

**Systemes d'innovation et rattrapage
technologique : une nouvelle économie de la
connaissance pour le développement**

Christian LE BAS et Bernard HAUDEVILLE

n° 2013-03

Systèmes d'innovation et rattrapage technologique : une nouvelle économie de la connaissance pour le développement.

Bernard HAUDEVILLE

Professeur émérite à l'Université d'Aix-Marseille III

Christian LE BAS (

Full Professor of Economics/Professeur d'économie
ESDES - School of Management- Catholic University of Lyon

L'économie du développement a plusieurs racines fondatrices : l'économie de la croissance, l'économie des institutions et des systèmes, l'analyse du changement structurel. Jusqu'à une date toute récente elle a peu emprunté à l'économie de la connaissance et de l'innovation. Une exception notable est fournie par le travail de Fagerberg et al. (2010) sur la pertinence des activités d'innovation pour le développement. Il a été montré qu'en dépit du potentiel offert par la globalisation des activités de production et de diffusion connaissances technologiques, celle-ci ne peut être avantageuse pour les pays en développement sans des efforts d'investissement dans les activités de connaissances et des réformes propices à la structuration d'un système interne d'innovation (voir par exemple Xu et al., 2010). S'ils veulent exploiter les avancées technologiques les pays en développement doivent posséder eux mêmes des capacités spécifiques. Cette capacité renvoie avant tout à ce qu'Abramovitz (1986) a appelé une « social capacity » nécessaire au rattrapage technologique. La « social capability » inclut évidemment la capacité d'absorption technologique des économies en développement rigoureusement décrite par Kim (1980) à travers l'expérience remarquable de la Corée du sud, c'est-à-dire la capacité à assimiler, utiliser, et adapter les connaissances technologiques. Mais Abramovitz montre que cette « social capability » va bien au-delà des compétences technologiques, elle inclut l'expérience dans l'organisation et le management, la pérennité d'institutions définissant des règles, la confiance dans les relations économiques (l'envers de la corruption). Cette analyse préfigure les approches plus institutionnalistes dites des « systèmes nationaux d'innovation » (SNI en plus court) mettant l'accent sur les nombreuses interactions en agents, technologies et cadres sociaux générant un développement technologique auto-entretenu ainsi qu'une capacité de croissance économique (pour une rapide synthèse voir Fagerberg et al, 2010). Ce cadre d'analyse (« social capability » et SNI) constitue ici notre référent. L'idée de base de ce papier est que ce cadre peut être très utilement enrichi par certaines avancées en Economie de l'innovation permettant de tirer des enseignements pour le développement et la densification des activités d'innovation des pays en développement. Six thèmes seront proposés : trois avancées sur le plan analytique (le modèle de production des connaissances par recombinaison, la nouvelle nature de l'innovation, l'analyse des activités de connaissances dans les secteurs *low-tech*), trois avancées sur le plan des recherches empiriques en économie de l'innovation¹ (le renforcement du système scientifique et technique, la densification du SNI, la remontée dans la chaîne de valeur²). Pour chacun de ses aspects nous examinons ce qu'il implique pour l'économie du développement.

¹ Voir également Haudeville (2009)

² Sur tous ces aspects on pourra se reporter au remarquable travail de Lall (1990).

1. L'innovation comme production de connaissances par recombinaisons

L'économie contemporaine est identifiée comme une économie fondée sur les connaissances ou les savoirs, dans ce texte les deux termes sont considérés comme identique (Foray, 2000). La production de connaissances scientifiques et technologiques nouvelles est le moteur de la croissance des firmes, des secteurs, des nations. Pour mieux marquer que ce qui compte ce n'est pas l'accumulation indifférenciée de connaissances, que des connaissances autrefois utiles peuvent disparaître alors que des connaissances nouvelles sont ajoutées au stock de connaissances issu du passé, on a parlé d'*économie d'apprentissage* (voir par exemple les travaux de Lundvall, 1996). Les hommes et les organisations ont appris à produire des connaissances nouvelles économiquement utiles³. Si l'importance de l'apprentissage au cœur du développement économique est ainsi soulignée, le thème de l'apprentissage est par nature extrêmement étendu. Il recouvre des entités aussi générales que le rôle des systèmes d'enseignement, la production des qualifications et des savoir-faire, les transferts de connaissances, les fondements psychologiques de la cognition, etc. Dans ces ensembles les dimensions individuelles et collectives sont à chaque fois importantes. Une nouvelle approche de la production de connaissances a été construite ces dernières années autour des travaux de Fleming (2001, 2007), de Fleming et Sorenson (2004) et de Fleming *et al.* (2007) : la production de connaissances est pensée comme un processus de recombinaison (voir également Nelson et Winter, 1982, page 130). La croissance du savoir par recombinaison est également modélisée par Weitzman (1998), testée empiriquement par Fleming (2001) et développée Antonelli (2008) dans son approche de la complexité. Le processus de recombinaison est également au cœur des recherches autour des processus de fusion technologique (Hargadon, 1998 ; Kodama, 1986) : les firmes doivent combiner des technologies différentes issues de plusieurs secteurs de manière à mettre au point des produits radicalement nouveaux (les applications mécatronique de Kodama). Récemment Grubet *et al.* (2012) ont contribué à cette approche de la recombinaison par l'étude de la *largeur* des recombinaisons effectuées par les inventeurs (la largeur étant appréciée par le nombre de domaines technologiques affectés par leurs inventions brevetées). Ils montrent que les inventeurs ayant une formation scientifique recombinent plus largement. Cette largeur tend à diminuer plus on s'éloigne du temps de la formation initiale académique de l'inventeur).

Dans cette approche la production d'une nouvelle connaissance ne peut être schématisée de façon pertinente par analogie avec la découverte d'un nouveau champ pétrolifère selon l'exemple pris par Weitzman (1998). Au contraire une nouvelle connaissance est souvent produite par une recombinaison de « morceaux » de connaissances préexistantes. Weitzman (1998) illustre cette vue en remarquant: « *The idea of an "electric light" is itself a hybrid, the first practical example of which was made in 1879, between the idea of "artificial illumination" and the idea of "electricity." The idea of an "electricity production and distribution network" was conceived by Edison in the 1880's as an explicit combination of the idea of "electricity" with the idea of a "gas distribution system," where electricity is essentially substituted for gas* » (Weitzman, 1998: 209). Ainsi l'idée fondatrice est que la créativité et l'imagination humaines sont « *recombinatoric in essence* ». On est ainsi renvoyé aux intuitions de Schumpeter (1911) qui pensait (déjà) l'innovation par un concept identique celui de « nouvelle combinaison ».

Développons ici brièvement cet important concept de recombinaison. Le travail de Fleming et Szigety (2006) prend appui sur le « modèle psychologique » de créativité élaboré naguère par

³ La production d'innovations n'est pas seulement un output des entreprises et des organisations. Il est nécessaire de regarder également le rôle des individus, car la créativité qui est au cœur du processus d'innovation est nécessairement individuelle et humaine.

