans la croissance de l'économie, et elle peut être appuyée par une politique économique active.

Mais au fur et à mesure du processus de croissance, cette stratégie engendre un coût croissant, lié à l'existence des rentes des entreprises: étant protégées de l'entrée de nouveaux concurrents, elles ne sont pas poussées à l'innovation, ni à tirer partie de la qualification de leur main d'oeuvre. Ainsi il existe un niveau de développement, mesuré par la distance à la frontière, à partir duquel l'économie doit basculer vers une stratégie fondée sur l'innovation (Acemoglu, Aghion, Zilibotti (2004)). Celle-ci repose sur l'emploi d'une main d'oeuvre qualifiée par une population dynamique d'entreprises innovantes, financées par un marché financier efficient. Ici l'Etat doit au contraire veiller à lever les différentes protections des rentes, encourager les processus de sélection des entreprises et promouvoir la formation de la main d'oeuvre par l'enseignement supérieur (Vandenbussche, Aghion, Meghir (2006)).

L'un des apports de ce modèle de synthèse est de prendre en compte les possibilités de trappes à croissance et de croissance en «saut mouton». En effet un pays s'inscrivant dans une stratégie fondée sur l'investissement peut connaître une croissance accélérée lui permettant de surpasser ses concurrents, puis tomber par la suite dans une trappe de non convergence si son gouvernement persiste dans cette voie sans s'orienter vers une stratégie fondée sur l'innovation. Le passage d'une stratégie à l'autre est d'autant plus difficile à négocier que le pouvoir politique peut être capturé par les groupes d'intérêt profitant des rentes tirées de la stratégie d'investissement. A l'inverse un pays peut aussi accélérer sa croissance en anticipant son passage d'une stratégie à l'autre, en investissant dans son système d'enseignement supérieur et dans l'innovation. Evidemment le passage d'une stratégie à l'autre peut se faire progressivement de l'évolution des dotations des pays en main d'oeuvre qualifiée et non qualifiée. Mais il est aussi clair que les arguments développés par les institutions internationales en faveur d'une plus grande libéralisation des économies en développement doivent être considérés avec circonspection, tant il est délicat de sauter d'une stratégie à l'autre.. et sachant que les pays développés eux-mêmes rencontrent des difficultés dans l'adoption d'une stratégie basée sur l'innovation..

#### **IV Quelques expériences récentes d'adaptation des technologies de l'information et de la communication.**

Comme on l'a vu l'accès aux technologies de l'information et de la communication exerce des effets divergents sur les pays en développement. Alors que l'accès à Internet reste encore marginal du fait de faible diffusion des ordinateurs portables et même de la difficulté de se procurer de l'électricité, la pénétration des téléphones mobiles a atteint un niveau inespéré. Il faut aussi souligner que les indicateurs utilisés par la Banque Mondiale recouvrent des moyennes établies sur des pays dont la majeure partie de la population reste rurale et n'est pas concernée par la diffusion de ces technologies. Cette caractéristique peut être interprétée de deux manières différentes: d'une part elle prouve que le processus de rattrapage est bien plus avancé que ce qu'indiquent les statistiques agrégées si on n'étudie que les régions urbaines, mais d'autre part elle pose le problème de la dualité du fonctionnement des économies en développement. Ainsi la fracture numérique ne concernerait pas tant les relations Nord-Sud que les relations ville-campagne à l'intérieur des pays en développement.

Pourtant l'existence de cette fracture numérique ne signifie pas que les pays en développement devraient négliger l'investissement dans les technologies de l'information et de la communication au profit de la satisfaction des besoins élémentaires de leur population, comme la nutrition, l'éducation ou la santé. De ce point de vue les technologies de l'information et de la communication peuvent jouer un rôle considérable de désenclavement et d'amélioration du fonctionnement des marchés. En effet les revenus tirés de l'agriculture, de l'élevage ou de la pêche résultent du fonctionnement de marchés fortement dispersés, avec des infrastructures de transport défectueuses, et une information limitée des producteurs et des négociants. De ce fait le fonctionnement de ces marchés est imparfait et engendre des inefficiences et gaspillages.