Simonton (1999) qui s'applique dans les sciences comme dans la recherche technologique. Les inventeurs génèrent de nouvelles idées par « *combinatorial thought trials subject to psychological and social selection processes* » (Fleming, 2007). Les inventeurs créatifs tendent alors à juxtaposer, combiner, et à évaluer simultanément un ensemble d'inputs de connaissance encore pas (ou peu) combinés. La création est ainsi l'assemblage ou le réarrangement de composants de connaissances existants pour mettre au point de nouvelles combinaisons. On a affaire ici à un processus d'apprentissage plus complexe que celui du classique « *learning from experience* » fondé sur la répétition des mêmes tâches. Ici les tâches successives ne sont pas les mêmes.

L'idée de recombinaison implique qu'aucune technologie ne peut progresser indépendamment des autres technologies. A un moment du temps un composant a une probabilité non nul d'être combiné avec d'autres composants existants. Remarquons que l'inventeur a toujours la possibilité de faire entrer dans le monde des technologies des éléments nouveaux du dehors des technologies possibles (les nouveaux champs pétrolifères de Weizman). Une limitation essentielle est qu'un inventeur ne pourra réaliser toutes les recombinaisons qu'il veut. Les combinaisons sont infinies. Un inventeur va/doit d'abord opérer des recombinaisons sur les plages de la technologie qu'il connaît le mieux, qui lui sont plus familières (propriété de « localness »). On recherche autour de ce qu'on sait déjà. Ce qui limite les directions de recherche de la firme et donc contraint quelque peu le développement technologique. Toutefois c'est par ce biais que la recherche est la plus efficace et que les dynamiques d'apprentissage portent leurs fruits. Dans cette approche la *proximité* prend tout son sens comme vecteur d'apprentissage. À l'opposé de cette approche dite d'*exploitation*, l'*exploration* consiste en des essais de nouveaux composants loin de ceux déjà « exploités » (March, 1991). L'*exploitation* des compétences de l'organisation n'exclut donc pas des opérations nécessairement coûteuses d'*exploration*, permettant la prise d'options pour l'avenir. Les apprentissages ici sont moins immédiats car on s'écarte de la base de connaissances déjà possédée. Dans cette approche l'apprentissage est la source indispensable et principale de génération de nouvelles compétences (à côté des activités organisées de recherche-développement). Toutefois les savoirs externes *complémentaires* sont aussi déterminants pour générer ou mettre en œuvre des innovations (qu'ils soient codifiés et sans doute fournis par les marchés de la technologie, ou qu'ils soient tacites et véhiculés par le marché des chercheurs et ingénieurs). La problématique d'absorption de connaissances est centrale pour comprendre la production de connaissances (Cohen et Levinthal, 1990). Lorsque ces éléments de connaissances externes sont fournis dans un contexte d'interactions avec d'autres agents, la production technologique est donc largement un produit collectif.

Les recombinaisons locales sont plus certaines car les inventeurs apprennent de leurs échecs passés (Fleming 2001, p. 119) : échecs causés par certains composants ou certaines combinaisons. Les inventeurs connaissent mieux au cours du temps certains composants. Ils sont sélectionnés et exploités pour des processus de recherche future. En cela *l'apprentissage est un processus de sélection (mais non « évolutionniste » car les options de recombinaisons ne surviennent pas au hasard)*. Le savoir s'accroît avec l'usage. La recombinaison de composants familiers aux inventeurs devrait diminuer l'incertitude sur le processus de recherche et augmenter l'utilité de l'invention. Les mêmes propriétés s'appliquent à l'apprentissage quant à l'usage non plus des éléments, mais des combinaisons (Fleming, 2001). Des combinaisons peuvent être réutilisées, raffinées. Le potentiel de raffinement n'est pas infini ; il tend à s'épuiser. Sans doute d'abord (bien que non évoqué par Fleming) parce que toutes les combinaisons ne sont pas toujours possibles, mais aussi, surtout, parce que les différents essais rendent le nombre d'alternatives à pratiquer plus réduites. En définitive *l'invention apparaît comme un processus de recherche, d'apprentissage, de sélection*

finalisée, et d'épuisement des opportunités. Toutefois ce modèle doit être complété par l'idée suivante : les essais au cœur des mécanismes de créativité vus à travers ce schéma de Fleming ne sont pas purement aléatoires. Le processus de recombinaison est au contraire guidé par une perspective intentionnelle : l'agent doit rechercher dans certains espaces de savoir de manière à solutionner des problèmes.

Quel intérêt pour les pays en développement ? Ce schéma nous dit qu'innover ne signifie pas tout réinventer. Partir des éléments de connaissances pré existants et les restructurer/réarranger peut aboutir à une configuration technologique nouvelle offrant des capacités de valorisation sur des marchés. Point besoin de rechercher toujours des percées radicales (« breakthrough »). Au contraire rechercher autour des options existantes (« local search ») permet d'économiser des ressources et d'optimiser le travail d'innovation. Autant de caractéristiques fructueuses pour les pays en voie de développement qui ne disposent pas de ressources – et en particulier dans les connaissances – inépuisables.

Soete (2008) utilise ce modèle en l'associant à deux schémas de R-D : la R-D traditionnelle (industrielle) à la base du progrès technique cumulatif issu des effets d'apprentissage basés sur des expérimentations délibérées, la « nouvelle » R-D beaucoup plus associée aux technologies de l'information et au secteur des services basé sur la flexibilité sans beaucoup tirer parti de gains liés à la réplication. Le progrès technique est alors moins prédictible, plus incertain et intimement relié aux efforts des entrepreneurs « risk-takers ». Un moyen de réduire les risques serait d'associer les utilisateurs dans le processus de recherche lui-même comme l'a suggéré von Hippel (2005).

2. La nouvelle nature de l'innovation

Nous reprenons ici l'analyse extrêmement riche fournie par un rapport de l'OCDE (2009), qui s'organise autour des réflexions de Prahalad (voir parmi d'autres contributions : Prahalad et Ramaswamy, 2003) et des travaux de von Hippel (1986). L'idée essentielle est que l'innovation (qui n'est d'ailleurs pas définie, au moins dans l'analyse comme « innovation technologique »), a maintenant de nouveaux « drivers », c'est-à-dire de nouveaux « facteurs propulseurs ». Le rapport met l'accent sur trois nouveaux facteurs ; le rôle des utilisateurs, les préoccupations environnementales, et les besoins sociaux.

Le premier facteur renvoie aux travaux, maintenant reconnus, de von Hippel sur le rôle des « users », fournisseurs d'informations voire de connaissances, permettant de co-crée de nouvelles technologies et, par là même, de produire plus de valeur économique (revenu) pour l'entreprise. Il met l'accent sur une approche différente du processus de création d'innovation : l'utilisateur beaucoup plus impliqué dans la genèse de l'innovation est devenu un innovateur (le modèle exemplaire est celui des logiciels). Autrement dit, les agents économiques consommateurs participent plus activement au travail d'innovation (le rapport va plus loin en soulignant que les individus seraient, également, plus actifs dans la société). Ainsi les entreprises deviendront plus ouverte en qu'elles apprendront plus du consommateur, coopéreront plus avec d'autres entreprises et seront plus ouvertes à des problématiques sociétales (renvoyant à leur responsabilité sociale). Une meilleure compréhension des besoins des utilisateurs constitue ainsi un important facteur d'innovation. L'innovation ne peut plus être « tirée » par la technologie. L'idée essentielle est que les entreprises ont définies un nouveau rôle concernant les questions sociales. En effet, pour beaucoup d'entreprises « *technology will gradually move from being a driver of innovation to becoming an enabler of innovation* ». Avec la nouvelle nature de l'innovation les compétences dont les entreprises ont besoin vont au delà de la technologie et de la science. Ce qui est nécessaire à l'exploration des besoins et des comportements des utilisateurs. Elles doivent concevoir de nouveaux concepts

et des plates formes pour aider à la co-création de savoirs nouveaux à partir des propres connaissances, amis parfois non reconnues, des utilisateurs. Des compétences en sciences humaines et sociales peuvent être requises.

Le second facteur exprime l'idée que les préoccupations environnementales offrent de nouvelles opportunités d'activités pour les entreprises, et vont exercer un rôle de pression/incitation à modifier les technologies de manière à répondre au x effets du « *global warming* ». Mais d'autres aspects de l'environnement seront aussi la production et la distribution d'eau potable.

Enfin la santé et d'autres besoins sociaux vitaux constituent de nouveaux marchés gigantesques. Dans tous ces domaines les entreprises privées devront s'attaquer à la recherche de solutions fiables et durables tout en développant leurs performances. Faire de l'innovation sociale tout en étant rentable constitue un nouvel équilibre de l'entreprise innovante. En conséquence la frontière publique/privée devient plus floue. Ce dernier facteur pointe que les besoins sociaux, dans les pays en développement ou dans les pays développés, constituent des gisements de nouvelles opportunités de marché. Dans ce contexte, les entreprises doivent assumer un niveau supérieur de « responsabilité sociale »⁴. Dans cette perspective, l'innovation dans les produits offerts ou au sein de la chaîne de valeur, est bien entendu le moyen le plus approprié pour cela. Elle constitue un outil puissant pour créer *de la valeur économique pour l'entreprise et pour la société*. Cela peut signifier mettre au point de nouveaux produits plus respectueux de l'environnement, de nouveaux produits permettant le financement d'un logement pour des acheteurs moins fortunés, etc. La référence au développement durable, ou à la responsabilité sociale des entreprises, constitue en définitive une dimension cruciale cette nouvelle nature de l'innovation. Le rapport note: « *this should not be regarded as charity, as companies maintain their economic focus and look for revenue opportunities. But companies may be forced to change their business culture. They have to listen to and form partnerships with other companies, non-governmental organizations (NGOs) and governments* ». Cette problématique est aussi à quelque chose près celle décrite par Porter et Kramer (2006).

Ce modèle concernant la nouvelle nature de l'innovation a des implications fortes quant au modèle de développement. Les entreprises des pays en voie de développement sont mieux placé pour reconnaître, apprécier et formaliser les besoins de leur population. Elles ont donc accès à un potentiel d'innovations via les besoins des utilisateurs.  videmment ils ne sont pas toujours solvables. Il y a donc un gros travail de conception pour imaginer des solutions techniques (peu onéreuses si possibles) qui soient compatibles avec les contextes économiques (y compris la question de la solvabilité et des infrastructures), culturels, sociaux de ces économies. D'autre part si les firmes multinationales s'intéressent aussi à la masse des consommateurs de ces pays⁵ des coopérations gagnantes pour les différents *stakeholders* deviennent possibles avec les firmes indigènes débouchant sur des processus ouverts d'innovation.

On peut rattacher à l'approche dite de l'innovation frugale qui définit le processus par lequel on réduit la complexité et le c t d'un produit et également souvent celui de sa production dans le but de le vendre dans les pays en d veloppement⁶. D'autres termes ont été également proposés comme « inclusive innovation » ou « reverse innovation ». L' conomie indienne

⁴ « Corporate social innovation may be an important new business area for private companies and a core driver of innovation ».

⁵ Voir OCDE (2009) pages 47 et suivantes.

⁶ Un article de Wikipedia récemment actualisé, donne de nombreuses références de la littérature traitant de ce thème.

constitue un réservoir d'innovations de ce type. On trouve de l'innovation frugale dans tous les secteurs y compris ceux considérés comme high-tech. A lui seul ce concept demanderait une étude particulière de manière à mieux mesurer son impact sur la croissance des pays en développement.

3. L'innovation dans les secteurs d'activité *low-tech*

La notion de *high* ou *low-tech* dérive de la définition de l'OCDE⁷. Selon la part des dépenses de R-D dans le chiffre d'affaires d'une industrie. Plusieurs auteurs sans remettre en cause le bien fondé d'une typologie de ce type, ont contesté cette approche sur le principe qu'elle est de moins utile pour l'analyse académique (von Tunzelmann et Acha, 2005). Elle donne trop de place aux industries intensive en savoir. Les industries agro alimentaires, textile-habillement, bois-papeterie, voire certains secteurs des industries mécaniques sont typiques de cet ensemble *low-tech*. Ce sont aussi des industries assez typiques des économies en développement. Certes elles sont très hétérogènes quant à leur composition interne en termes de taille d'entreprises, leur intensité capitaliste, le type d'organisation productive, les formes du management, etc.

Il y a plusieurs modèles pour produire des produits ou des processus innovants. Pavitt (1984) a proposé une classification des modes de production de l'innovation connue comme une classification des trajectoires sectorielles. À côté des trajectoires fondées sur la science (chimie ou électronique), ou « *scale-intensive* » (le secteur automobile par exemple) on trouve celle des fournisseurs spécialisés et les trajectoires fondées sur l'achat de biens d'équipement ou d'inputs innovants (trajectoire dite « *supplier dominated* »). Chaque trajectoire sectorielle outre qu'elle repose sur un moteur et des *drivers* spécifiques de l'innovation aide à comprendre que des industries très innovantes ne sont pas obligatoirement *high-tech* ou disposant d'importantes opportunités technologiques fondées sur la science. On peut trouver des entreprises *low-tech* dans les deux dernières trajectoires « fournisseurs spécialisés » et « *supplier dominated* ». Par ailleurs, Sutton (1998) a montré qu'on pouvait (pour résumer très grossièrement son approche) distinguer les industries dont la croissance repose lourdement pour leur activité sur la R-D et celles qui font dépendre l'évolution de leur chiffre d'affaires sur les investissements publicitaires. R-D et publicité étant deux investissements en ressources immatérielles. Il y a bien sûr des groupes d'industries qui investissent dans les deux. La compétitivité d'un pays dépend d'ailleurs souvent des deux groupes d'industries. L'intérêt du travail de Sutton s'impose comme très intéressant pour étudier les industries *low-tech*, car la technologie est combinée avec les logiques de demandes quant aux produits.