R. Jensen s'est penché sur l'impact de l'introduction des téléphones mobiles sur le fonctionnement du marché du poisson dans l'Etat du Kerala, en Inde (Jensen, 2007). Avant l'introduction de la téléphonie mobile, ces marchés étaient étroitement cloisonnés: étant en mer la plus grande partie de la journée, les pêcheurs ne pouvaient observer les disparités des prix sur les différents marchés de la côte. Ils ne pouvaient de plus livrer concrètement leur prise que sur un seul marché, du fait de coûts de transport élevés et de l'absence de possibilité de stockage. De ce fait les quantités disponibles sur le marché étaient déterminées par les seules prises réalisées à proximité de ce marché. Il en résultait une grande inefficience du marché, que prouve le tableau 5 suivant. Sur ce tableau apparaissent les prix de 15 marchés situés sur la côte du Nord Kerala, distants en moyenne de 15 kilomètres. On y voit le prix d'un kilo de sardines sur le marché, à l'heure de fermeture du marché. On y observe une grande dispersion des prix, qui vont de 4 à 9,9 roupies le kilo, et des situations de marchés non soldés, avec des excès de demande ou d'offre. Dans ce dernier cas le prix de la sardine est nul, ce qui signifie que les pêcheurs ne trouvent pas preneurs à leur prise, alors même que des transactions ont été réalisées sur les marchés environnants à des prix rémunérateurs. Selon l'auteur, compte tenu du coût de transport du poisson, la perte observée par un pêcheur serait dans le cas de Badagara de 3400 roupies, pour une prise moyenne de 381 kilos. On

	Price (Rs/kg)	Excess buyers	Excess sellers
<b>Kasaragod District</b>			
Hosabethe	6.2	0	0
Aarikkadi	4.0	0	0
Kasaba	0.0	0	4
Kanhangad	7.2	0	0
Thaikadappuram	9.7	11	0
<b>Kannur District</b>			
Puthiangadi	8.7	2	0
Neerkkadavu	6.9	0	0
Ayikkara	8.4	1	0
Thalassery	4.3	0	0
New Mahe	6.2	0	0
<b>Kozhikode District</b>			
Chombala	9.9	15	0
Badagara	0.0	0	11
Quilandi	9.8	12	0
Puthiyangadi	0.0	0	6
Chaliyam	6.4	0	0

Data from the Kerala Fisherman Survey conducted by the author. The first column contains the average 7:45–8:00 A.M. price of sardines in each market on Tuesday, January 14, 1997, in rupees per kilogram. The markets are listed in north–south geographic alignment, starting from Hosabethe, the distance in kilometers between each market and the next is: 12, 14, 15, 15, 24, 15, 6, 14, 9, 8, 7, 15, 10, and 16. "Excess buyers" represents the number of buyers who leave the market without having purchased enough fish, and "excess sellers" is the number of fishermen who leave the market without selling their fish.

Tableau 5 Prix et excès de demande sur 15 marchés différents de la sardine, Etat de Kerala, Inde

Source: Jensen, 2007.

observe même sur un district, celui de Kozhikode, que ces marchés sont en excès de demande. Ainsi cohabitaient à quelques kilomètres des marchés en excès d'offre et de demande.

L'introduction de la téléphone mobile s'est réalisée de manière progressive à partir de 1997, et en 2001 60% des bateaux et la plupart des négociants disposaient de cet équipement. La couverture du réseau s'étendait jusqu'à une distance de 20 à 25 kilomètres en mer, correspondant approximativement à la limite de la zone de pêche. Les pêcheurs ont ainsi pu disposer d'une information sur la situation des différents marchés accessibles dans la journée, ce qui leur a permis de réagir de manière très rapide aux fluctuations de la demande. Ainsi lorsque la couverture de la côte a été totale, un tiers des pêcheurs vendaient leur prise dans un autre marché que celui de leur port d'attache, ce qui n'était jamais le cas avant l'introduction du téléphone mobile. De ce fait la dispersion des prix s'est réduite de manière très significative: elle est passée de 60 à 70% du prix moyen à moins de 15% (tableau XX). Les prises jetées faute de preneur, qui représentaient de 5 à 8% des prises quotidiennes, ont quant à elles totalement disparu. Enfin les profits des pêcheurs ont augmenté en moyenne de 8%, alors que le prix à la consommation baissait de 4%, ce qui correspond selon l'auteur à un gain de surplus du consommateur de 6%. Cette évolution s'est faite de manière progressive, au fur et à mesure de l'extension du réseau, come on le voit sur le tableau 6.

PRICE DISPERSION AND WASTE IN KERALA SARDINE MARKETS				
	Period 0 (pre-phone)	Period 1 (region I adds phones)	Period 2 (region II adds phones)	Period 3 (region III adds phones)
Max-min spread (Rs/kg)				
Region I	7.60 (0.50)	1.86 (0.22)	1.32 (0.10)	1.22 (0.44)
Region II	8.19 (0.44)	7.30 (0.29)	1.79 (0.19)	1.57 (0.16)
Region III	8.24 (0.47)	7.27 (0.27)	7.60 (0.25)	2.56 (0.34)
Coefficient of variation (percent)				
Region I	.68 (0.07)	.14 (0.01)	.08 (0.01)	.07 (0.01)
Region II	.62 (0.04)	.55 (0.04)	.12 (0.01)	.08 (0.01)
Region III	.69 (0.09)	.57 (0.04)	.54 (0.03)	.14 (0.02)
Waste (percent)				
Region I	0.08 (0.01)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
Region II	0.05 (0.01)	0.04 (0.01)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)
Region III	0.07 (0.01)	0.06 (0.01)	0.06 (0.01)	0.00 (0.00)