Les principaux drivers de l'innovation dans les industries *low-tech* renvoient aux nécessaires changements dans la demande et les marchés qui peuvent se pratiquer plus au moins rapidement. Du côté de la demande la différenciation des produits est un moteur puissant de l'innovation (von Tunzelmann et Acha, 2005). En général la demande joue un rôle crucial dans ce type d'industries. Pour les industries *low-tech* les marchés sont caractérisés par une faible élasticité-revenu de la demande. Pour certains produits au moins dans les pays très développés on n'est pas loin du point de satiété. Produire pour de nouveaux marchés constitue alors un levier d'une croissance du chiffre d'affaires. L'innovation rend possible la création de ces nouveaux marchés. De plus, la définition de niches nouvelles de marché permet de valoriser les ressources de l'industrie. L'émergence de nouveaux goûts a également des effets positifs. Dans les pays développés les innovations de ce type tendent à combattre l'inévitable chute du taux de croissance de la demande qui accompagne la maturité de ces secteurs. Certes

⁷ Les industries *high-tech* ont un ratio dépenses de R-D/production supérieur à 5 %, il est inférieur à 1 % pour les industries *low-tech*.

les pays en développement n'ont pas toujours les moyens en qualification pour construire efficacement ces nouvelles orientations de marché, mais parfois il s'agit de cibles possibles. Mieux comprendre les évolutions de la demande offre donc des opportunités pour modifier les produits. Dans l'industrie textile et l'habillement le côté demande de l'innovation est plus important que le côté offre. Mais des technologies affectant les matériaux peuvent révolutionner puissamment ce secteur (les matériaux synthétiques hier, les nouveaux textiles aujourd'hui). S'agissant de l'offre d'innovations les technologies de l'information comme technologies génériques peuvent trouver à s'employer pour réguler et contrôler les biens capitaux ou les processus automatiques de fabrication. Dans le secteur de l'habillement les technologies de l'information peuvent relier entre eux les différents acteurs de la filière : concepteurs, manufacturiers, opérationnels du marketing (von Tunzelmann et Acha, 2005). Les biotechnologies constituent aussi un driver d'innovations dans les processus des industries agro-alimentaires mais dans les économies nationales qui peuvent les maîtriser. Cela implique une formalisation des connaissances qui manquent encore cruellement encore dans les pays en développement. Cela a des conséquences sur la faible capacité à accumuler des connaissances (*learning*) et à modifier la base de connaissances. Le « *brain drain* » qui affecte les pays en développement a ici un fort impact négatif. Par ailleurs, il ne fait de doute que dans les industries *low-tech* comme les IAA et le textile habillement les marques souvent associées à quelques grands groupes, ont un rôle important en protégeant les producteurs. De ce point de vue les pays en développement n'ont pas d'avantages. Il s'agit ici d'une question clé. Souvent ces pays ont voulu mettre à profit leurs bas salaires pour exporter des produits à bon marché opérant souvent comme de simples sous-traitants de grands groupes. Le cas du textile est emblématique sur maints aspects. D'une part c'est un des secteurs moteur de la première révolution industrielle en Europe. D'autre part ce secteur est largement assis sur une structure verticale pré industrielle hautement segmenté autorisant l'usage persistant de technologies très simples (von Tunzelmann et Acha, 2005).

Contrairement à ce qui pourrait être pensé les secteurs *low-tech* ne manquent pas d'opportunités d'innovations. Mais celles-ci se présentent souvent de façon différente de celles des secteurs *high-tech*. Elles peuvent être des leviers pour la croissance des économies en développement. Elles peuvent aider à valoriser les ressources locales dans le domaine agro alimentaire, le travail de matériaux, le textile-habillement. Mais cela requiert de construire de nouvelles recherches.

4. Le renforcement du système scientifique et technique

Tout système économique comporte un socle de connaissances, plus ou moins important, plus ou moins organisé. Il existe tout un gradient qui va des systèmes les plus simples comprenant presque exclusivement du savoir tacite aux systèmes complexes à forte composante de savoir codifié⁸. Plusieurs typologies ont été proposées pour rendre compte de ces différences et de l'inégalité des possibilités qui en résultent, l'idée principale étant que plus le système est développé, plus il offre de possibilités. On peut distinguer les pays qui disposent d'une capacité scientifique et technique significative, pays de type 1 et les pays qui n'ont pas ce niveau de capacité, pays de type 2. Une analyse par groupes de pays permet également de faire apparaître, à côté des pays développés, des systèmes en rattrapage, des systèmes en cours de structuration ou d'autres qui sont non structurés⁹ (Godinho, Mendonça, Pereira 2006). Mais la typologie la plus intéressante est sans doute celle proposée par Albuquerque (2001,

⁸ Il existe différents indicateurs composites (World Economic Forum, PNUD, ArCo, UNIDO, RAND Corporation) qui permettent de classer la plupart des systèmes (Archibugi et Coco, 2003 et 2005).

⁹ *Unformed*.

2004) dans une série de travaux portant sur plusieurs dizaines de pays de niveau de développement différents. La première ligne de partage est constituée par la frontière des connaissances qui permet de séparer les SNI¹⁰ matures qui sont sur la frontière voire en avant correspondant aux pays les plus avancés, les SNI en voie de rattrapage (« catching up ») comme la Corée du Sud ou Taiwan et les SNI « immatures¹¹ » qui se trouvent en deçà. Ensuite, il y a des économies dans lesquelles le SNI serait inexistant tant les capacités locales sont faibles, une situation qui peut correspondre, par exemple, à certains PMA. Cette dernière catégorie ne nous semble pas nécessaire car le concept de SNI peut très bien rendre compte de cette réalité particulière. Il s'agit de systèmes embryonnaires à très bas niveau d'activité de connaissance, mais rien n'interdit de les considérer comme des systèmes en formation et par ailleurs, même dans les systèmes les plus simples, il existe toujours un ensemble de connaissances techniques important relatives à l'agriculture, par exemple et qui ont un caractère essentiellement tacite. Toutefois, les SNI immatures se trouvent à des distances extrêmement variables de la frontière des connaissances. D'où la nécessité de distinguer plusieurs sous catégories dans ce groupe. Il y a les systèmes aux structures anciennes et inefficaces comme l'Inde, l'Afrique du Sud ou les pays d'Amérique latine (OISTS¹²), les systèmes des anciens pays socialistes européens (ECEC¹³), les « poulains » asiatiques¹⁴ et enfin les systèmes inclassables (Pakistan, Nigeria, Turquie par ex), les systèmes inexistant ou en cours de constitution.

Les modalités d'organisation du SNI conditionnent les capacités nationales d'apprentissage scientifique et technique, dans une perspective dynamique. On peut, là aussi, éclairer la question à l'aide d'une typologie, sans qu'il soit possible à ce stade de la réflexion d'articuler de façon précise type de SNI et modèle d'apprentissage. En reprenant une typologie développée pour la Banque Mondiale (Soubbotina, 2006), on peut distinguer six modèles d'apprentissage à partir d'un ensemble d'indicateurs prenant en compte les ressources humaines, les opportunités d'apprentissage ou encore la capacité à traduire l'avancée des connaissances en valeur ajoutée manufacturière. Tout en bas de l'échelle, on trouve les économies à structures traditionnelles et faible capacité d'apprentissage qui connaissent un écart croissant avec la frontière des connaissances et pour lesquelles les possibilités de rattrapage paraissent illusoire. On trouve ensuite des pays dans lesquels le progrès des connaissances est conditionné de façon passive par les apports extérieurs, généralement sous la forme d'IDE. La motivation de ces derniers étant généralement le faible coût de la main d'œuvre non qualifiée, cela conduit souvent à développer des activités à fort contenu en travail et faible valeur ajoutée. La catégorie suivante est constituée des pays qui ont une stratégie active pour utiliser les IDE afin d'accélérer et d'orienter les transferts de connaissances. Il en résulte un positionnement plus favorable aux activités à moyenne ou haute intensité technologique. Les « apprenants autonomes », quant à eux, ont obtenus des résultats similaires à ceux de la catégorie précédente, mais sans avoir recours au canal constitué par l'IDE. Ils ont, par exemple, privilégié l'achat de licence et de biens d'équipements. Ceci n'est possible que s'il existe déjà un minimum de capacités locales et si des ressources importantes sont consacrées aux activités scientifiques et techniques. En contrepartie, ils conservent une plus grande capacité d'orientation stratégique et sans doute de meilleures possibilités de cibler les segments de filière sur lesquels ils souhaitent faire porter

¹⁰ Sur les SNI « immature » voir Albuquerque (1999), Gu (1999), Freeman (1995), Huq (1999), Lundvall et al. (2002), Teubal (2002).