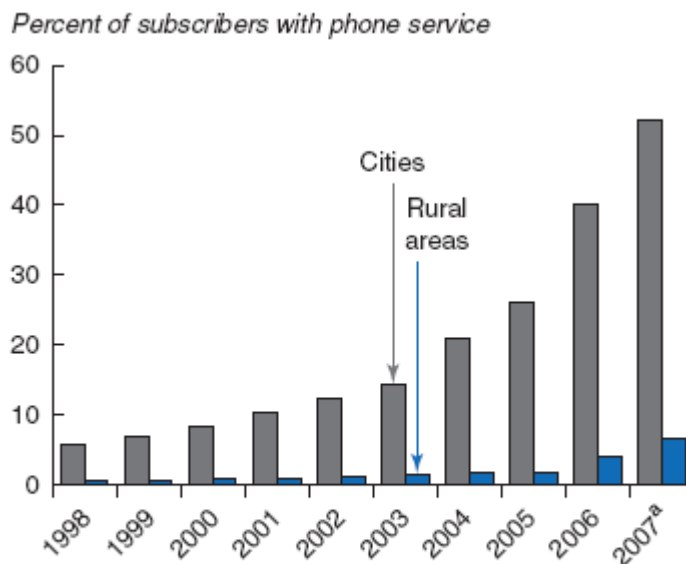
Data from the Kerala Fisherman Survey conducted by the author. Period and regions are as defined in the text. The max-min spread is the difference between the highest and lowest 7:30-8:00 A.M. average price on a given day among the five markets making up each region, in year 2001 Rs/kg. The coefficient of variation is the standard deviation of the 7:30-8:00 A.M. average price on a given day across the five markets within each region divided by the mean 7:30-8:00 A.M. average price for each region. Waste refers to the percent of fishermen who report not selling their catch. Standard errors in parentheses.

Tableau 6 Dispersion des prix et Rebutis sur la marchés de la sardine de Kerala

Source: Jensen, 2007

Les résultats obtenus par Jensen pour remarquables qu'ils soient illustrent aussi les limites du développement de la téléphonie mobile: il concerne dans le cas étudié un région cotière, et pose le problème de la couverture des zones les plus enclavées. Selon J. Sadik (Sadik, 2008), ce n'est pas un hasard si le développement est d'abord apparu le long des côtes ou le long de fleuves, l'idée étant que les transferts de technologie se réalisent d'abord par des achats de biens capitaux importés, dans des régions accessibles avec de faibles coûts de transport. De ce point de vue ce n'est pas l'expérience asiatique récente qui va contredire ce constat, les zones concernées par le processus de convergence correspondant des pays côtiers, ou des zones cotières de pays-continentaux comme dans

le cas de la Chine jusqu'à une date récente. Dans un pays comme l'Inde qui a misé sur le développement de services associés aux technologies de l'information et de la communication, la fracture numérique reste entière: la télédensité qui cumule téléphonie fixe et mobile était de 53,5% dans les zones urbaines, contre 6,5% pour les zones rurales, un chiffre qui correspond tout de même à la télédensité observée en 1998 dans les zones urbaines (figure 11 ).



Source: Telecommunications Regulatory Authority of India.  
a = estimated.

Figure 11: Télédensité (lignes fixes et mobiles) en Inde, zones urbaines et rurales

D'autres expériences ont été menées pour améliorer le fonctionnement des marchés de produits agricoles en recourant aux technologies de l'information et de la communication. En Inde il s'agit du programme «E-Choupal» ([www.itcportal.com](http://www.itcportal.com)) qui porte sur la création de kiosques Internet dans les petits villages pour informer les agriculteurs sur les marchés de leurs produits (Upton and Fuller, 2005,). En Afrique une expérience similaire a été menée, c'est le programme DrumNet, axé sur la téléphonie mobile, qui a été lancé au Kenya à partir de 2002. L'idée du projet, soutenu par l'ONG américaine PRIDE Africa, est de proposer un ensemble de services permettant à des petits producteurs regroupés dans des groupes d'entraide (Self Help Groups, SHG) d'exporter leur production à l'étranger, par l'intermédiaire de leur téléphone mobile. Ces services couplent des informations sur les marchés à l'exportation avec des possibilités de financement par le microcrédit et une assistance commerciale à l'exportation, le tout transitant par des prestations spécifiques sur téléphone mobile (figure ). Il s'agit donc principalement de proposer un élargissement des débouchés des agriculteurs, devant aboutir à des prix plus rémunérateurs.