¹¹ Le terme nous semble bien rendre compte de l'idée exprimée par le terme anglais « non-mature » utilisé par Albuquerque.

¹² Old and Ineffective Science and Technology Structure.

¹³ Eastern and Central European Countries.

¹⁴ Asian cubs.

leurs efforts. Le Japon et plus récemment la Corée se rangent dans cette catégorie. Les « apprenants » créatifs isolés sont des pays qui ont un niveau de connaissances relativement élevé, mais reposent essentiellement sur leurs ressources internes, contrairement au groupe suivant des créatifs ouverts qui correspond aux pays les plus avancés largement impliqués dans les échanges scientifiques et techniques. L'ex URSS est un cas emblématique de la catégorie des apprenants créatifs isolés, une catégorie assez marginale aujourd'hui dans tous les sens du terme, à une époque où l'activité scientifique et technique est marquée par une internationalisation croissante (Haudeville et al., 2002).

Une fois identifiés ces types idéaux, on peut s'intéresser aux modalités de transition entre ces catégories, sachant qu'il existe une hiérarchie évidente dans leur capacité d'apprentissage. Les systèmes immatures ou embryonnaires présentent des points communs, mais aussi des différences qui tiennent à leur nature et appellent des actions de renforcement adaptées à chaque problématique.

En commun, ces systèmes partagent la responsabilité de la création des capacités humaines dans le domaine technologique, dont les économies ont besoin. Compte tenu de la structure de ces économies et, en particulier, de la faiblesse du secteur manufacturier cette formation repose presque exclusivement sur le système d'enseignement formel, principalement d'enseignement supérieur dans les domaines technologiques et à un moindre degré dans les sciences exactes et la gestion. Le développement de ces formations et leur attractivité¹⁵ constituent des préalables indispensables à la création d'une capacité d'absorption de connaissances externes.

Selon la nature du SNI, les modalités de son renforcement seront différentes. Dans tous les cas, il y a la nécessité d'augmenter les ressources consacrées aux activités de R-D et de formation. Beaucoup d'économies en transition ou de PVD y consacrent des sommes extrêmement faibles à la fois dans l'absolu et proportionnellement à leurs ressources. Pour donner un point de repère un peu arbitraire, en dessous de 1 % du PIB il semble vain de vouloir essayer de construire un SNI qui puisse contribuer au développement économique. Il faut malheureusement remarquer que bien peu de pays dépassent ce seuil. Il y a là une priorité quasi générale.

Pour les systèmes embryonnaires dans lesquels la quasi totalité des connaissances est à chercher à l'extérieur, le renforcement du SNI passe par la création de capacités d'expertise capables de sélectionner et d'assimiler, si possible de diffuser, les connaissances. Cela implique une politique scientifique et technique assez particulière fortement teintée d'activité de veille et de coopération internationale destinée à faciliter les transferts. Cette politique ne trouvera sa pleine efficacité qu'avec le développement de la capacité d'absorption de l'économie nationale qui passe par la formation d'un nombre suffisant de cadres techniques qui seront capables d'utiliser des technologies transférées par un canal ou par un autre. Il y a donc aussi une orientation qui en découle pour le système éducatif et plus particulièrement l'enseignement supérieur.

Les systèmes plus développés de type OISTS ou ECEC disposent déjà d'une main d'œuvre qualifiée et d'activités scientifiques et techniques assez étoffées. Ce qui est souvent en cause, c'est la pertinence des choix qui ont été faits concernant les programmes scientifiques et techniques et leur capacité à générer des opportunités technologiques. Certains domaines évoluent lentement et les retombées de la recherche tardent à se manifester et à porter leurs fruits tandis que d'autres connaissent des développements fulgurants créant autant

¹⁵ On sait que, dans de nombreux pays, les étudiants sont massivement attirés par les sciences sociales, le droit et les lettres et très peu par les formations technologiques alors même que la plupart d'entre eux sont conscients des problèmes de débouchés auxquels ils vont se heurter...

d'occasions de valorisation pour les entreprises qui y sont engagées (Klevorick, Levin, Nelson, Winter, 1995). Une évaluation générale des programmes et des équipes et la mise en place d'un système d'évaluation régulière, l'attribution d'au moins une partie des moyens sur la base d'appels d'offre compétitifs, comme cela a été fait en Pologne, permettent de réduire une partie des dysfonctionnements.

5. La densification du SNI

Lorsqu'on les compare aux systèmes en rattrapage ou aux systèmes des pays développés, les SNI immatures montrent une faiblesse générale des liens entre la recherche et l'industrie. L'indicateur privilégié par Albuquerque, le ratio brevets/publications montre alors que les faibles capacités de création de connaissances n'ont aucun lien avec l'activité économique. Il n'y a donc pratiquement aucune possibilité de valorisation de l'activité de production de connaissances. La cause en est multiple. Il y a tout d'abord la structure en « archipel » du système de recherche, généralement concentré autour des Universités et des centres de recherche publics dont les programmes de recherche sont disparates, plutôt académiques et faiblement coordonnés, faute d'une politique scientifique éclairée et disposant des moyens de faire respecter ses priorités. Il faut reconnaître que la possibilité de participer à des programmes en coopération avec des partenaires internationaux ou la stratégie de publication dans des revues réputées enlèvent beaucoup au pouvoir d'orientation des programmes du Ministère de la Recherche ou des Universités. Le degré d'extraversion du secteur de la recherche et des Universités atteint logiquement des sommets dans les PVD. Mais l'autre face de cette réalité est la très faible densité des relations avec les entreprises et d'une façon générale le secteur de la production. Les entreprises font peu de recherche et ont des capacités techniques limitées, mais elles ne bénéficient que très faiblement des retombées de l'activité des centres de recherche ou des Universités (Viotti et Baessa 2005), contrairement à ce qui se passe dans les systèmes matures (Acs, Audretsch, Feldman 1992 ; Audretsch et Stephan, 1996 ; OCDE, 1996) ou en rattrapage (Nugent et Yhee, 2000 ; Albuquerque, 2001 ; Han et Park, 2006). Les capacités technologiques et les capacités d'absorption sont, par conséquent limitées (Fagerberg et Srholec, 2006). Cette faible densité peut résulter de la nature des programmes de recherche trop éloignés des préoccupations des entreprises, on pense aux OISTS qui peuvent héberger des capacités scientifiques de bon niveau, mais sur des domaines sans lien avec l'activité économique. Elle peut être une conséquence du système d'organisation antérieur, cas des ECEC (Haudeville, 2003), dans lequel l'absence de relation était voulue pour assurer la primauté des choix technologiques du Centre sur ceux des firmes et a fortiori des consommateurs. Mettre en relation le développement des connaissances et les entreprises, c'est ouvrir la porte à une forme de pilotage par l'aval, faire en sorte que le développement des connaissances corresponde au besoin exprimés par les entreprises, donc souvent en réponse à la demande des consommateurs, ce qui est totalement contraire au principe fondateur de l'économie planifiée¹⁶. On a dans ce cas, des systèmes scientifiques et techniques assez développés au potentiel important, comportant une part d'activité dans des domaines obsolètes et qui sont complètement éclatés entre une science de bon niveau et une technologie enfermée dans des structures inadaptées¹⁷ et des choix discutables. Cette absence de relations peut enfin être la conséquence de la faiblesse des différents partenaires potentiels et donc de l'absence d'occasion d'échanges.