La Banque Mondiale a réalisé une étude de ce projet dont l'originalité est d'avoir été menée sur trois groupes d'agriculteurs déterminés aléatoirement, deux groupes bénéficiant respectivement du programme DrumNet « complet » et du programme sans facilité de microcrédit, et un groupe témoin ne bénéficiant d'aucune assistance de ce type (Ashraf, Giné, Kalan, 2008). L'expérience a été menée sur 9 mois, de septembre 2004 à Juin 2005, sur des agriculteurs se tournant vers l'exportation de produits maraîchers. Elle a abouti à une amélioration de la situation des agriculteurs, concentrée sur la population des fermes de taille moyenne qui n'avaient pas accès précédemment aux marchés à l'exportation. L'accès au crédit de son côté n'a pas exercé d'effet significatif sur le revenu des agriculteur, même s'il a eu tendance à augmenter leur participation au programme. Par contre le projet a connu un épilogue fâcheux: un an après l'étude de la Banque Mondiale, les exportateurs ont refusé de s'approvisionner auprès des groupes adhérents à Drum Net,

au motif qu'ils n'avaient pu obtenir la certification européenne EurepGap. De ce fait le programme DrumNet a perdu de l'argent sur ses prêts auprès des agriculteurs et s'est désengagé, tandis que les agriculteurs ayant perdu une partie de leurs récoltes sont revenus à leur marchés initiaux, à savoir la production de produits vivriers pour le marché local. Pour l'heure le programme semble poursuivre son activité, comme l'attestent les informations obtenues sur le Net (figure 12 ).

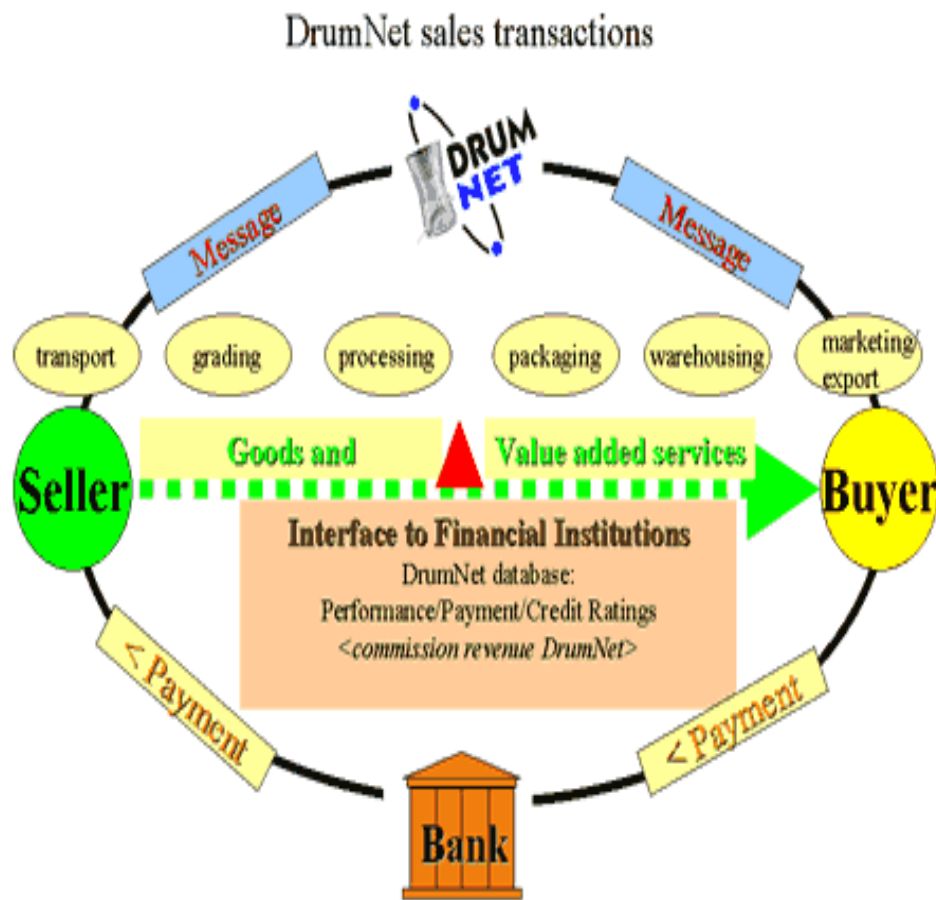


Figure 12 Un

présentation du réseau Drumnet

Source: [www.drumnet.org](http://www.drumnet.org).

## V CONCLUSION

En guise de conclusion, il faut rappeler que les travaux menés récemment déterminent que l'accélération du processus de diffusion des technologies et de rattrapage semble durable, mais qu'il nécessite encore et toujours une appropriation des techniques par les pays en développement. Cette appropriation se fait de manière naturelle pour les technologies anciennes et nouvelles déjà diffusées dans les pays industrialisés, mais elle doit aussi concerner 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.

## *Références*

- Abramovitz M. (1986), «Catching up, forging ahead and falling behind», *Journal of Economic History* 46, 386-406.
- Acemoglu D, Aghion P. et Zilibotti F. (2004), Distance to frontier, Selection and Economic Growth, NBER Working Paper 9066.
- Ph. Aghion, N. Bloom, R. Blundell, R. Griffith, P. Howitt (2005), « Competition and Innovation: an inverted-U relationship, *Quartely Journal of Economics*, Vol 120, n°2, p. 701-728.
- B. Amable, L. Demmou, I. Lezdeba, Competition, Innovation and distance to frontier, CEPREMAP, Docweb n° 0706, Août 2007.
- 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.
- 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.
- Banque Mondiale, *Perspectives économiques mondiales 2008*, Janvier 2008.
- 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).
- Chang Ha-Joon (2002), *Kicking away the ladder: development strategy in historical perspective*, London, Anthem Press.
- 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.
- Caselli F. et Coleman II W.J. (2006), The World Technology Frontier, *The American Economic Review*, Juin 2006.
- Comin D. et Hobjin (2004), Cross Country technology adoption: making the theories face the facts, *Journal of Monetary Economics* 51, 39-83.
- J.Faberger (1994), Technology and International differences in Growth rates, *Journal of Economic Litterature*, Vol 32, p. 1147-75.
- J. Faberger, D. Mowery et R. Nelson (2005), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, 2005.
- J.Faberger et B. Verspagen, » Technology Gaps, Innovation-diffusion and Transformation: an evolutionary interpretation, *Research Policy* 31, p.1291-304, 2002.
- Freeman C. et Louçã F. (2001), *As times goes by. From the industrial revolution to the information revolution*, Oxford, OUP.
- Gerschenkron A. (1962), *Economic Backwardness in Historical Perspective*, Cambridge, Belknap Press.
- Jensen R. (2007), The digital provide: information (technology), market performance and welfare in South Indian Fisheries Sector, *Quartely Journal of Economics*, p. 879-924, Août 2007.
- Keller W. (2004), International Technology Diffusion, *Journal of Economic Litterature*, 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.
- D.Lederman (2007), Product Innovation by incumbent firm in developing countries, World Bank, WP2 4319, Aout 2007.
- Sadik J. ( 2008), Technology Adoption, Convergence and divergence, *European Economic Review* 52, pp. 338-355.
- Shin, Jang-Sup (1996), *The economics of the latecomers Catching-up, Technology Transfer and Institutions in Germany, Japan and South Corea*, London, Routledge.
- 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.

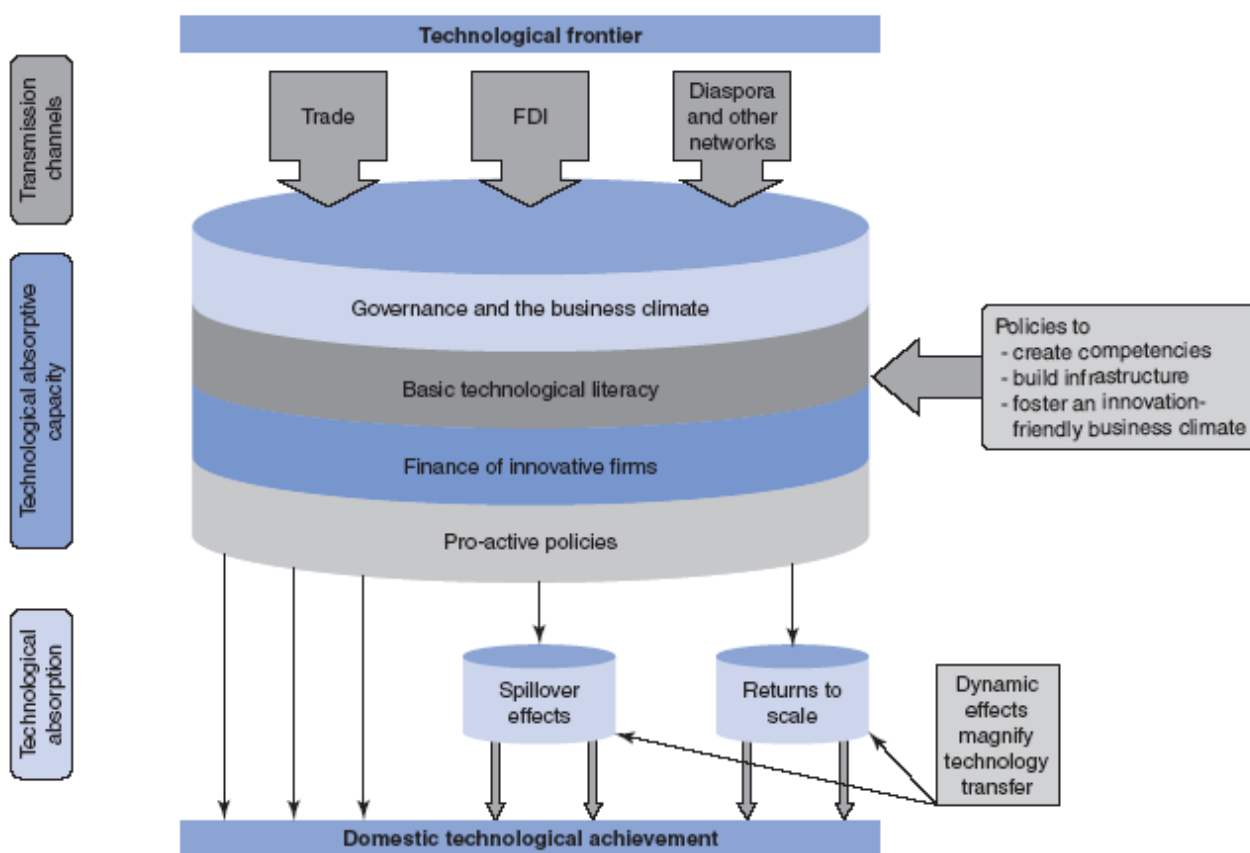
Upton, D. and V. Fuller (2005) "The E-Choupal: Just Enough Bandwidth in Developing Agriculture." In *The Broadband Explosion*, edited by R. Austin and S. Bradley. Boston: Harvard Business School Press.