¹⁶ Au moins dans ses premières versions. On sait que par la suite un peu de souplesse a été apportée, trop peu, trop tard, comme l'a montré l'Histoire...

¹⁷ Des instituts spécialisés dépendant des Ministères de branche, par exemple.

Une faiblesse commune des systèmes d'innovation immatures ou embryonnaires est bien le manque de relations entre les différents acteurs « qui produisent, transfèrent ou utilisent des connaissances ». Un des apports majeurs de l'approche en termes de SNI est précisément de mettre l'attention sur la densité et la qualité du maillage existant à l'intérieur du système économique entre toutes les institutions participant à l'activité de connaissance. C'est autant à ce maillage qu'à l'importance de la production de connaissances proprement dite qu'est due la performance du SNI. Ce qui compte, c'est la capacité du système à acheminer la connaissance là où elle est utile, quelle que soit son origine, endogène ou exogène. C'est le pouvoir de répartition¹⁸, c'est-à-dire la capacité d'assurer aux innovateurs un accès rapide au stock de connaissances pertinentes (David et Foray, 1994).

Par contraste avec les systèmes matures, les autres systèmes se caractérisent essentiellement par leur incomplétude. Les systèmes en rattrapage pourraient alors être définis comme étant ceux qui sont en train de combler les manques, en particulier au niveau du maillage.

Pour les systèmes immatures ou embryonnaires ce sont aussi des acteurs tels que des centres de recherche ou des institutions de transfert qui peuvent faire défaut. C'est par exemple ce que l'on rencontre dans les systèmes les moins développés. Mais c'est aussi la faiblesse des relations existant entre les institutions qui fonctionnent effectivement, qui contribue au caractère éclaté, souvent extraverti des SNI correspondants et au faible rendement d'efforts qui sont parfois non négligeables par rapport aux ressources disponibles. Dans les OISTs, cet éclatement se traduit par le caractère obsolète de certaines activités de production de connaissance ou leur peu de lien avec la sphère de la production et donc leurs faibles retombées économiques, en dépit de la présence d'un personnel qualifié et d'un niveau scientifique qui peut être excellent dans certains domaines. Établir des liens entre la recherche, la formation et la production, c'est d'abord mettre de la cohérence dans ces différents domaines d'activité. C'est ensuite faciliter la valorisation des savoirs importés, adaptés ou développés localement en faisant en sorte qu'ils correspondent autant que faire se peut aux besoins des entreprises et en organisant leur circulation entre les différents acteurs et les différents clusters du SNI.

Dans les ECEC, l'absence de relations entre la recherche et la production résulte d'un choix délibéré propre aux économies centralement planifiées. La restructuration de ces économies vise, en particulier, à créer de véritables firmes¹⁹ autour des anciennes unités de production du système socialiste. Pour cela, on s'efforce de leur adjoindre des capacités commerciales, en marketing, pour suivre l'évolution du marché et distribuer les produits ainsi que des capacités de conception des produits²⁰ et les activités de R-D qui peuvent être nécessaires pour répondre aux questions que pose la conception ou l'amélioration des produits et des procédés (Kline et Rosenberg, 1986). Une méthode assez souvent utilisée consiste à réunir un bureau d'études ou un laboratoire scientifique avec une ou plusieurs unités de production. Le démembrement de l'ancien système scientifique (et surtout technique) assure alors, de façon radicale, la mise en cohérence de l'activité de recherche et des besoins de la production en les soumettant à une même autorité hiérarchique dans le cadre de la firme.

6. La remontée dans la chaîne de valeur

Cela peut apparaître comme une conséquence visible des évolutions précédentes, mais les différents aspects sont totalement imbriqués et cela peut tout aussi bien constituer un élément

¹⁸ *Distributive power.*

¹⁹ Ce que l'on désigne par « transition microéconomique ».

²⁰ Autrefois généralement confiée à des bureaux d'étude ou à des instituts techniques.

moteur du renforcement des capacités scientifiques et techniques ou même du maillage. C'est par exemple ce qui se passe lorsque l'arrivée sur de nouveaux segments de la chaîne de valeur se réalise avec des IDE ou des transferts importants de connaissances. La remontée dans la chaîne de valeur permet le renforcement du potentiel scientifique et technique (cas des pays ayant un apprentissage actif par l'IDE)²¹.

On peut, ici, tout simplement revenir au concept de filière, développé à la fin des années soixante dix par les économistes industriels de l'école française autour de l'ADEFI et de la *Revue d'Economie Industrielle* (Morvan 1976, 1985 ; ADEFI, 1983, 1985). Ce concept est très proche de celui de chaîne de valeur popularisé par Porter. La principale différence vient de l'approche qui est micro, voire gestionnaire, centrée autour de la firme et de ses décisions dans la chaîne de valeur alors qu'elle est plutôt mésoéconomique pour la filière. Le point central est que ces filières ou chaînes de valeur sont régulées selon les cas, tantôt par une firme dominante, tantôt par un oligopole dominant (dont les membres peuvent être engagés dans des accords de coopération de différentes nature), tantôt par le marché. La place qu'y occupent les différents intervenants résulte des rapports de force qui s'établissent entre les participants dans ces différentes modalités de gouvernance (Humphrey et Schmitz, 2001). Des facteurs tels que les capacités technologiques, la position de la firme par rapport à la frontière technologique, l'ancienneté et l'expérience de la firme, sa puissance financière, l'étendue de son réseau de collaborations y jouent un rôle essentiel. Bien entendu, les différents stades de la filière ou segments de la chaîne de valeur n'offrent pas les mêmes possibilités de valorisation. Certains stades très concurrentiels n'offrent que des perspectives très réduites tandis que d'autres, qui sont protégés par des éléments de monopôle permettent l'extraction de rentes confortables. Cela peut être l'amont (microélectronique), le milieu, ou l'aval (habillement) de la filière selon le type d'activité concerné. L'entrée puis le positionnement dans la filière conditionnent le niveau de la valeur ajoutée et indirectement celui de la rémunération du travail et par conséquent le niveau de vie. L'exemple de la remontée de la filière textile par la Corée constitue un cas d'école de cette stratégie. À partir de positions acquises dans la production de vêtements à bas coûts en utilisant une main d'œuvre bon marché, la Corée a progressivement remonté les différentes étapes de la filière jusqu'aux stades les plus complexes et les plus intenses en capital et en travail qualifié à savoir la fabrication des intermédiaires et des fibres synthétiques.