Vandenbussche 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.

### Annexe 1:

## Les Facteurs d'absorption des technologies dans les pays en développement selon la Banque Mondiale

Figure 8 Domestic absorptive capacity both conditions and attracts external flows



Source: World Bank.

## Annexe 2 Indices d'efficience, 1965- 1990 et Décomposition de la croissance de la productivité.

Source: Kumar et Russel, 2002.

TABLE 1—EFFICIENCY INDEXES FOR 57 COUNTRIES,  
1965 AND 1990

Country	1965	1990
Argentina	1.00	0.65
Australia	0.76	0.82
Austria	0.85	0.73
Belgium	0.70	0.86
Bolivia	0.50	0.41
Canada	0.79	0.93
Chile	0.85	0.65
Colombia	0.41	0.45
Denmark	0.76	0.70
Dominican Republic	0.72	0.51
Ecuador	0.38	0.36
Finland	0.51	0.73
France	0.79	0.83
Germany, West	0.69	0.78
Greece	0.55	0.60
Guatemala	0.81	0.73
Honduras	0.45	0.41
Hong Kong	0.45	1.00
Iceland	0.96	0.87
India	0.37	0.41
Ireland	0.71	0.85
Israel	0.60	0.84
Italy	0.67	0.88
Ivory Coast	0.66	0.47
Jamaica	0.56	0.52
Japan	0.60	0.61
Kenya	0.26	0.29
Korea, South	0.43	0.61
Luxembourg	0.76	1.00
Madagascar	0.37	0.21
Malawi	0.28	0.33
Mauritius	0.94	0.97
Mexico	0.85	0.74
Morocco	0.74	0.86
Netherlands	0.84	0.88
New Zealand	0.84	0.71
Nigeria	0.37	0.40
Norway	0.61	0.78
Panama	0.44	0.33
Paraguay	1.00	1.00
Peru	0.58	0.40
Philippines	0.42	0.47
Portugal	0.67	0.78
Sierra Leone	1.00	1.00
Spain	0.93	0.82
Sri Lanka	0.32	0.33
Sweden	0.81	0.76
Switzerland	0.84	0.86
Syria	0.42	0.65
Taiwan	0.52	0.59
Thailand	0.44	0.56
Turkey	0.50	0.55
United Kingdom	0.99	0.95
United States	1.00	1.00
Yugoslavia	0.69	0.59
Zambia	0.42	0.29
Zimbabwe	0.17	0.23
<b>Mean</b>	<b>0.642</b>	<b>0.658</b>

Country	Output per worker, 1965	Output per worker, 1990	Percentage change in output per worker	Contribution to percentage change in output per worker of:		
				Change in efficiency	Change in technology	Capital deepening
Argentina	12,818	13,406	4.6	-35.48	1.79	59.26
Australia	21,246	30,312	42.7	8.20	13.87	15.80
Austria	13,682	26,700	95.1	-14.60	15.42	97.98
Belgium	17,790	31,730	78.4	22.41	12.68	29.31
Bolivia	4,005	5,315	32.7	-18.70	5.15	55.24
Canada	22,245	34,380	54.6	16.67	11.72	18.58
Chile	10,169	11,854	16.6	-23.87	1.92	50.24
Colombia	5,989	10,108	68.8	7.59	2.41	53.17
Denmark	17,955	24,971	39.1	-7.69	12.84	33.52
Dominican Republic	4,544	6,898	51.8	-29.23	8.64	97.44
Ecuador	4,993	9,032	80.9	-3.62	-2.11	91.73
Finland	13,938	27,350	96.2	43.07	11.65	22.85
France	17,027	30,357	78.3	4.13	16.33	47.18
Germany, West	17,282	29,509	70.7	13.28	14.38	31.78
Greece	7,721	17,717	129.5	9.58	3.08	103.14
Guatemala	5,784	7,435	28.5	-10.22	9.42	30.85
Honduras	3,633	4,464	22.9	-8.64	6.88	25.84
Hong Kong	6,502	22,827	251.1	120.00	2.39	55.85
Iceland	15,010	24,978	66.4	-9.57	2.08	80.26
India	1,792	3,235	80.5	12.40	15.65	38.88
Ireland	10,322	24,058	133.1	19.49	1.20	92.75
Israel	12,776	23,780	86.1	39.50	2.34	30.38
Italy	14,163	30,797	117.4	31.86	13.32	45.52
Ivory Coast	2,674	3,075	15.0	-29.11	-7.03	74.49
Jamaica	5,336	5,146	-3.6	-8.29	6.22	-1.00
Japan	7,333	22,624	208.5	3.07	15.19	159.87
Kenya	1,377	1,863	35.3	14.37	24.16	-4.72
Korea, Republic of	3,055	16,022	424.5	41.72	2.87	259.73
Luxembourg	21,238	37,903	78.5	32.00	24.40	8.68
Madagascar	2,220	1,561	-29.7	-44.19	17.86	6.90
Malawi	846	1,217	43.9	17.33	-42.66	113.80
Mauritius	6,496	10,198	57.0	2.91	9.88	38.83
Mexico	11,536	17,012	47.5	-13.33	2.07	66.71
Morocco	4,428	6,770	52.9	17.24	16.57	11.87
Netherlands	20,628	31,242	51.5	5.31	11.16	29.38
New Zealand	23,658	25,413	7.4	-15.60	9.27	16.48
Nigeria	1,481	2,082	40.6	8.00	-13.85	51.10
Norway	17,233	29,248	69.7	26.36	33.04	0.96
Panama	6,020	7,999	32.9	-24.83	-0.86	78.32
Paraguay	3,910	6,383	63.2	0.00	-14.57	91.08
Peru	8,162	6,847	-16.1	-32.02	1.41	21.68
Philippines	3,326	4,784	43.8	10.28	7.88	20.90
Portugal	6,189	16,637	168.8	15.50	4.80	122.06
Sierra Leone	2,640	2,487	-5.8	0.00	-57.74	122.92
Spain	12,451	26,364	111.7	-12.30	7.08	125.47
Sri Lanka	3,337	5,742	72.1	3.28	2.98	61.78
Sweden	20,870	28,389	36.0	-5.34	12.63	27.59
Switzerland	23,660	32,812	38.7	2.59	28.44	5.25
Syria	7,634	15,871	107.9	54.90	0.19	33.96
Taiwan	4,394	18,409	319.0	14.79	9.60	233.01
Thailand	2,292	6,754	194.7	28.25	12.61	104.05
Turkey	3,765	8,632	129.3	9.94	6.61	95.60
United Kingdom	16,645	26,755	60.7	-3.81	1.37	64.85
United States	28,051	36,771	31.1	0.00	9.89	19.29
Yugoslavia	5,320	10,007	88.1	-15.29	6.60	108.32
Zambia	3,116	2,061	-33.9	-29.50	16.13	-19.21
Zimbabwe	2,188	2,437	11.4	37.15	2.50	-20.77
<b>Mean</b>			<b>75.06</b>	<b>5.23</b>	<b>6.14</b>	<b>58.54</b>