Dans un contexte de globalisation, un nombre important et croissant de filières ou de chaînes de valeur se trouve mondialisées (OCDE, 2007). Dans ces conditions, l'accès au marché devient synonyme d'insertion dans la chaîne de valeur. Comme l'écrivent Gereffi, Humphrey, Kaplinsky et Sturgeon (2001) : « *The pace of technological change, the intensity of international competition, and the ongoing dispersion and interpenetration of productive activity have convinced policy-makers and entrepreneurs alike that participation to the value chain is the key to economic growth* ». Pour les firmes des PVD, cette entrée se fait le plus souvent sur des segments peu rémunérateurs, mais cette situation est susceptible d'évoluer. L'entreprise peut, en effet, améliorer progressivement sa position. Plusieurs modalités de cette évolution sont possibles :

- améliorer le produit, ce qui permet d'augmenter la valeur ajoutée, en produisant des variétés plus élaborées ou de meilleure qualité pouvant être vendues à des prix plus élevés,
- améliorer les techniques de production en acquérant de nouveaux biens d'équipement ou en réorganisant le système de production, ce qui permet de réaliser des économies

²¹ Sur ce thème voir Morrison et al. (2008).

de matériaux, d'énergie ou de main d'œuvre et donc de conserver une part plus importante du prix de cession,

- entrer sur d'autres segments à plus forte valeur ajoutée de la filière, en intégrant de nouvelles fonctions comme la conception, le dessin, le marketing, la distribution ou le service après vente ou encore prendre pied sur des segments amont ou aval : par exemple si l'entreprise produit une partie du système destinée à être intégrée dans un produit final, assembler le produit lui-même, à l'inverse, si l'activité de départ est le montage, produire des composants incorporant de plus en plus de contenu technologique, comme l'a fait Taiwan dans la filière électronique,
- valoriser des capacités acquises, dans une autre filière. L'expérience et la maîtrise acquise sur certaines opérations peuvent être transférées pour toutes sortes d'autres applications dans des domaines très divers, ainsi la capacité d'usiner des pièces avec une grande précision acquise dans l'industrie aéronautique comme sous traitant d'un groupe étranger peut elle être transférée sur le marché du jouet ou des appareils ménagers pour le marché intérieur.

La remontée dans la chaîne de valeur constitue, sans doute, l'évolution la plus visible puisqu'elle se marque par des produits nouveaux, des enseignes que l'on va retrouver sur la plupart des marchés de la planète. D'une certaine manière, elle vient couronner les succès dans le domaine de la production manufacturière ou des services à partir desquels les bases d'un développement pérenne se mettent en place.

Lorsque l'on compare des économies ayant des niveaux de développement différents, on constate des différences dans la structure du système productif qui se caractérisent par des écarts dans le poids des branches, mais aussi des différences dans les segments occupés sur les différentes filières. Au fur et à mesure que l'on avance dans les niveaux de développement, ces écarts à l'intérieur des filières tendent à dominer les écarts entre les filières. Dans chaque pays, l'éventail des activités est assez semblable, mais les créneaux occupés ne sont pas les mêmes²².

Cependant, cette remontée dans la chaîne de valeur ne peut se concevoir seule et il existe une synergie évidente entre les trois dimensions évoquées ci-dessus. Ensemble elles déterminent également d'autres facteurs importants tels que la fuite des cerveaux, la formation d'une main d'œuvre qualifiée ou la diffusion technologique.

Naturellement, ces évolutions se déroulent à l'intérieur d'un cadre institutionnel qui peut les encourager ou les freiner. De ce fait, la question de la gouvernance n'est nullement évacuée dans une approche qui met au premier plan la science, la technologie et la présence d'une main d'œuvre qualifiée et bien formée. L'absence de règles de droit claires et sanctionnées par l'ordre judiciaire, la corruption, le mauvais usage de l'argent public sont des facteurs qui dissuaderont des chercheurs de haut niveau de rentrer après leur formation ou des investisseurs de transférer des dispositifs coûteux et des technologies avancées. On sait que c'est une question délicate à trancher sur le plan empirique, compte tenu de la difficulté qu'il y a à traduire l'environnement institutionnel en indicateurs fiables, de l'écart qui peut exister entre les textes et la pratique comme le montre la comparaison entre la Chine et la Russie (Rodrick, 2004) et qu'il n'y a pas de modèle qui puisse servir de référence universelle. Toutefois, on sait aussi que face à des conditions incertaines, les investissements qui engagent peu de capitaux et une main d'œuvre bon marché limitent les risques et semblent les plus

²² Ce qui renvoie à la prédominance des échanges intra branches sur les échanges inter branches dans le commerce international.

robustes, rendant improbable l'enclenchement d'un processus d'apprentissage technologique et d'amélioration progressive des niveaux de productivité.

Conclusion

Au total, les récentes avancées en Économie de la connaissance et de l'innovation peuvent être d'une forte utilité pour mieux cerner les faiblesses mais aussi les potentialités de la dynamique de rattrapage technologique des SNI immatures. Sans innovations indigènes et donc sans systèmes capable de les mettre au point les économies les moins avancées ne pourront pas pleinement profiter des technologies étrangères (Fu et al., 2010). Nos entrées constituent sans nul les inputs d'une réflexion plus théorique pour l'élaboration d'une économie du développement mieux arrimée à l'économie de la connaissance et de l'innovation dont l'urgence se confirme de jour en jour au fur et à mesure que continuent de se creuser les écarts entre pays riches et pays pauvres.

Références

- Abramovitz M., (1986), "Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind". *Journal of Economic History*, 46, 386-406.
- Acs Z. J., Audretsch D. B., Feldman M. P., (1992), "Real effects of academic research" *American Economic Review*.
- ADEFI, (1983), "Economie industrielle:problématique et méthodologie" *Economica*.
- ADEFI, (1985), "Filières industrielles et stratégies d'entreprises" *Economica*.
- Albuquerque E. M., (1999), « National systems of innovation and non OECD countries: notes about a rudimentary and tentative typology" *Brazilian Journal of Political Economy*.
- Albuquerque E. M., (2001), « Scientific infrastructure and catching up process : notes about a relationship illustrated by science and technology statistics" *Revista Brasileira de Economia*.
- Albuquerque E. M., (2004), « Science and technology systems in less developed countries » in Moed H. F. "Handbook of quantitative science and technology research" Kluwer Academic Publisher.
- Antonelli C., (2008), *Localised Technological Change. Towards the Economics of complexity*. Routledge, 405 pages.
- Archibugi A., Coco A., (2003), "A new indicator of technological capabilities for developed and developing countries" *World Development*.
- Archibugi A., Coco A., (2005), "Measuring technological capabilities at the country level: a survey and a menu for choice" *Research Policy*.
- Audretsch D. B., Stephan P. E., (1996), "Company scientists locational links: the case of biotechnology" *American Economic Review*.
- Cohen W. M., Levinthal D. A., (1990), " Absorptive capacity : A new perspective on learning and innovation ", *Administrative science quarterly*, vol. 35.
- David P. A., Foray D., (1994), "Dynamics of competitive technology diffusion through local network structures" in Leydesdorf et Van den Besselaar "Evolutionary economics and chaos theory" Pinter.

- Fagerberg J., Srholec M., (2006), « The role of “capabilities” in development: how some countries manage to catch up” Globelics India.
- Fagerberg J., Srholec M., Verspagen B., (2010), "The Role of Innovation in Development," *Review of Economics and Institutions*, Università di Perugia, Dipartimento Economia, Finanza e Statistica, vol. 1(2).
- Fleming L. et Szigety M., (2006), « Exploring the tail of creativity : an evolutionary model of breakthrough invention », *in* : J. A. C. Baum, D. D. Stanislav, A. Van Witteloostuijn, (eds.), *Advances in Strategic Management*, Part V: Technology Strategy, vol. 23, pp. 335-359.
- Fleming L., (2001), Recombinant uncertainty in technological search. *Management Science*. vol. 47 no. 1 117-132.
- Fleming L., (2007), « Breakthroughs and the 'long tail' of innovation », *MIT Sloan Management Review*, vol. 49, n° 1, pp. 69-74.
- Fleming, L., O. Sorenson (2004), Science as a map in technological search. *Strat. Mgmt. J.* **25** 909-928.
- Fleming, L., S. Mingo, D. Chen (2007), Collaborative brokerage, generative creativity, and creative success. *Admin. Sci. Quart.* **52** 443-475.
- Fu X., Pietrobelli C., Soete L., (2010), "The Role of Foreign Technology and Indigenous Innovation in the Emerging Economies: Technological Change and Catching Up," IDB Publications 12078, Inter-American Development Bank.
- Foray D. (2000), L'économie de la connaissance. La Découverte.
- Freeman Ch., (1995), “The National System of Innovation in historical perspective” Cambridge Journal of Economics.
- Fu X., Pietrobelli C., Soete L., (2010). "The Role of Foreign Technology and Indigenous Innovation in the Emerging Economies: Technological Change and Catching Up," IDB Publications 12078, Inter-American Development Bank.
- Gereffi G., Humphrey J., Kaplinsky R., Sturgeon T., (2001), “Introduction: globalisation, value chains and development” IDS Bulletin.
- Godinho M. M., Mendonça S. F., Pereira T. S., (2006), “A taxonomy of National Innovation Systems: lessons from an exercise comprising a large sample of both developed, emerging and developing countries” Globelics India.
- Gruber M, Harhoff D., Hoisl K., (2012), “Knowledge Recombination across Technological Boundaries: Scientists versus Engineers”. MTEI Working Paper. Feb.
- Gu S., (1999), “Implications of National Innovation Systems for developing countries: managing change and complexity in economic development” working paper INTECH, Maastricht.
- Han Y. J., Park Y., (2006), “Patent network analysis of inter-industrial knowledge flows: the case of Korea between traditional and emerging industries” World Patents Informations.
- Hargadon, A. B. (1998), “Firms as knowledge brokers: Lessons in pursuing continuous innovation”. *California Mgmt. Rev.* 40 209-227.
- Haudeville B., (2003), “Lenteur de croissance et difficultés d’insertion des économies en transition d’Europe de l’Est et de la CEI dans l’économie mondiale » Région et Développement.

- Haudeville B., Dabic M., Gorynia M., (2002), « National differences in technology transfers in East European transition economies » *Mondes en Développement*.
- Haudeville B., (2009), Dynamique technologique, systèmes d'innovation et rattrapage dans des économies de niveaux de développement différents. *Economies et Sociétés*. Série W Juin.
- Humphrey J., Schmitz H., (2001), « Governance in global value chain » *IDS Bulletin*.
- Huq M. M., (1999), « Technological capacity building in low-income developing countries : toward understanding the nature of the problem » DSA annual conference, University of Bath.
- Kim L., (1980) Stages of development of industrial technology in a developing country: a model. *Research Policy*, 9, 254-277.
- Klevorick A. K., Levin R. C., Nelson R. R., Winter S. G., (1995), “On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities” *Research Policy*.
- Kline L., Rosenberg N., (1986), “An overview on innovation” in Landau N., Rosenberg N. “The positive sum strategy” National Academy Press.
- Kodama (1986), Japanese innovation in mechatronics technology”. *Science and Public Policy*. 13 (1): 44-51.
- Lall S., (1990) : “Promouvoir la compétitivité industrielle dans les pays en développement », OCDE.
- Lundvall B. A., Johnson B., Andersen E. S., Dalum B., (2002): “National systems of production, innovation and competence building” *Research Policy*.
- Lundvall B-A., (1996), “The Social Dimension of the Learning Economy”. *DRUID Working Paper* 96-1. Aalborg: Department of Business Studies, Aalborg.
- March J. G., (1991), “**Exploration and Exploitation in Organizational Learning**” *Organization Science*, 2:71-87.
- Morrison A., Pietrobelli C., Rabelotti R., (2008):“Global value chains and technological capabilities: a framework to study industrial innovation in developing countries” *Oxford Development Studies*.
- Morvan Y., (1976), “Economie industrielle” PUF.
- Morvan Y., (1985), « Fondements d'économie industrielle » *Economica*.
- Nelson, R.R., S.G. Winter. (1982), *An evolutionary theory of economic change*. Harvard Univ. Press, Cambridge, MA.
- Nugent J. B., Yhee S. J., (2000):” Small and medium enterprises in Korea: achievements, constraints and policy issues” *World Bank Institute*.
- OCDE, (1996), “L'économie fondée sur le savoir” OCDE.
- OCDE, (2007), « Comment rester compétitif dans l'économie mondiale ? » OCDE.
- OCDE, (2009), « The New Nature of Innovation », Report, 96 pages.
- Porter M. E., Kramer M. R., (2006), « Strategy and Society: The Link Between Competitive Advantage and Corporate Social Responsibility », *Harvard Business Review*, December, pp. 1-14.

- Prahalad, C.K. and Ramaswamy, Venkat, (2003), The New Frontier of Experience Innovation. *MIT Sloan Management Review*, 44(4): 12.
- Rigobon R., Rodrick D., (2004), "Rule of Law, democracy, openness and income: estimating the interrelationships", Working paper, Harvard University.
- Rodrick D., (2004), « Getting institutions right » Working paper, Harvard University.
- Schumpeter J., (1911), *Théorie de l'évolution économique*, première édition.
- Soete L., (2008), "Science, Technology and Development: Emerging concepts and visions," UNU-MERIT Working Paper Series 001, United Nations University, Maastricht Economic and social Research and training centre on Innovation and Technology.
- Soubbotina T., (2006), « Generic models of technological learning by developing countries » Working Paper, World Bank.
- Sutton J. (1998), *Technology and Market Structure*. The MIT Press. Cambridge.
- Teubal M., (2002), « What is the systems perspective to innovation and technology policy and how can we apply it to developing and newly industrialised economies » *Journal of Evolutionary Economics*.
- Viotti E. B., Baessa A., (2005), « Innovation in developing versus developed economies: some evidence from a comparison of the innovation surveys of Brazil and selected European countries » *Globelics Africa*.
- von Hippel E., (1986), "Lead users: a source of novel product concepts", *Management Science*: 791–805.
- von Hippel E., (2005), *Democratizing Innovation*, MIT Press, Cambridge MA
- von Tunzelmann N., V Acha (2005), Innovation in 'low-tech' industries. *The Oxford handbook of innovation*.
- Weitzman Martin L., (1998), "Recombinant Growth," *The Quarterly Journal of Economics*, MIT Press, vol. 113(2), pages 331-360, May.