### Annexe 3

## Facteurs d'efficacité du travail qualifié et non qualifié, en fonction de la productivité du travail

Source: Caselli et Coleman, 2002

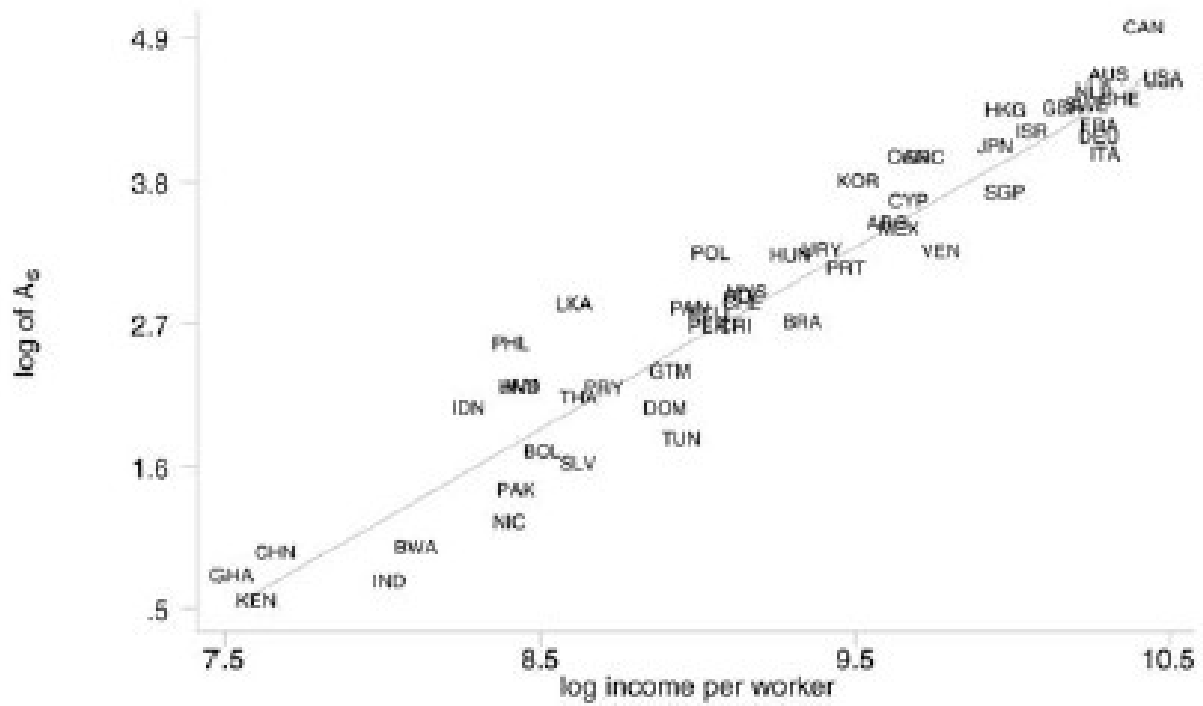


FIGURE 1. EFFICIENCY OF SKILLED LABOR

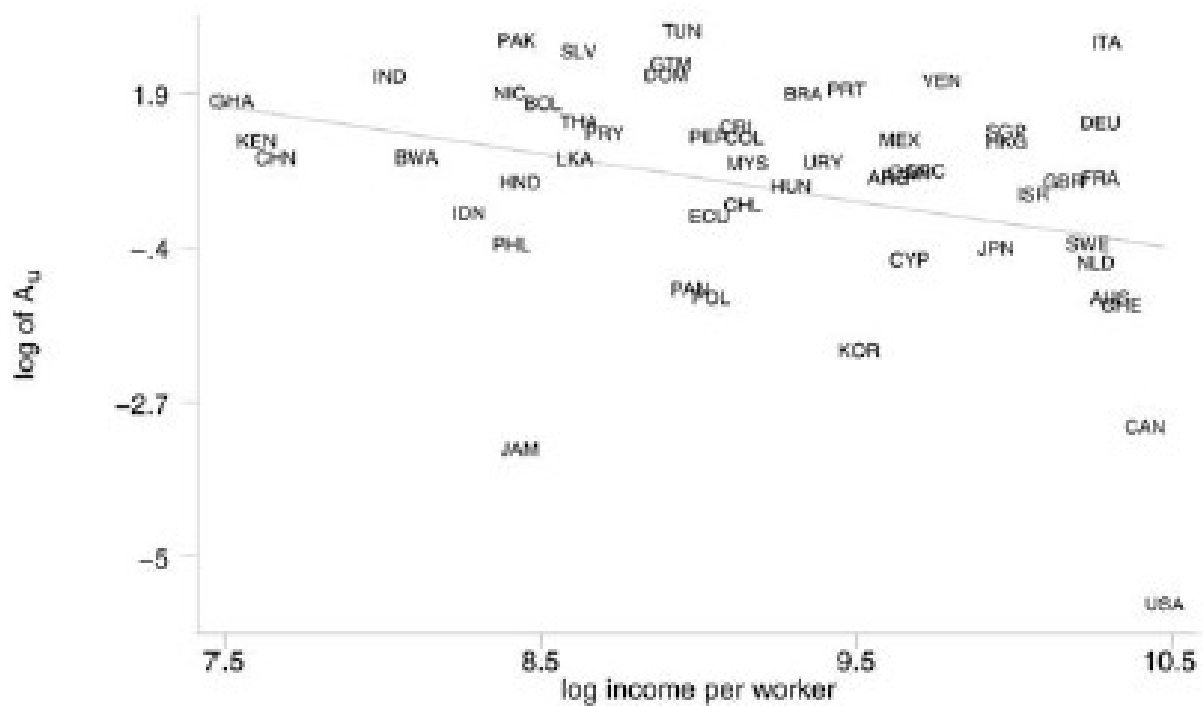


FIGURE 2. EFFICIENCY OF UNSKILLED LABOR